

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

290 654

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 1995 - 1942

(22) Přihlášeno: 03.02.1993

(30) Právo přednosti:
01.02.1993 US 1993/011866

(40) Zveřejněno: 14.02.1996
(Věstník č. 2/1996)

(47) Uděleno: 12.07.2002

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 11.09.2002
(Věstník č. 9/2002)

(86) PCT číslo: PCT/US93/01026

(87) PCT číslo zveřejnění: WO 94/18129

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl. ⁷:

C 02 F 3/02

C 02 F 3/06

C 12 M 1/06

(73) Majitel patentu:

MACLAREN DAVID S., Gates Mills, OH, US;

(72) Původce vynálezu:

Maclaren David S., Gates Mills, OH, US;
Tang Nianfa, Richmond Heights, OH, US;

(74) Zástupce:

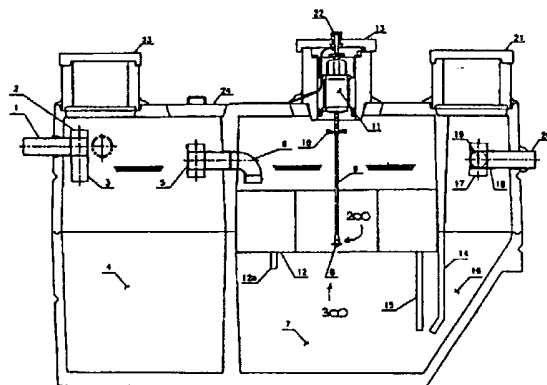
Kalenský Petr JUDr., Hálkova 2, Praha 2, 12000;

(54) Název vynálezu:

**Způsob submerzního čištění odpadní vody nebo
vody určené k použití jako pitná voda, a zařízení
pro jeho provádění**

(57) Anotace:

Při submerzním čištění odpadní vody nebo vody určené k použití jako pitná voda, obsahující biologicky rozložitelné látky, se voda ve formě směsné tekutiny, obsahující rozpuštěnou organickou hmotu a suspendované pevné částice, uvádí do cirkulace v komoře na biologické zpracování, obsahující aerační prostředky a biomasu, přítomnou v komoře na biologické zpracování ve formě biofilmu na pevné nosičové konstrukci, která je plně ponořena ve směsné tekutině. V komoře (7) na biologické zpracování se podrobuje směsná tekutina nucené aeraci a mechanicky se zmenšuje velikost pevných částic, suspendovaných ve směsné tekutině. Vytváří proud provzdušněné směsné tekutiny, obsahující suspendované pevné částice zmenšené velikosti, tekoucí nosičovou konstrukcí (12) s biofilmem, a to shora dolů. Na stěnách nosičové konstrukce (12) se kultivuje biofilm, který je vyživovaný kontinuální cirkulací přiváděné směsné tekutiny, zatímco suspendované organické pevné částice a rozpuštěná organická hmota směsné tekutiny se působením biomasy biologicky rozkládají. Suspendované pevné částice zmenšené velikosti a rozpuštěná organická hmota se tak nechávají rozkládat biomasou biofilmu, a komoru (7) na biologické zpracování opouští vyčištěná voda.



Způsob submerzního čištění odpadní vody nebo vody určené k použití jako pitná voda, a zařízení pro jeho provádění

5 Oblast techniky

Vynález se týká submerzního čištění odpadní vody nebo vody určené k použití jako pitná voda, obsahující biologicky rozložitelné látky, při kterém se voda ve formě směsné tekutiny, obsahující rozpuštěnou organickou hmotu a suspendované pevné částice, uvádí do cirkulace v komoře na biologické zpracování, obsahující aerační prostředky a biomasu, přítomnou v komoře na biologické zpracování ve formě biofilmu na pevné nosičové konstrukci, která je plně ponořena ve směsné tekutině.

15 Dosavadní stav techniky

V průběhu konce šedesátých let a počátkem sedmdesátých let byl s ohledem na rychlé zhoršování kvality vodních zdrojů v USA zahájen široký program zlepšování kvality úpravy městských odpadních vod. Tento program byl navržen za účelem udržení kvality vody v řekách a potocích, a za účelem zastavení dalšího znečišťování těchto vodních zdrojů tak, aby mohly být využívány dalšími generacemi. Jako část tohoto programu přispěla organizace Enviromental Protection Agency městům v podobě pomoci v miliardách dolarů, aby se zlepšila technologie úpravy městských odpadních vod. Tato pomoc značně zlepšila stav úpravy odpadních vod po celém území USA do současného stavu, kdy nyní dochází u mnoha řek a potoků k obnově vodního života a odpovídajícího životního prostředí současně s tím, jak se kvalita vody v řekách a potocích zlepšuje.

Navzdory těmto snahám však dosud ještě nesplňuje velký počet městských a soukromých úpraven odpadních vod limity znečišťování vypouštěnými odpadními vodami, dané programem EPA, takže platí každý rok pokuty v milionech dolarů. Důležitější je však skutečnost, že znečišťování odpadními vodami pokračuje. Například v samotných USA je vypouštěno každou minutu přibližně 19,1 milionů litrů vody z vyhnívacích nádrží. Toto vytváří významný zdroj znečišťování podzemních vod a choroboplodných zárodků. Tento problém se netýká jen USA, ale má celosvětový charakter. Navíc vedou tradiční způsoby úpravy vody ke vzniku značných množství kalů, které musí být umístěny v takových nákladných prostředcích, jako jsou vyhnívací nádrže, nebo využity v tuhém stavu jako odpadní závažecí hmoty nebo použity v jiných půdních aplikacích atd. Jak vyplývá z následujícího popisu, vynález se zaměřuje na řešení těchto problémů.

I když je nyní v důsledku vládní pomoci v provozu více úpraven odpadních vod, nebyl způsob úpravy městských odpadních vod významněji zlepšen po více než 70 let. Přestože je nyní používáno mnoho verzí původních procesů, tyto procesy zůstávají v podstatě podobné.

V oblasti úprav domovních a městských odpadních vod a biologicky znehodnocených průmyslových vod je více než 80 % všech úpraven založeno na využití zpracovatelského postupu s aktivovaným kalem. Tento proces spočívá ve využití biologických prostředků, volně rozptýlených v roztoku, pro biologické odbourání organických látek, které jsou rozpuštěny nebo jsou udržovány v suspenzi v odpadních vodách.

Tento způsob, založený na principu aktivovaného kalu, má několik nevýhod. Především se v široké míře mění během jakéhokoli zpracovávacího pochodu účinnost úpravy, což vyvolává rozsáhlé výchylky míry zbytkového znečištění. Další nevýhodou je, že proces, využívající aktivovaného kalu, je citlivý na teplotu a neprobíhá dobře za nižších teplot, nebo v obdobích rychlých teplotních změn. Kromě toho vede tento způsob k velkým výsledným objemům tuhých

odpadních kalů, což vyvolává značný problém s jejich ukládáním na úložiště. Z tohoto pak vyplývá, že pro jejich umístování jsou používány další plochy půdy, čímž dochází k dalšímu zvyšování dopadu na životní prostředí. V alternativním řešení by bylo nutné používat drahých nádrží na biologické odbourávání při značných nákladech na stavbu čistíren odpadních vod.

5

Procesy s aktivovaným kalem se zaměřují na co možná největší usazování tuhých částic, přičemž se odpadní voda zpracovává biologickými prostředky (bakteriemi), které biologicky odbourávají organickou hmotu. "Bytnění kalu" (nabývání na objemu; sludge bulking), které je nejběžnějším zdrojem špatného oddělování tuhých látek, a proto špatného čištění odpadní vody nastává, když se biologické pevné částice neusazují rychle nebo se dobře nezhušťují (viz Rittman 1987, str. 132). Má se za to, že k tomuto dochází kvůli růstu vláknitých mikroorganismů, který zvyšuje odpor proti usazování a brání vločkování. Menší částice jsou tak překážkou rychlého usazování a vločkování do větších částic. Je zde rovněž důležitý čas potřebný pro usazování, a to vzhledem k objemu přitékající odpadní vody. Dobré usazování znamená, že je méně pravděpodobné, že větší částice budou méně náchylné k přenášeni do následujících kroků způsobu nebo nádrží.

15

Odpadní voda, která je čištěna v systému pracujícím s aktivovaným kalem, má určitou koncentraci organických a anorganických látek v ní suspendovaných. Tato koncentrace je označována jako množství tuhých látek suspendovaných ve směsné tekutině (mixed liquor) nebo "MLSS" (mixed liquor suspended solids - dále MLSS). Suspendované částice a rozpuštěné organické látky z přitékající odpadní vody jsou smíšeny dohromady v MLSS. Množství kyslíku, požadované pro aerobní bakterie, pro úplné zpracování organických látek v odpadní vodě je označováno jako biochemická spotřeba kyslíku, resp. "BDO". Kvalita odpadní vody, která je vypouštěna po její úpravě, je měřena částečně množstvím obsažených suspendovaných tuhých částic, neboli "SS", přítomných v roztoku, obvykle v miligramech na litr a částečně úrovní biochemické spotřeby kyslíku ve vodě po její úpravě. Program EPA má standardy pro biochemickou spotřebu kyslíku a pro množství suspendovaných pevných částic ve vodě, vypouštěné ze zařízení pro úpravu odpadní vody.

20

25

Za účelem odstranění suspendovaných pevných částic nebo snížení množství suspendovaných pevných částic (SS) a biochemické spotřeby kyslíku byl vyvinut postup, využívající biologického čištění vody. Tento postup, který je známý pod nejrůznějšími názvy jako způsob s přídavným růstem nebo s pevným biofilmem, nebo kontaktní oxidační proces, je využíván po mnoho let (viz Rittman 1987). Pod pojmem biofilm se rozumí vrstva biologicky aktivních organismů nebo prostředků (čínidel), které rostou na nějakých nosičových prostředcích a které stravují (biologicky odbourávají) nebo jinak ničí organické látky, suspendované, nebo rozpuštěné v odpadní vodě. Tyto biologické prostředky rostou a vytvářejí vrstvu nebo "biofilm" na nosičových materiálech, které tak potom poskytují větší plochu, na které může biofilm působit. Biofilm je samovolně "naočkovan" mikroorganismy, které jsou přítomné v přitékající vodě a ve vzduchu, přičemž běžný proces nárůstu biofilmu probíhá po dobu několika týdnů při počátečním uvedení systému do provozu.

35

40

Proces využívající biofilm již byl používán mnoha způsoby. Byl již například využíván u zkrápěných filtrů, kde biologické prostředky pokrývají malé kamínky, přičemž odpadní voda protéká přes tyto kamínky. Dále byl již využíván rotující nosič s kontaktním biologickým prostředkem, kdy kontaktní biologické prostředky pokrývají pohybující se mechanický nosič. Rovněž již byla používána filtrační vložka v provzdušňovací nádrži, na které narůstá biologický prostředek ve filtrovaném materiálu. Dále již byly používány plovoucí koule v provzdušňovací komoře, které mají povlak z biologických prostředků.

45

50

Tyto technologie se však vyznačují řadou nevýhod. Například filtrační vložka se často ucpává a musí být nahrazována, což je nepraktické a nákladné. Plovoucí koule s povlakem biofilmu mají tu nevýhodu, že biofilm nemůže být udržován na požadované tloušťce pro usnadnění optimálního biologického odbourávání organické hmoty a tím i pro dosažení optimální hodnoty

množství suspendovaných pevných částic (SS). Dále musí být kal, který je zde produkován ve značných množstvích, ukládán v dalších nákladných prostředcích jako kalových nádržích pro biologické odbourávání, musí být zbaven vody a odložen na zavážce nebo při různých ukládacích do plochy.

5

V důsledku těchto problémů u stávajících technologií byla vyvinuta nová technologie, spočívající v kontaktním biologickém okysličování. Tento postup používá plastových trubek, které jsou umístěny v provzdušňovací nádrži a biofilm je kultivován na vnitřní a vnější straně trubkového nosiče. Biofilm roste z mikroorganismů přítomných v přiváděném proudu a ve vzduchu. Tento postup proto kombinuje procesy s aktivovaným kalem a biofilmové procesy. Pokud je biochemická spotřeba kyslíku vysoká, vyžaduje se větší plocha, na které by mohl biofilm narůstat. Toto vyžaduje menší průměry trubek. Se zmenšováním průměru trubek se však zvyšuje nebezpečí jejich ucpávání, což se stává značným problémem. V praxi to znamená, že zde existuje hranice pro to, jak velká povrchová plocha je k dispozici pro kultivování biofilmu. Ucpávání trubek se dále zhorší, když je jako zdroj provzdušňování použit stlačený vzduch nebo povrchové provzdušňování. Zvýšený růst biofilmu působí rychlejší ucpávání trubek.

10

15

20

Když dojde k ucpání trubek, účinnost systému poklesne, až musí být zařízení pro čištění odpadních vod vyřazeno z provozu a vyčištěno. Jakmile je zařízení vyčištěno a opět uvedeno do provozu, je zde určitá časová prodleva, než zařízení dosáhne patřičné účinnosti a to v důsledku pomalého vytváření biofilmu. Toto může trvat až tři týdny, než se systém pro úpravu odpadní vody vrátí zpět do normálních provozních podmínek.

25

30

Technologie, spočívající v kontaktním biologickém okysličování, používají způsob s pomalu cirkulujícím tokem a mírným mícháním. Pomalá cirkulace a mírné míchání se používají z několika důvodů. Za prvé se předpokládá, že pomalá cirkulace, vznikající z mírného míchání, působí větší biologické odbourávání. Za druhé mají některé druhy vláknitých mikroorganismů, které přispívají k bytění kalů vysokou afinitu k rozpuštěnému kyslíku. Za třetí zabraňuje pomalá cirkulace v komoře nebo v oddělení komory čistícího zařízení rozrušování pevných částic, což usnadňuje sedimentaci velkých tuhých částic a usnadňuje jejich odstranění ze směsné tekutiny, čímž se snižuje množství suspendovaných pevných částic (SS) ve vodě, vytékající ze zařízení.

35

40

Vytváření pevných částic suspendovaných ve směsné tekutině (MLSS) je tak u výše popsaných běžných postupů obecně pokládáno za nežádoucí (viz Rittman 1987). Zatímco použití nosičové konstrukce pro biofilm zvyšuje povrchovou plochu a tím i množství biologických prostředků, schopných biologicky odbourávat (stravovat) organické látky, požadují se podle návrhů známého stavu techniky pro velkou většinu postupů čištění odpadních vod mírný tok kapaliny a větší velikosti organických pevných částic, přičemž obojí způsobuje ucpávání nosičové konstrukce s biofilmem při provozu a je zdrojem významného množství kalu které musí být likvidováno a ukládáno nákladnými prostředky.

45

50

Dalším problémem, který doprovází prováděné způsoby čištění odpadních vod je, že množství rozpuštěného kyslíku (DO) je ve výtokové vodě, která je vypouštěna do okolního prostředí nebo je vedena k terciální úpravě, obvykle příliš nízké. Obecně nevede jakékoli provzdušňování odpadní vody k získání koncentrace rozpuštěného kyslíku, které by bylo dostatečné ke splňování požadavků EPA. Množství rozpuštěného kyslíku je potřebné nejen pro udržení všech forem vodního života, ale i pro další formy následné úpravy. Toto znamená, že buď musí být prováděno opětovné provzdušňování, čímž se zvyšuje časová náročnost a výdaje na postup čištění odpadní vody, nebo se do řek a potoků vypouští částečně vyčištěná voda s následným nepříznivým účinkem na život v těchto vodních tocích, pokud není použita nákladná terciální úprava vody. Ve většině míst vyžadují povolení na vypuštění nečistot, vydávaná EPA, určité úrovně obsahu rozpuštěného kyslíku, které v současné době nejsou ve většině stávajících technologií splňovány.

Jak bylo výše uvedeno, nazývá se biologická hmota, která je přímo nebo přerušovaně držena pod vodou na nosičovém prostředku, který je připevněn k různým pevným plochám, jako "biofilm" (Rittman, 1987). Úsilí zvýšit růst biofilmu bylo vyvíjeno po mnoho let, přičemž se ubíralo různými cestami.

5

Patentový spis GB 1 498 360 (Norton a kol.) a spis GB 1 439 745 (Hydronyl Limited) popisují různé materiály, ze kterých mohou být vytvořeny biologické filtry. Tyto filtry poskytují velkou povrchovou plochu pro růst biofilmu. Jiný přístup ke zvýšení povrchové plochy pro růst biofilmu je popsán v patentu GB 1 315 129 (Shell International Research Maatschapij BV), kde zvětšený

10

povrch pro růst biofilmu je dosažen použitím pásů ze syntetického organického polymeru. Další přístup je popsán v Evropském patentovém spisu EP 301 237. Popisuje se zde výplňový prvek ve tvaru svazku pro válcový filtr, který poskytuje velkou plochu pro kultivaci biofilmu.

Jiné provedení se zaměřuje na měnění fyzického styku odpadní vody s biofilmem. Například patent GB 2 151 497 (Klargester Environmental Engineering Limited) popisuje rotační prvek pro biologický kontakt, kterým je v podstatě řada válcových prvků, na jejichž povrchu narůstá biofilm a které v důsledku svého otáčení způsobují, že biofilm přichází do kontaktu s odpadní vodou. Podobný typ otáčivého biologického prvku, zajišťujícího kontakt biofilmu s upravovanou vodou, je popsán ve zveřejněné mezinárodní patentové přihlášce PCT/GB 91/01177 (Severn Trent Water Limited). Různé další odkazy se zabývají buď mechanickými způsoby pohybování biomasou pro dosažení jejího kontaktu s odpadní vodou, která má být čištěna, nebo udržováním nosičové vrstvy biomasy stacionární na nějaké nosičové konstrukci biofilmu, přičemž se odpadní voda nechává cirkulovat biomasou.

15

20

Tato řešení zvyšují množství biomasy, které může vejít do styku s čištěnou kapalinou, ale přitom seznávají problém ucpávání biomasy. Dále vedou všechna řešení k nějaké formě kalu, který musí být později odebírán a který z malé nebo velké části opouští zařízení ve vytékající vodě, což vede k vyšším hodnotám BOD a SS.

25

Myšlenka mít biofilm stále ponořený v odpadní vodě byla také předmětem výzkumu, prováděného Wangem a kol. (1991) a Iwaiem (1990). Obě publikace rozebírají úpravu odpadní vody za použití ponořeného biofilmu, v případě Wangova řešení je popisována ještě další forma nosičové konstrukce biofilmu pro zvýšení povrchové plochy, na níž biofilm může růst. Na trh byla také uvedena průmyslově využitá zařízení s ponořeným biofilmem (Scienco System Inc.).

35

Toto zařízení představuje kombinaci postupu s ponořeným biofilmem a postupu využívajícího aktivovaný kal. Systém Scienco je nákladný a obtížný na údržbu. Závažnější však je to, že systém Scienco produkuje velká množství kalu, která se shromažďují a která musí být likvidována výše popsanými nákladnými způsoby. Japonská zařízení na čištění odpadních vod pracují při standardech značně nad těmi, jaké jsou uváděny EPA jako přijatelné v USA. Publikované výsledky ukazují, že nevyhovují těmto normám. Dále nejsou tato zařízení ani nákladově efektivní, ani se nedají snadno udržovat. Navíc mají malou schopnost zvýšit svoji zpracovatelskou kapacitu.

40

Předmětem různých výzkumů a vývoje byly také provzdušňovací prostředky pro použití při čištění odpadní vody. Ve většině, ne-li ve všech z výše uvedených postupů bylo použito v nějaké formě provzdušňování, protože většina mikroorganismů vyžaduje určité množství kyslíku. Tyto provzdušňovací prostředky obvykle používají stlačený vzduch, dodávaný v nějaké formě k nějakému výstupnímu otvoru. Pro provzdušňování tekutin však byly vyvinuty také další mechanické aerátory (viz patentový spis US 4 844 843, Rejendren, a patentový spis US 4 540 528, Haegeman).

50

V oboru čištění odpadních vod je provzdušňování věnována literatura autorů Banerji a kol. (1991), která popisuje použití podpovrchového, vzduch rozptylujícího prostředku v prostředí

ponořeného biofilmu. Provzdušňování, spojené s použitím nosičové konstrukce s biofilmem, je také popsáno v patentovém spise DE 39 00 153 A a v patentovém spise FR 2 551 049. Další kombinace provzdušňování a nosičové konstrukce s biofilmem jsou popsány v patentovém spise FR 2 565 579 A a dalších. Obměna určité formy provzdušňování a nosičové konstrukce s bio-
 5 filmem v přítomnosti odpadní vody byla tedy také předmětem určitého vývoje, avšak všechny uvedené odkazy stále ještě vyžadují usazování a odstraňování kalu.

Další oblast vývoje popisuje ponořené mechanické prostředky pro vyvolání pohybu kapaliny, která má být čištěna. Například v patentovém spisu EP 478 408 A je popsán systém, u kterého je
 10 použita ponořená lopatka, určená k tomu, aby v podstatě způsobovala horizontální cirkulaci kapaliny okolo prostředku nesoucího biofilm. Patentový spis DE 36 19 247 A popisuje aerátory (provzdušňovače), které se pohybují, čímž přispívá k lepšímu rozdělení provzdušnění v nádrži. Patentový spis DE 37 15 023 A popisuje provzdušňovací systém, který vytváří v nádrži proud kapaliny, která je upravována. Toto konkrétní řešení však nepoužívá ponořenou biovrstvu. Patent
 15 DE 37 17 191 A popisuje mechanismus pro míchání kapaliny, který nejen míchá kapalinou, ale také ji provzdušňuje. Uvedené vynálezy však nepojednávají o žádných mechanismech pro měnění velikosti pevných suspendovaných částic, které mají být upravovány a jsou většinou zamýšleny k použití pro provzdušňování a vyvolání cirkulace kapaliny v nádrži, přičemž neslouží k úpravě obsahu nádrže. Některé aspekty úpravy odpadní vody byly podrobeny různým techno-
 20 logickým obměnám, přičemž se však tyto změny týkaly pouze částí procesu, nebo jeho dílčích pochodů izolovaně od skutečného hodnocení nebo zlepšení vzájemného vztahu mezi těmito částmi nebo pochody. Žádná z těchto úprav navíc nepojednávala o měnění fyzické struktury částic v odpadní vodě, která je upravována.

25

Podstata vynálezu

Vynález přináší způsob submerzního čištění odpadní vody nebo vody určené k použití jako pitná voda, obsahující biologicky rozložitelné látky, při kterém se voda ve formě směsné tekutiny,
 30 obsahující rozpuštěnou organickou hmotu a suspendované pevné částice, uvádí do cirkulace v komoře na biologické zpracování, obsahující aerační prostředky a biomasu, přítomnou v komoře na biologické zpracování ve formě biofilmu na pevné nosičové konstrukci, která je plně ponořena ve směsné tekutině, přičemž podstata způsobu spočívá v tom, že se v komoře na biologické zpracování podrobuje směsná tekutina nucené aeraci a mechanicky se zmenšuje
 35 velikost pevných částic, suspendovaných ve směsné tekutině, přičemž se vytváří proud provzdušněné směsné tekutiny, obsahující suspendované pevné částice zmenšené velikosti, nosičovou konstrukcí s biofilmem, a to shora dolů, přičemž se na stěnách nosičové konstrukce kultivuje biofilm, který je vyživovaný kontinuální cirkulací přiváděné směsné tekutiny, zatímco suspendované organické pevné částice a rozpuštěná organická hmota směsné tekutiny se působením
 40 biomasy biologicky rozkládají, a suspendované pevné částice zmenšené velikosti a rozpuštěná organická hmota se tak nechávají rozkládat biomasou biofilmu, a komoru na biologické zpracování opouští vyčištěná voda.

Podle dalšího znaku vynálezu se v komoře na biologické zpracování nejprve vytváří vzestupný
 45 proud provzdušněné směsné tekutiny, obsahující suspendované pevné částice zmenšené velikosti, a tento proud se poté vede směrem dolů nosičovou konstrukcí s biofilmem.

Zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic se podle dalšího znaku vynálezu provádí
 50 alespoň jedním rotujícím lopatkovitým nebo vrtulovitým členem, ponořeným ve směsné tekutině. Lopatkovitý nebo vrtulovitý člen se s výhodou uvádí do rotace rychlostí nejméně 6 m/sek.

Podle dalšího znaku vynálezu se aerace provádí tím, že se nuceně vede vzduch alespoň jednou ponořenou vzduchovací trubkou do trubkovitého rozptylovacího prostředku, čímž se vyvolává podpovrchová aerace. Aerační vzduch se může přivádět nasáváním nebo dmýháním.

Tekutinový proud se může vytvářet například současným působením aerace a zmenšování velikosti částic.

Podle dalšího znaku vynálezu se zpracovaná kapalina vede z komory na biologické zpracování k následujícímu zpracování. Následující zpracování může obsahovat například dosazování zbývajících suspendovaných pevných částic v dosazovací komoře, umístěné na výstupní straně od komory na biologické zpracování. Suspendované pevné částice a částice biomasy, které se usazují z kapaliny v dosazovací komoře, se v tomto případě s výhodou vracejí do komory na biologické zpracování, aby se zde podrobily dalšímu zmenšování velikosti částic a biologickému rozkladu působením biomasy.

Podle dalšího znaku vynálezu se velikost částic zmenšuje anaerobním vyhníváním organických látek předtím, než se směsná tekutina zavádí do komory na biologické zpracování s aeračními prostředky a biomasou.

Podle jiného znaku vynálezu se směsná tekutina provzdušňuje pomocí Venturiho čerpadla, připojeného k vnějšímu zdroji vzduchu vtažovací trubici, přičemž tlakovým rozdílem vyvíjeným Venturiho čerpadlem se do trubice vtahuje vzduch, který se směšuje se směsnou tekutinou a vytváří cirkulaci směsné tekutiny přes nosičovou konstrukci s biofilmem.

Podle ještě dalšího znaku vynálezu se aerace dosahuje ponořením vzduchovací trubice do směsné tekutiny a rotující vrtulí vně trubice, přičemž rotující vrtule vytváří tlakový rozdíl, který vtahuje vzduch dolů vzduchovací trubicí a do směsné tekutiny a současně vytváří cirkulaci ve směsné tekutině nosičovou konstrukci s biofilmem.

Zmenšování velikosti pevných částic a aerace se podle ještě dalšího znaku vynálezu s výhodou provádí pomocí nejméně jednoho rotačního aspirátoru.

Alternativně se aerace a zmenšování velikosti částic provádí rotační podpovrchovou aerací v blízkosti hladiny zpracovávané směsné tekutiny v komoře na biologické zpracování.

Vynález dále navrhuje zařízení pro provádění výše uvedeného způsobu, obsahující komoru na biologické zpracování, která obsahuje aerátor.

Podle prvního provedení zařízení podle vynálezu obsahuje komora na biologické zpracování prostředky pro mechanické zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic, stacionární nosičovou konstrukci s biofilmem, ponořenou ve směsné tekutině, a prostředky pro vytváření proudu směsné tekutiny shora dolů nosičovou konstrukcí s biofilmem, přičemž aerátor obsahuje otáčející se podpovrchový aspirátor, připojený k okolnímu vzduchu sací trubicí, přičemž podpovrchový aspirátor je uzpůsobený pro vyvolání tlakového rozdílu vzhledem k okolnímu vzduchu, takže okolní vzduch je vtahován do aerátoru a vhnán do směsné tekutiny.

Sací trubice je v případě tohoto provedení s výhodou vytvořena jako dutý hřídel, mající hlavu s vrtulovitým nebo lopatkovitým rotačním členem prostředků pro mechanické zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic. Vrtulovitý rotační člen prostředků pro zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic může být tvořen hlavicí na konci dutého hřídele s radiálně vystupujícími rameny, opatřenými na koncích otvory pro výstup vzduchu. Alternativně je vrtulovitý rotační člen prostředků pro mechanické zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic tvořen koncovou vrtulí na konci dutého hřídele.

Podle druhého provedení zařízení podle vynálezu obsahuje komora na biologické zpracování prostředky pro mechanické zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic, stacionární nosičovou konstrukci s biofilmem, ponořenou ve směsné tekutině, a prostředky pro vytváření proudu směsné tekutiny shora dolů nosičovou konstrukcí s biofilmem, přičemž aerátor obsahuje

dutou vzduchovací trubicí, napojenou na dmýhací zdroj vzduchu a zavedenou pod hladinu směsné tekutiny v komoře na biologické zpracování a zakončenou trubicovým výstupním členem s výstupním otvorem nebo otvory.

- 5 Podle třetího provedení zařízení podle vynálezu obsahuje komora na biologické zpracování prostředky pro mechanické zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic, stacionární nosičovou konstrukci s biofilmem, ponořenou ve směsné tekutině, a prostředky pro vytváření proudů směsné tekutiny shora dolů nosičovou konstrukcí s biofilmem, přičemž aerátor obsahuje Venturiho čerpadlo, připojené výtlačným potrubím zpracovávané směsné tekutiny k Venturiho hlavici, ústící do směsné tekutiny a napojené vzduchovací trubicí na vnější ovzduší pro sací
10 vtahování vzduchu z vnějšího ovzduší přes Venturiho hlavici tlakovanou zpracovávanou směsnou tekutinou, vydávanou Venturiho čerpadlem do Venturiho hlavice, do směsné tekutiny.

- 15 S výhodou jsou prostředky pro mechanické zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic tvořeny samostatným hřídelem ponořeným do směsné tekutiny a zakončeným vrtulí nebo lopatkou.

- Podle dalšího znaku zařízení podle vynálezu obsahuje nosičová konstrukce biofilmu v kterémkoli z výše uvedených provedení trubicovité svislé průchody, mající v průřezu tvar kruhu, oválu
20 nebo mnohoúhelníka. Mnohoúhelníkové průchody mohou mít v průřezu tvar například čtverce, obdélníka, trojúhelníka, šestiúhelníka nebo osmiúhelníka. Průchody nosičové konstrukce biofilmu mají s výhodou průměr nejméně 12,5 mm.

- 25 Podle dalšího znaku zařízení podle vynálezu zaujímá nosičová konstrukce biofilmu nejméně 10 % celkového objemu komory na biologické zpracování.

- Podle dalšího znaku zařízení podle vynálezu je před komorou na biologické zpracování vřazena komora pro usazovací předpřípravu k usazování organických a anorganických pevných částic z čištěné vody.
30

- Zařízení podle vynálezu dále může obsahovat podle dalšího znaku navrhovaného řešení na výstupní straně komory na biologické zpracování dosazovací komoru pro usazování zbylých pevných částic a biomasy před dalším zpracováním vody, přičemž dosazovací komora je napojena vstupní šterbinou na komoru na biologické zpracování a výtokovým kanálem na výstupní
35 odvod vody z dosazovací komory.

Prostředky pro mechanické zmenšování velikosti částic mohou být podle dalšího znaku vynálezu umístěny těsně pod hladinou zpracovávané směsné tekutiny.

- 40 Alternativně mohou být prostředky pro mechanické zmenšování velikosti částic umístěny alespoň tak vysoko jako dolní okraj nosičové konstrukce biofilmu.

- Komora na biologické zpracování může být tvořena nádrží, která je otevřená do atmosféry nebo uzavřená. Komora může mít různé velikosti, což závisí na průtočné rychlosti nebo množství
45 odpadní vody, která má být upravována. Například nádrž, která je použita pro domovní úpravu, bude podstatně menší než nádrž městské úpravy odpadní vody. Tvar nebo vodorovný průřez komory se může měnit dle potřeby. Komora může být vyrobena z nejrůznějších materiálů, jako například z betonu, PVC, polyetyleny, skleněných vláken nebo dalších materiálů. Komora může být konstruována tak, že na jednom nebo více površích komory je upevněn mechanický prostředek pro zmenšování velikosti částic. Alternativně může být provzdušňovací komora s biofilmem
50 konstruována tak, aby umožnila vložení mechanického prostředku pro zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic. Dále může být komora konstruována tak, aby se vyloučila potřeba mechanického míchadla, například nádrž může být konstruována s vnitřními přepážkami

a provzdušňovacími tryskami tak, že směsná tekutina je vystavena míchání, které je dostatečné ke snížení velikosti částic MLSS a k zajištění cirkulace směsné tekutiny.

5 Vynález odstraňuje výše uvedené nevýhody stavu techniky a využívá technik a technologii působících proti současným běžným znalostem o úpravě odpadních vod, přičemž dosahuje velmi příznivých výsledků v podobě úpravy odpadní vody, která je daleko účinnější než jsou stávající postupy.

10 Vynález je založen na zjištění, že zpracování odpadní vody pomocí biofilmu může být velmi zlepšeno při využití podmínek podstatně vyšší účinnosti přenášení kyslíku oproti těm, jaké se vyskytují jak při stávajících způsobech s aktivovaným kalem nebo při využití postupu s dmýcháním vzduchu s mechanickým rozrušením a zmenšováním velikosti suspendovaných pevných částic. Vynález zajišťuje účinné provzdušnění odpadní vody ve spojení s účinnějším biologickým odbouráváním organické hmoty, což umožňuje urychlení postupu a také zvýšení obsahu
15 rozpuštěného kyslíku ve výtokové vodě. Výsledkem je nízký obsah suspendovaných pevných částic (SS) a nízká biochemická spotřeba kyslíku ve výtokové vodě a významné celkové snížení znečišťování životního prostředí odpadními vodami z městských, průmyslových a domovních odpadů.

20 Komora na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem, v níž se provádí způsob podle vynálezu, může být jakákoli komora, nádrž nebo nádoba, která může být otevřená do ovzduší nebo krytá. Může mít různé velikosti, což závisí na průtočné rychlosti nebo množství odpadní vody, která má být upravována. Například nádrž, která je použita pro domovní čistírnu, bude podstatně menší než nádrž městské čistírny odpadních vod. Tvar a vodorovný průřez komory se
25 může měnit podle potřeby. Komora může být zhotovena z nejrůznějších materiálů, jako například z betonu, PVC, polyethylenu, plastu vyztuženého skleněnými vlákny nebo dalších materiálů. Komora může být konstruována tak, aby byly mechanické prostředky pro zmenšování částic upevněny na jednom nebo více površích komory. Může však být také konstruována tak, aby umožňovala vložení mechanických prostředků pro zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic. Může být rovněž konstruována tak, že potřeba mechanického míchadla nebude
30 nezbytná, například může být konstruována s vnitřními přepážkami a aeračními tryskami tak, že směsná tekutina bude vystavena promíchávání, které je dostatečné pro vyvíjení odpovídajících smykových sil pro vyvolávání zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic ve směsné tekutině při současném zajištění cirkulace této tekutiny.

35 Pojmy "biofilm" nebo "biomasa" označují mikroorganismy, které vytvářejí povlaky na nosičových prostředcích. Biofilm je vrstva z mikroorganismů, které biologicky odbourávají (stravují) organickou hmotu ve směsné tekutině v komoře na biologické zpracování s biofilmem a aerátorem.

40 "Nosičová konstrukce" pro biofilm znamená jakýkoliv materiál, schopný tvořit nosič pro růst mikroorganismů pro tento proces úpravy odpadních vod. Předpokládá se, že v zařízení podle vynálezu najdou uplatnění různé pevné nosiče. Takové nosiče mohou být vyrobeny z plastu, skla, keramiky, kovů, pryže, polymerů, celulóзовých materiálů a dalších. Stejně tak se předpokládá, že
45 v rámci vynálezu jsou možná nejrůznější tvarová uspořádání těchto tuhých nosičů. Příklady možných uspořádání jsou ukázány na obr. 2, které jsou však uvažovány pouze jako možnosti neomezuující rozsah, a nikoli jako jediný konečný soubor tvarů. Obecná definice předmětu vynálezu zahrnuje i jiné konstrukce, které mohou fungovat jako ekvivalenty v rámci vynálezu.

50 Znak mechanického zmenšování velikosti pevných částic, suspendovaných ve směsné tekutině, zahrnuje jak přímé působení na pevné části mechanickými prostředky, jako vrtulovými, lopatkovými nebo podobnými prostředky, tak i nepřímé působení takových prostředků, vyvolávající smykové síly ve směsné tekutině, rozrušující pevné částice. Stejně tak zahrnuje i jakékoli jiné působení v nádrži na biologické zpracování podle vynálezu, zavádějící do směsné tekutiny

5 smykové síly rozrušující suspendované pevné částice, jako vyvolávání proudění v tekutině v důsledku vhodně uspořádaného provzdušňování, jakož i konstrukce komory s přepážkami, podporující vznik takových proudů s jejich působení smykovými silami na částice. S tímto mechanickým působením přímo v komoře na biologické zpracování podle vynálezu se může
 5 s výhodou kombinovat předpřípravné zpracování odpadní vody, při němž se velikost částic předem zmenšuje anaerobním vyhníváním organických látek předtím, než se směsná tekutina zavádí do komory na biologické zpracování s aeračními prostředky a biomasou.

10 Pojem "směsná tekutina" (mixed liquor) znamená odpadní vodu se suspendovanými pevnými částicemi, provzdušňovanou v komoře na biologické zpracování, podrobovanou zmenšování velikosti pevných částic a cirkulující přes nosičovou konstrukci s biofilmem, tj. tekutý obsah komory v průběhu jeho zpracování způsobem podle vynálezu. Obecně se vztahuje jak na vsázkový tekutý obsah, tj. odpadní vodu s nečistotami podrobovanou zpracování, tak i na tekutý obsah,
 15 kontinuálně doplňovaný přitékající znečištěnou odpadní vodou k čištění (kterou vzhledem k probíhajícímu čištění tato směsná tekutina ředí), a z něhož na výstupní straně vytéká vyčištěná voda. Tento termín tedy obecně označuje kapalinu s obsahem suspendovaných organických pevných částic, která se nachází v komoře na biologické zpracování podle vynálezu a která se zde zpracovává pro její biologické rozkládání.

20 Pod pojmem "proud směsné tekutiny", "proudění směsné tekutiny", "cirkulace směsné tekutiny" a dalšími slovními ekvivalenty je zde míněn tok, dostatečně rychlý k tomu, aby umožnil dobré zpracování směsné tekutiny a průtok nosičovou konstrukcí s biofilmem. Předpokládá se, že tok směsné tekutiny nemusí být uvnitř komory na biologické zpracování nutně rovnoměrný, ale že se ideální průtok může měnit v závislosti na fyzickém uspořádání biofilmu. Je-li například provedeno očkování biofilmu zvláště účinnými mikroorganismy, mohl by tak být proud směsné
 25 tekutiny více nebo méně agresivní, než když je provedeno normální očkování. Obecně by měl být proud směsné tekutiny takový, aby nenastalo poškození biofilmu.

30 Pokud jde o výhody vynálezu, je možno uvést, že vynález přináší zejména tyto výhody vůči běžnému zpracování městských odpadních vod.

První výhodou je, že koncentrace pevných částic ve směsné tekutině je velmi nízká. Za normálních podmínek je u běžného procesu s ponořeným biofilmem koncentrace pevných částic ve směsné tekutině od 100 do 5000 mg/l. Výsledkem tohoto je velké množství kalu. Za normálních provozních podmínek je průměrná koncentrace u zařízení využívajícího vynález menší než
 35 18 mg/l. Tato nízká koncentrace pevných částic ve směsné tekutině poskytuje extrémně nízké množství pevných látek v dosazovací komoře. Usazování kalů v komoře na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem a v dosazovací komoře je omezené. Toto je velmi důležitý znak vynálezu, protože likvidace kalů je velmi nákladná jak z hlediska finančních nákladů, tak i z hlediska životního prostředí. U zařízení, kde je mez vypouštěných koncentrací suspendovaných pevných částic menší než 30 mg/l (dle normy NSF Class 1 Standard a EPA "Secondary Treatment Standard" pro zařízení pro úpravu odpadních vod), lze druhou usazovací komoru vypustit, čímž se sníží cena konstrukce zařízení.

45 Další výhodou je krátká inkubační doba biofilmu. U běžných postupů, používajících biofilm, musí být nejdříve nastartován růst biofilmu, přičemž k tomu obecně dochází po přibližně třech týdnech. K této časové prodlevě dochází pokaždé, když je zařízení odstaveno z důvodu čištění ucpaných trubek. Při řešení podle vynálezu byl pozorován růst biofilmu po třech dnech a poté intenzivně pokračoval. Navíc úprava podle vynálezu běžela od 19. června 1992 do dne podání
 50 přihlášky vynálezu bez ucpaní trubek, takže v podstatě odpadá další časová prodleva v důsledku čištění. Z tohoto opět vyplývá, že zařízení pro úpravu odpadních vod podle vynálezu zůstává v provozu déle, a pokud by se stalo čištění přece jen nezbytné, pak se zařízení vrátí do plných provozních podmínek rychleji než při použití běžného způsobu.

Další výhodou vynálezu je, že proudění tekutiny ve spojení s menšími částicemi ovládá tloušťku narůstajícího biofilmu a drží ho v rozmezí, v němž nedochází k ucpávání. Biofilm roste hustěji, čímž poskytuje zvýšenou aktivitu v dané povrchové oblasti, a to bez ucpávání. U dvou známých zařízení, která používají ponořený biofilm s většími suspendovanými částicemi, dochází pravidelně k ucpávání svislých plastových nosičů v důsledku silnějšího povlaku biofilmu, a to při jeho menší hustotě. V takovémto okamžiku musí být celý proces zpracování zastaven a zařízení musí být vyčištěno. Vzhledem k nízké koncentraci suspendovaných pevných částic ve směsné tekutině, husté struktuře biofilmu, dobré cirkulaci směsné tekutiny a vysoké koncentraci rozpuštěného kyslíku ve směsné tekutině při řešení podle vynálezu naproti tomu pracuje komora na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem na plastové nosičové konstrukci biofilmu podle vynálezu bez ucpávání. Protože zařízení pracuje plynule a pravidelně, bez předem stanovených požadavků na čištění, zvyšuje se celková kapacita a cenová výhodnost, přičemž toto je doprovázeno odstraněním nadbytečného předimenzování zařízení.

Řešení se dále vyznačuje velkou odolností vůči nárazovým zatížením. K nárazovému zatížení dochází v údobích velmi vysokého přítoku nebo velmi vysoké koncentrace organických látek. V takovém údobí je systém namáhán v důsledku velmi vysoké průtočné rychlosti nebo vysoké koncentrace suspendovaných organických pevných částic. Protože u zařízení podle vynálezu je nízká koncentrace suspendovaných pevných částic ve směsné tekutině v komoře na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem a je zde vysoká koncentrace biomasy s velkou aktivitou, zůstává kvalita upravené odpadní vody i v takovémto případě vysoká. Vysoké objemové zatížení a zatížení vysokou koncentrací organických látek je zde eliminováno. Dále je dosaženo krátkého zotavovacího času po takovémto nárazovém zatížení. To potom vede k odpovídající vysoké kvalitě výtokové vody bez údobí, kdy ze zařízení vytéká odpadní voda s nepřijatelnou kvalitou.

Při zkoušce nárazovým zatížením byl přítok zvýšen o 100 % nad dané konstrukční zatížení. U příkladného zařízení podle vynálezu se kvalita výtoku skutečně zlepšila na hodnoty pod nejpřísnějšími normami programu EPA. Při 200 % nadměrném zatížení ve zkušební sérii byly výsledky spolehlivé pod mezemi 30 SS/30 BOD pro sekundární úpravu.

Další výhodou je vysoká koncentrace rozpuštěného kyslíku (DO). Hlavice aspirátoru, která vytváří drobné bubliny a silně a účinně míchá tekutinou, přičemž snižuje velikost částic, vytváří vysokou koncentraci kyslíku, rozpuštěného ve směsné tekutině. Komora na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem tak pracuje s relativně nízkou koncentrací pevných částic ve směsné tekutině v důsledku účinně probíhajícího biologického odbourávání, extrémně nízké koncentrace organických látek a v podmínkách s vysokou koncentrací rozpuštěného kyslíku. Biomasa, umístěná na stěnách nosičové konstrukce (a také na statických površích nádrže), se sama rychle vytváří vlivem výhodného prostředí a zpracovává organické látky a pevné částice s mimořádně vysokou účinností v provzdušňovací komoře s biofilmem. Tento charakteristický přídatný nárůst biofilmu je dalším výjimečným znakem vynálezu. Za 217 dnů průběžného sledování koncentrace rozpuštěného kyslíku v komoře na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem byla její hodnota 7,7 mg/l. S ohledem na požadavky z hlediska životního prostředí požaduje EPA před vypouštěním ze zařízení koncentraci rozpuštěného kyslíku 6 mg/l nebo vyšší. Tam, kde není koncentrace rozpuštěného kyslíku dostatečně vysoká, musí být kyslík do vypouštěné kapaliny zaváděn během samostatného procesu. Vynález však eliminuje potřebu tohoto dalšího provzdušňovacího procesu ke zvýšení koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vypouštěné kapalině. Odpadá tak nákladné opětovné provzdušňování před vypouštěním.

Vynález dále přináší stálou kvalitu vypouštěné vody. Biofilm, který je přichycen ke stěnám trubičkovitých průchodů, má dobrou strukturu a nenabývá tloušťky tak silné, aby blokoval trubičkovité průchody. Jeho tloušťka je řízena kombinací průtoku tekutiny přes nosičovou konstrukci pro biofilm a malou velikostí částic organické hmoty a odpovídajícím provzdušňováním, v důsledku čehož dochází k odpovídajícímu růstu biofilmu. Jakmile se však ze stěny nosičové konstrukce biofilmu odloupne kus starého biofilmu, je tento kus okamžitě vtahován

zpět do toku kapaliny, přičemž jeho velikost je zmenšena na drobné částice mechanickým působením hlavice aspirátoru, přičemž tyto částice budou opět rozprostřeny na biofilm. Tento materiál bude potom biologicky odbouráván (stravován) novou generací biofilmu. Kvalita výtokové vody tak není ovlivněna přítomností pevných částic staré biomasy, jako je tomu u méně účinných systémů.

Další výhodou je vyloučení tvorby kalu. U běžných úpravárenských systémů, pracujících s aktivizovaným kalem, musí být periodicky kal odstraňován z jednotlivých nádrží a musí být používány nákladné samostatné a velké vyhnívací nádrže. Dále musí být soustavně sledována a nastavována koncentrace suspendovaných pevných částic ve směsné tekutině pro prováděný proces. Pokud se takové sledování neprovádí, bude potom výsledkem nestálá kvalita výtoků a z toho vyplývající velké vyprodukované objemy kalu. Tyto velké objemy kalu musí být potom zpracovány ve vyhnívacích nádržích nebo zadržovacích nádržích.

V případě vynálezu není požadováno denní odstraňování kalu. Biomasa je fixována na povrchu nosičové konstrukce. Z důvodu nízké koncentrace suspendovaných pevných částic v komoře na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem podle vynálezu je množství kalů minimální. To představuje značný rozdíl od běžného zpracování. Také tím odpadají nároky na velikost pozemku, požadovanou pro ukládání kalu z procesu podle vynálezu, stejně jako i náklady na drahé vyhnívací nádrže.

Vynález umožňuje snadný provoz a údržbu zařízení pro jeho provádění. Jedno provedení vynálezu obsahuje jako jediné pohyblivé se části vysokorychlostní elektromotor a aspirátor. Zařízení se používá za velmi jednoduchých podmínek bez obvyklého kalového odpadu a dokonce bez hromadění kalu, nastavování průtoku vzduchu nebo druhotných usazovacích nádrží s povrchovými sběrači. Z výsledků dosavadních zkoušek totiž vyplývá, že není potřeba zařazovat po provzdušňovací komoře s biofilmem dosazovací komoru, a z procesu může proto být také vyloučen vratný kalový systém. To znamená, že provozování zařízení je mnohem jednodušší ve srovnání se známými zařízeními odpovídajících kapacit. To je dalším významným znakem vynálezu. Není potřeba brát v úvahu velikost úložiště pro kal, stejně tak jako odpadají náklady na drahé vyhnívací nádrže.

Vynález přináší jako další výhodu krátkou dobu pobytu odpadních vod v zařízení. Vzhledem ke struktuře biofilmu, zvýšené koncentraci rozpuštěného kyslíku a intenzivnímu působení biofilmu je délka časového údobí, potřebná pro zdržení vody v zařízení, velmi snížena, čímž se zvýší celková kapacita zařízení. Vzhledem k tomu, že zařízení podle vynálezu pracuje takto efektivně, je vysoce zredukována doba zpracování vody, nebo čas, po který je vtékající kapalina zadržena v komoře na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem. Kratší čas, po který je odpadní voda zdržována v zařízení, se promítne do celkové větší zpracovatelské kapacity daného zařízení, což je významnou výhodou zařízení. Tento faktor byl zjištěn z výsledků zkoušek získaných v případě, kdy zkoušené zařízení bylo vystaveno 50 % a 100 % přetížení po prodloužený časový úsek. Toto přetížení trvalo 1 1/2 měsíce, přičemž obvyklá doba, po kterou toto přetížení obvykle trvá, je pouze řádově několik hodin.

Tento faktor má přímý vliv na schopnost odolávat nárazovému zatížení, jak již bylo rozebráno výše dříve. Krátká doba zdržení vody v zařízení znamená, že zde proces probíhá extrémně účinně. Toto dále znamená, že je zde dostatečně účinná zpracovatelská kapacita, použitelná pro zpracování zvýšeného obsahu organických látek, přítomných v dobách přetížení zařízení. Dobrá kvalita vytékající vody z komory na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem umožňuje účinnou úpravu přitékající vody i během přetížení zařízení, což je další významný znak vynálezu.

Způsob není citlivý na teplotu, tj. není tak teplotně závislý jako běžné postupy využívající aktivovaný kal. Během období, kdy je chladné počasí, produkuje běžný postup, založený na aktivování kalu, kal ve zpracovatelských nádržích. Když nastane náhle teplé počasí, což může

nastat na jaře, tak kal, který byl vytvořen ve zpracovatelských nádržích za chladného počasí, se náhle stane více aktivní. Tento jev, známý jako "jarní obrat", způsobuje náhlé zvýšení obsahu suspendovaných pevných částic ve výtoku v důsledku neschopnosti procesu ovládnout zvýšenou biochemickou aktivitu kalu. Kvalita výtokové vody se tak během "jarního obratu" podstatně sníží.

Vynález se těmto problémům, spojeným s kolísáním teploty, dokáže vyhnout. Vzhledem k tomu, že se zde nevytváří žádný kal, je vyloučen i tento jev "jarního obratu". Protože je zde po celou dobu obecně nízká koncentrace pevných částic ve směsné tekutině v komoře na biologické zpracování podle vynálezu, je také proto vyloučeno vložkování, což je další významná přednost předloženého vynálezu.

Vynález dále přináší celkově zjednodušené řešení zařízení. Vzhledem k tomu, že koncentrace suspendovaných pevných částic ve směsné tekutině v komoře na biologické zpracování podle vynálezu je tak nízká, může být pro parametry výtokové vody ve třídě 1 a třídě 2 vynechána dosazovací komora nebo nádrž a vratný kalový systém. Výsledkem bude, že náklady na postavení nového zařízení budou značně sniženy, nebo že již existující zařízení mohou být upravena podle vynálezu a tím zvýšena jejich kapacita, čímž se sníží potřeba výstavby nových zařízení pro úpravu odpadních vod. Zde je nutno poznamenat, že kvalita odpadní vody, upravené v komoře na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem podle vynálezu, je při dodržení konstrukčního zatížení komory stále vynikající. Často je dokonce stejná nebo lepší, než výtok kapaliny podrobené terciárnímu úpravárenskému postupu. Vzhledem ke kvalitě upravené vody v komoře na biologické zpracování podle vynálezu lze dokonce upustit od použití komory pro předběžnou úpravu, ve které je prováděn první krok úpravy, čímž se dosáhne dalších úspor v konstrukčních nákladech. Je-li použita pouze komora na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem bez komory pro předběžnou úpravu vody bez dosazovací komory, je zařízení pro úpravu odpadní vody velmi zjednodušeno.

Vzhledem k vyšší účinnosti zpracování umožňuje vynález dosáhnout menších rozměrů zařízení pro úpravu odpadních vod, přičemž zachovává stejnou zpracovatelskou kapacitu jako větší zařízení, využívající běžnou technologii. Tento faktor je průvodním jevem zjednodušení zařízení, jak bylo výše popsáno.

V důsledku zlepšeného odstraňování znečišťujících látek a pevných organických částic může být vynález také použit jako účinný krok pro zpracování městské vody určené k použití jako pitná voda, který nepochybně sníží nebo zcela odstraní potřebu použít další technologické kroky při zpracování vody. Postup je velmi účinný při odstraňování znečišťujících látek a snadno použitelný ve spojení s následnými technologickými kroky úpravy pitné vody. Klíčovou oblastí použití pro tuto technologii by proto mohlo být její využití v méně vyvinutých zemích, kde pitná voda postrádá přijatelnou čistotu.

Vynález dále umožňuje snížit nároky na potřebu energie, protože přináší její účinnější využití. To je obecně důležité i ve vyspělejších zemích, ale je zejména důležité v těch zemích, kde elektrická energie i paliva pro pohon elektrických generátorů jsou vzácná. Zařízení pro úpravu odpadních vod podle vynálezu vyžadují kratší dobu zdržení pro účinnou úpravu a umožňují menší nebo vůbec žádnou terciární úpravu, takže celková energetická potřeba pro provoz zařízení pro úpravu odpadní vody po delší časové úseky je odstraněna, tak jako požadavek na energetické zdroje k provozování terciární fáze procesu úpravy odpadní vody. Zjednodušená konstrukce zařízení podle vynálezu je méně energeticky náročná na vybudování, provoz a údržbu a zabírá menší plochu půdy.

Vynález se vyznačuje celkovou nákladovou efektivitou. Zařízení jsou jednodušší a levnější z hlediska jejich výstavby, řízení a údržby. Je levnější také jejich provoz. Poskytují lepší kvalitu vytékající vody, která vyžaduje malou nebo již žádnou terciární úpravu. Zařízení, která využívají

vynález, splňují požadavky norem EPA, čímž odstraňují placení pokut za překračování povolených parametrů vytékající vody ze zařízení. Celkové náklady na úpravu objemové jednotky odpadní vody jsou zde značně zmenšené.

- 5 Pro úpravu odpadní vody mohou být použity další způsoby dezinfekce. Například lze pro úpravu odpadní vody použít ultrafialového záření. Zakalená odpadní voda brání širšímu rozšíření zpracování pomocí ultrafialového záření, protože energie záření nemůže pronikat do vody a vodu čistit. Výtoková voda podle vynálezu je však mimořádně čirá, čímž umožňuje pronikání ultrafialového záření vodou a je tedy možné použití ultrafialového záření k jejímu čištění.

10

- Způsob podle vynálezu není citlivý na změny z hlediska objemů odpadní vody, která se zpracovává. Tato výhoda se týká nárazového zatížení (snížení nebo zvýšení objemu), přičemž časově delší změny objemu odpadní vody, která má být zpracovávána, nevyvolávají žádné významné změny v kvalitě zpracované vody vytékající ze zařízení. Během zkoušek do 100 % přetížení se
15 kvalita zlepšila oproti kvalitě dosahované u zařízení s nižšími kapacitami. Další zkoušky při 200 % přetížení ukázaly, že zařízení podle vynálezu ještě po dobu devíti dnů pracovalo v rozsahu normy EPA 30/30. Toto ukazuje schopnost řešení podle vynálezu zvládnout nepředvídatelné případy, kdy jsou upravovány velké objemy odpadní vody, přestože nejsou další prvky zařízení pro úpravu vody.

20

Právě tak, jako je popsán systém necitlivý vůči vyšším zatížením, je stejně tak necitlivý na stoupající kolísání biochemické spotřeby kyslíku (BOD). Aktivita biofilmu je taková, že je schopná upravování odpadní vody, mající široký rozsah BOD, přičemž je stále ještě dosahováno dobré kvality výtokové vody.

25

Přehled obrázků na výkresech

- Vynález je blíže vysvětlen v následujícím popisu na příkladech provedení s odvoláním na
30 připojené výkresy, na kterých znázorňuje obr. 1 schematický řez zařízením pro úpravu vody, využívající biofilm a provzdušňování, obsahující komoru pro předběžnou úpravu, komoru na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem a usazovací nádrž, obr. 2 pohled shora na několik různých svislých plastových nosičů, na kterých může růst biofilm, obr. 3 detail provedení aerátoru podle vynálezu, obr. 4 detail provzdušňovací vrtule v bočním pohledu, obr. 5 detail provzdušňovací hlavice v pohledu zespodu, obr. 6 detail provzdušňovací hlavice aspirátoru v půdorysném pohledu, částečně v řezu, obr. 7 řez provedením zařízení podle vynálezu s dmýchadlem a s biofilmem, obr. 8 řez provedením zařízení podle vynálezu s dmýchadlem, mísičem a biofilmem, obr. 9 řez provedením zařízení podle vynálezu s aerátorem a biofilmem,
35 obr. 10 řez provedením s povrchovým aerátorem podle vynálezu, obr. 11 půdorysný pohled shora na povrchový aerátor, obr. 12 řez povrchovým aerátorem, obr. 13 řez provedením zařízení podle vynálezu s Venturiho trubicí a biofilmem, obr. 14 řez sestavou Venturiho trubice ze zařízení s Venturiho trubicí a biofilmem podle vynálezu, a obr. 15 řez zařízením podle vynálezu s trubičovým aerátorem a biofilmem.

45

Příklady provedení vynálezu

- Obr. 1 znázorňuje řez zařízením s provzdušňováním biofilmu. Přítok, obsahující koncentrované znečištění různých druhů, vstupuje do předpřípravné komory 4 přívodem 1. Přítok je z různých
50 zdrojů, jako jsou například splašky z jednotlivého domu nebo z měst. Velké organické a anorganické pevné částice a tělíska se oddělují od přítoku a po určitou dobu zůstávají u dna předpřípravné komory 4, kde je na ně fyzikálně a biochemicky působeno. Když je organická hmota rozrušována působením anaerobních bakterií, vytváří se na dně předpřípravné komory 4 usazující se vrstva kalu. Toto působení vede také ke zmenšování velikosti organických částic,

kteře dále protékají do komory 7 na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem. Tekutina, obsahující suspendované pevné částice zmenšené velikosti a rozpuštěnou organickou hmotu opouští předpřípravnou komoru 4 výtokem 5.

- 5 Tekutina je potom z předpřípravné komory 4 přiváděna do komory 7 na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem. Tato komora 7 obsahuje nosičovou konstrukci 12 z plastu, povlečenou biofilmem (někdy zde označovaným jako "biomasa" nebo "biologický prostředek") a ponořený mechanický aerátor 300. Tekutina se ihned kombinuje se směsnou tekutinou, která je již podrobována úpravě v komoře vířivým působením duté hlavice aspirátoru 8, který je připojen k elektromotoru 11 (v tomto případě s 3450 ot/min) pomocí dutého hřídele 9.

- 15 Při otáčení aspirátoru se vytváří v otvorech v hlavici aspirátoru 8 tažná síla a rovněž se zde vytváří tlakový rozdíl. Do dutého provzdušňovacího hřídele 9 je přes ventilační víčko 22 hnán vzduch dolů do hlavice aspirátoru 8, kde je vzduch vháněn do směsné tekutiny ve formě drobných bublinek. Jakmile bublinky vyjdou z hlavice aspirátoru 8, nastane rychlé vmíchání těchto bublinek. Vysokou rychlostí mechanické rotace a vháněním vzduchu se dosáhne vysokého přenosu kyslíku do směsné tekutiny.

- 20 Ponořená hlavice aspirátoru 8 se otáčí při vysokých rychlostech, dostatečných pro to, aby se zmenšovala průměrná velikost pevných částic, suspendovaných ve směsné tekutině, na mnohem zmenšené velikosti částic. Bylo zjištěno, že pro provádění zmenšování velikosti částic jsou účinné rychlosti hlavice aspirátoru 8 6 m/sec a vyšší. Vířivý pohyb, vyvolaný hlavici aspirátoru 8 společně se vzestupným pohybem vzduchu vháněného do směsné tekutiny, způsobuje cirkulaci menších organických částic přes plastovou nosičovou konstrukci 12, na které je kultivován biofilm.

- 30 Cirkulace směsné tekutiny v komoře 7 na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem je vytvářena vířivým pohybem hlavice aspirátoru 8 a díky tomu, že je do směsné tekutiny radiálně vháněn z duté hlavice aspirátoru 8 vzduch, který v ní vytváří proudění.

- 35 Objem a fyzické tvarové uspořádání nosičové konstrukce biofilmu, použité v daném procesu, jsou důležité. Při příliš velkém objemu nosičové konstrukce biofilmu s příliš malými průměry otvorů by tato nosičová konstrukce byla snadno náchylná k ucpávání. Příliš malá plocha biofilmu by naopak způsobovala nedostatečnou úpravu vody. Bylo zjištěno, že objem nosičové konstrukce biofilmu mezi 10 % a 99 % celkového objemu nádrže 7 poskytuje účinnou úpravu odpadní vody ve spojení s dalšími výhodami vynálezu. Rovněž průměr otvorů nosičové konstrukce s biofilmem je důležitý, protože otvory, které jsou příliš malé, se mohou při nárůstu biofilmu snadno ucpávat. Bylo zjištěno, že pro použití vynálezu jsou dostatečné průměry o velikosti 12,5 mm a větší.

- 40 Směsná tekutina prochází trubkami s povlakem biofilmu v důsledku proudění směsné tekutiny, vyvolávaného rychlým otáčením aspirátoru. Malé pevné suspendované částice a rozpuštěná organická hmota se snadno adsorbují na povrchu biofilmu, který roste na stěnách trubek. Mikroorganismy biofilmu jsou v prostředí bohatém na kyslík a živiny, a organická hmota a znečišťující látky jsou biologicky odbourávány (stravovány) biomasou. Směsná tekutina je tak tímto biologicky odbourávacím působením biofilmu čištěna.

- 50 Jakékoli velké částice organické hmoty, které zůstávají neodbourané biofilmem, a jakékoli staré kusy biofilmu, které mohou odpaďnout z vnitřku stěn trubek pokrytých biofilmem, padají do směsné tekutiny a jejich velikost je okamžitě zmenšována rychle se otáčející hlavou aspirátoru 8. Ta tak v daném provedení zastává funkci prostředků 200 pro mechanické zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic ve smyslu definice předmětu vynálezu. Vzniklé částice biofilmu a neodbourané hmoty v pevné formě opět cirkulují přes trubky s biofilmem, kde pokračuje biologické odbourávání těchto látek. Výsledný obsah suspendovaných pevných částic z tohoto

procesu je mimořádně nízký, a je proto zcela odlišný od různých biologických odbourávacích procesů, jaké jsou v současné době používány.

Zatímco většina tekutiny v komoře 7 na biologické zpracování podle vynálezu cirkuluje s tím, jak se objem kapaliny v komoře 7 na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem zvětšuje v důsledku pokračujícího přítoku tekutiny, část upravené tekutiny proudí nebo je vytlačována přes mezeru mezi stěnou 14 a přepážkou 15 do dosazovací komory 16. Jakékoli pevné částice usazené v dosazovací komoře 16, které mohou sestávat z malých částíček biofilmu nebo suspendovaných pevných částic, které nejsou dostatečně malé, jsou vráceny do komory 7 na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem cirkulační silou, vytvářenou cirkulačním proudem v komoře 7.

Jedno provedení zařízení podle vynálezu dosahuje této cirkulační síly použitím vhodného tvarového uspořádání nádrže. Stěna 14 a přepážka 15 podle obr. 1 jsou osazeny rovnoběžně. Stěna 14 je vytvořena tak, že proud tekutiny o relativně vyšší rychlosti se neustále pohybuje dolů podél stěny komory 7 na biologické zpracování, přičemž tekutina cirkulující zpět do komory stahuje usazené pevné částice z dosazovací komory 16 zpět do komory 7 na biologické zpracování k další úpravě. Přesné tvarové uspořádání stěn může být obměňováno a může být použito jakéhokoli uspořádání, které dovoluje recirkulaci tekutiny a usazených částic do komory 7 na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem pro účely zmenšování částic a jejich biologické odbourávání. Látky plovoucí nahoře v dosazovací komoře 16 se sbírají a vytékají výtokovým potrubím 20.

Na obr. 2 jsou znázorněny půdorysy příkladů provedení nosičové konstrukce biofilmu. Přesné tvarové uspořádání nosičové konstrukce se může v rámci vynálezu obměňovat v širokých mezích při zajišťování požadovaných účinků. Hlavním požadavkem je, aby biofilm vytvářel v komoře na biologické zpracování podle vynálezu zvýšenou povrchovou plochu, na níž může biologický prostředek nebo biomasa růst a biologicky tak odbourávat suspendované organické částice. Průměr otvorů nosičové konstrukce s biofilmem musí být také dostatečně velký pro zabezpečení běžného cyklu života biofilmu (tj. růstu, odlupování) tak, aby se trubičkovité průchody nosičové konstrukce biofilmu při růstu tohoto biofilmu neucpávaly, a mohlo docházet k odlupování vrstvy ze stěn těchto průchodů a spadávání odlupované hmoty ke dnu pro další zmenšování velikosti částic. Pro vynález je postačující použít průměr průchodů větší než 12,5 mm.

Na obr. 3 je znázorněn příklad aerátoru 300, opatřeného elektromotorem 11, otáčejícím se rychlostí 3450 otáček za minutu. Aerátor dále obsahuje ventilační víčko 22, kterým je zevnějšku vtahován vzduch do dutého hřídele 9. Aerátor 300 obsahuje aspirátor 8 se čtyřmi rameny, z nichž každé má u svého konce otvor. Jsou však možná i jiná uspořádání aspirátoru. V rámci vynálezu může být použita i řada jiných tvarů konců aspirátoru. Bylo zjištěno, že rychlosti konců ramen nad 6 m/sek jsou dostatečné pro to, aby docházelo ke zmenšování velikosti částic.

Na obr. 4 je znázorněn boční pohled na aspirátor. Hlavice 50 aspirátoru je dutý prvek s rameny 55, 60, 65, vystupujícími z dutého jádra aspirátoru. Každé rameno aspirátoru je duté a má malý otvor 70, z něhož vystupuje vzduch. Obr. 5 je pohled zespodu na hlavici 50 aspirátoru 8 s rameny 55, 60, 65, kterými vystupuje vzduch. Obr. 6 je řez aspirátorem 50 v pohledu shora. Hřídel 9, vedoucí k hlavici aspirátoru, je dutý se vstupem 80, kterým je během vysoké rychlosti otáčení hlavy aspirátoru vtahován vzduch. Aspirátor 8 současně tvoří svojí hlavici 50 prostředky 200 pro zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic ve smyslu definice předmětu vynálezu.

Na obr. 7 je znázorněno provedení zařízení podle vynálezu s aerátorem 300 upraveným pro dmýhací vhánění vzduchu. Vzduch z dmýhacího zdroje 70 je hnán do vzduchovací trubice 72, přičemž vystupuje spodním výstupním členem 74 ve formě difuzoru, opatřeného otvory pro uvolňování vzduchu do komory na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem. Tento spodní

- výstupní člen 74 obsahuje nejméně jednu trubku s otvory pro uvolňování vzduchu a obvykle obsahuje síť takových trubek. Takové konstrukce jsou známy jako trubkové difuzory. Vyháněný vzduch vede k tvorbě bublin, které stoupají k povrchu, přičemž vytvářejí v komoře 7 proud kruhového tvaru, jak je vyznačeno čárkovanými čarami s šipkami. Odpadní voda, která je
- 5 zpracovávána, potom cirkuluje přes nosičovou konstrukci 76 s biofilmem, kde se na ni působí, jak bylo uvedeno výše, biofilmem kultivovaným na nosičové konstrukci. Zde je třeba poznamenat, že umístění vzduchovací trubice se může v nádrži měnit tak, aby byl vytvořen vhodný průtok upravované odpadní vody přes nosičovou konstrukci s biofilmem.
- 10 Na obr. 8 je znázorněn boční pohled na zařízení s dmýchadlem, mísičem a biofilmem. V tomto provedení vynálezu je vzduch z dmýchacího zdroje 80 tlačén do vzduchovací trubice 82 a výstupy výstupního členu 84 ve formě trubkového difuzoru. Takto se vytváří vzhůru proudící proud bublin, vyvolávající celkový kruhový pohyb v odpadní vodě, která se má zpracovávat v komoře 7 na biologické zpracování podle vynálezu. V tomto provedení je také použit mísičí
- 15 prostředek s vrtulí 86 pro další zmenšování velikosti částic fyzickým působením rychle se otáčejícího míchače. Prostředky 200 pro zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic jsou tak v tomto provedení tvořeny samostatným hřídelem ponořeným do směsné tekutiny a zakončeným vrtulí 86. Míchač může být alternativně řešen jako lopátkový míchací prostředek nebo jiný rychle se pohybující míchací prostředek. Zpracovávaná odpadní voda potom proudí
- 20 skrz nosičovou konstrukci 88 s biofilmem, kde se na ni působí biofilmem kultivovaným na této konstrukci. Proudění tekutiny v této komoře 7 na biologické zpracování podle vynálezu je na obrázku vyznačeno čárkovanými čarami se šipkami. V nádrži se tak vytváří konstantní cirkulace provzdušňované a míchané odpadní vody, přičemž odpadní voda stále cirkuluje přes nosičovou konstrukci s biofilmem.
- 25 Na obr. 9 je znázorněno další provedení zařízení podle vynálezu. V tomto provedení, podrobněji popsáném v souvislosti s obr. 1, je otáčející se hřídelovitý aspirátor s lopatkou 92 umístěn v upravované odpadní vodě. Otáčející se aspirátor vytváří tlakový rozdíl, který způsobuje, že je směrem dolů vtahován vzduch vzduchovací trubicí 96, která je svým vstupem 90 otevřena do
- 30 okolního ovzduší. Vzduch pak sestupuje do hlavy aspirátoru, kde je vypuzován při vytváření bublin, které pak vytvářejí proud skrz komoru na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem, vyznačený čárkovanými čarami se šipkami. Odpadní voda, která je upravována, potom proudí skrz nosičovou konstrukci 94 s biofilmem, kde je na ni působeno biofilmem, který je na této konstrukci kultivován. V tomto provedení může být otáčející se aspirátor vytvořen jako
- 35 lopátkový nebo jakýkoli ekvivalentní provzdušňovací prostředek. Toto působení vede jak k provzdušňování, tak i zmenšování velikosti částic. Aspirátor tak zastává svým provzdušňovacím působením funkci aerátoru a současně pomocí vrtule 92 funkci prostředků 200 pro zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic.
- 40 Na obr. 10 je znázorněno provedení povrchového aerátoru podle vynálezu. Rychle se otáčející aerátor 300 v blízkosti vrchu komory a vrtule 104 na hřídeli zvedají odpadní vodu a provzdušňují ji a zmenšují velikost organických částic v odpadní vodě mechanickým působením povrchového aerátoru 300. Vrtule 104 na hřídeli, spolu s působením povrchového aerátoru 300 vzhledem k jeho dále vysvětlované konstrukci, zastává funkci prostředků 200 pro zmenšování velikosti
- 45 suspendovaných pevných částic. Působení povrchového aerátoru 300 vyvolává cirkulaci kapaliny v komoře tak, že upravovaná odpadní voda protéká přes nosičovou konstrukci 102 s biofilmem, kde je na ni tímto biofilmem působeno. V tomto provedení může být povrchový aerátor při vodní hladině nebo právě pod ní v horní části komory 7. I zde je čárkovanými čarami s šipkami vyznačena cirkulace tekutiny v komoře.
- 50 Na obr. 11 je znázorněn pohled shora na povrchový aerátor. Povrchový aerátor obsahuje kotouč 110 s lopatkami, které jsou vytvořeny nastřížením v kotouči a vyhnutím směrem dolů, aby přišly do styku s odpadní vodou. Tyto lopatky 112, 114, 116, 118 mohou být vytvořeny jako součást kotouče 110 nebo mohou být jako oddělitelné členy připevněny ke spodní straně kotouče 110.

Když se aerátor otáčí, lopatky narážejí na odpadní vodu a zmenšují velikost částic a rozptylují a mísí odpadní vodu v komoře, přičemž současně provzdušňují odpadní vodu.

Na obr. 12 je znázorněn bokorys povrchového aerátoru. Kotouč 110 povrchového aerátoru je znázorněn v profilu společně se dvěma lopatkami 114, 118 ze čtyř lopatek daného provedení.

Obr. 13 znázorňuje boční pohled na provedení zařízení podle vynálezu, jehož aerátor 300 používá Venturiho čerpadlo a hlavici. Toto provedení obsahuje Venturiho čerpadlo 130, které natahuje odpadní vodu, která je čerpána vzhůru výtlačným potrubím 132 do Venturiho hlavice 134. Relativně vysoká rychlost odpadní vody ve Venturiho hlavici 134 vytváří nízkotlaké prostředí. Venturiho hlavice 134 je připevněna ke vzduchovací trubici 136, která je otevřena do volného ovzduší. Nízkotlaké prostředí ve Venturiho hlavici 134 natahuje vzduch dolů vzduchovací trubici 136, kde je spolu s čerpanou odpadní vodou vyháněn z Venturiho hlavice. U tohoto způsobu dochází ve Venturiho hlavici 134 jak k mísení, tak i k provzdušňování odpadní vody před tím, než dochází k jejímu vyhánění z hlavice. Celá tato činnost vyvolává proud tekutiny, jak je znázorněno čárkovaně na obr. 13. U tohoto způsobu provzdušňovaná voda cirkuluje přes nosičovou konstrukci s biofilmem, kde je upravována. Všechny další děje probíhají u zařízení podle vynálezu stejně, jak bylo popsáno výše.

Obr. 14 znázorňuje řez Venturiho hlavici 134. Venturiho hlavice 134 obsahuje první trysku 140, která přijímá vodu z neznázorněného čerpadla. První tryska 140 působí, že čerpaná odpadní voda má vysokou rychlost při svém vstupu do druhé trysky 142. Tato vysoká rychlost vytváří podtlakovou oblast. Vzduch je v důsledku tohoto podtlaku hnán vzduchovací trubici 136 dolů a vystupuje z druhé trysky 142, načež je směřován s odpadní vodou, která vystupuje z první trysky 140.

Na obr. 15 je znázorněno další provedení zařízení podle vynálezu. U konce dutého hřídele 152 se rychle otáčí vrtule 150, která je poháněna motorem 158. Dutý hřídel 152 je připojen k volnému ovzduší vzduchovací trubici 154, končící v otvoru 156, spojeném s okolním ovzduším. Vzduch je vtahován dolů dutým hřídelem poté, co prošel přes otvor 156 do vzduchovací trubice 154. Kombinovaný pohyb vrtule 150 a vzduchu způsobí v komoře provzdušňování a cirkulaci a zařízení zastává integrovanou funkci ponorného aerátoru 300 a prostředků 200 pro mechanické zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic.

V přednostním provedení, jaké bylo popisováno, je odpadní voda směřována se "směsnou tekutinou", což je odpadní voda, která již byla upravována a je zpracovávána způsobem podle vynálezu, a je jí ředěna, takže vynález může být používán kontinuálně. Tento způsob najde uplatnění zejména při úpravě komunálních odpadních vod nebo jako důležitý pochod při úpravě vody k použití jako pitná voda.

V alternativním provedení není odpadní voda ředěna ani směřována s dříve upravovanou vodou, takže vynález může být také použit v přetržitém vsázkovém postupu.

Ve výhodném provedení je nosičová konstrukce biofilmu z plastu. V alternativním provedení je nosičová konstrukce z jakéhokoli materiálu, na němž může být kultivován biofilm. Jako ekvivalenty pro nosičovou konstrukci biofilmu tak může sloužit řada dalších materiálů. Takovéto nosičové konstrukce mohou být vyrobeny ze skla, keramiky, kovů, pryže, polymerů, celulózy a dalších materiálů atd.

Je možné předpokládat, že jako ekvivalenty mohou v rámci vynálezu pracovat jiná uspořádání. Například je ve výhodném provedení mechanický aerátor ponořen do odpadní vody, která má být podle vynálezu upravována. Je-li mechanický aerátor použit tímto způsobem, slouží jak k provzdušňování směsné tekutiny, tak i ke zmenšování velikosti částic.

Podle výhodného provedení obsahuje mechanický aerátor vysokorychlostní elektromotor, spojený dutým hřídelem s hlavici aspirátoru, uchycenou na konci dutého hřídele. Hlavice aspirátoru a část hřídele jsou ponořeny do směsné tekutiny, přičemž se otáčejí velkou rychlostí, vyvíjenou elektromotorem. Tím se dosahuje dvou rozdílných funkcí. Zaprvé se vytvoří otáčením duté
 5 hlavice aspirátoru tlakový rozdíl, který pohání vzduch ze vstupu na vrcholu dutého hřídele. Tento vzduch je hnán dutým hřídelem do hlavice aspirátoru, kde je vháněn do směsné tekutiny. Bubliny ze zařízení podle vynálezu se mohou z hlediska velikosti měnit, přičemž je však přitom stále umožňováno provádět provzdušňování, avšak čím menší bubliny, tím lépe. Bubliny jsou dispergovány radiálně do směsné tekutiny, přičemž do směsné tekutiny zavádějí kyslík. Tento kyslík
 10 zvyšuje účinnost a aktivitu biofilmu a zvyšuje množství rozpuštěného kyslíku (DO) ve směsné tekutině.

Provzdušněná směsná tekutina potom protéká skrz plastové trubičkovité průchody nosičové konstrukce s biofilmem rychlým cirkulačním proudem. Tento cirkulační proud je vytvářen
 15 uvedeným dvojím působením rotujícího aspirátoru a stoupajícími bublinami vzduchu, které zvyšují účinnost stoupání toku tekutiny. Rychle rotující ramena aspirátoru také mechanicky zmenšují velikost suspendovaných organických částic.

V alternativních provedeních jsou aspirátor a hřídel uspořádány a tvarovány tak, že do směsné
 20 tekutiny mohou být zaváděny velké objemy vzduchu. Například může být vzduch do aspirátoru dodáván z kompresoru pomocí hadice nebo trubky.

V alternativních provedeních lze dosáhnout provzdušňování a zmenšování částic použitím samo-
 25 statných prostředků. Například může být aerátor zapuštěn do povrchu nebo povrchů komory na biologické zpracovávání a mechanická lopatka nebo lopatky mohou sloužit jako prostředek pro zmenšování průměrné velikosti částic suspendovaných ve směsné tekutině.

Alternativně může jako provzdušňovací prostředek (aerátor) sloužit vzduchovací trubice nebo
 30 difuzorový systém. Tato trubice může být upevněna na povrch komory na biologické zpracování pod hladinou zpracovávané tekutiny a může být opatřena buď řadou vzduchových výstupů, jedním výstupem pro vzduch, nebo sítí trubkovitých difuzorů. Trubice může být uložena vně vzhledem ke komoře na biologické zpracování, ale bude mít výstup nebo výstupy na podhladinovém povrchu komory.

Alternativně může být sama nádrž konstruována tak, že přímý provzdušňovací proud bude mít za
 35 následek dostatečné proudění kapaliny, například může mít nádrž vnitřní přepážky.

V jiném provedení je možné umístit aerátor v horní části komory na biologické zpracování těsně
 40 pod hladinou směsné tekutiny. K provzdušňování a zmenšování velikosti částic dochází již popsaným způsobem, avšak v horní části komory, místo v její dolní části. Uspořádání také povede k potřebnému zmenšování velikosti částic, vysokému množství rozpuštěného kyslíku a vysokému proudění směsné tekutiny.

Ještě další alternativní provedení lze vytvořit použitím nakloněné duté trubice, ve které se rychle
 45 otáčí hřídel zakončený vrtulí/lopatkami. Opět zde bude vzduch vtahován dolů dutou trubicí, aby byl smíchán s odpadní vodou, která má být upravována, a tímto provzdušňováním se tak vytvoří požadovaný proud tekutiny a provádí se míchání a zmenšování velikosti částic, tak jak to bylo již dříve popsáno.

Další provedení zahrnuje použití Venturiho čerpadla v komoře na biologické zpracování podle
 50 vynálezu, připojenou k vnějšímu zdroji přetlakového vzduchu, nebo spojenou přímo s okolním ovzduším. Tlakový rozdíl, vytvořený Venturiho čerpadlem, vtahuje vzduch vzduchovací trubicí k Venturiho hlavici, kde je směřován s odpadní vodou, která má být upravována. Venturiho

čerpadlo a vzduch vytvoří nezbytný tok tekutiny v komoře, aby tak tekutina cirkulovala přes nosičovou konstrukci s biofilmem.

Ve výhodném provedení vyrůstá biofilm z mikroorganismů přítomných v odpadní vodě, která má být upravována za přispění vzduchu. U alternativních provedení mohou být do komory na biologické zpracování s aerátorem a biofilmem zavedeny určité typy mikroorganismů, aby vytvořily biofilmy různých složení. Například francouzský patent 2 612 915 A popisuje biologickou úpravu odpadů obsahujících dietanolamin při využití biocoenoózy mikroorganismů *Pseudomonas* a *Bacillus* (Ritmann 1987, kde je popsán růst různých tříd mikroorganismů v závislosti na koncentraci rozpuštěného kyslíku - viz str. 132). V rámci vynálezu tak mohou být použity nejrůznější mikroorganismy.

V alternativním provedení mohou být do směsné tekutiny přidávány před zahájením procesu nebo v jeho průběhu přídavné složky. Takovými složkami mohou být chelatační činidla, pufrovací činidla v případě směsné tekutiny s hodnotou pH rozdílnou od biofilmu, povrchově aktivní činidla, která ovlivňují velikost pevných částic suspendovaných ve směsné tekutině nebo ovlivňují přenos kyslíku nebo vzájemné působení mezi částicemi a biofilmem; enzymy k enzymatickému rozkladu částic nebo složek odpadní vody; chemické sloučeniny potřebné pro úpravu vody a jakékoliv další složky použitelné buď při úpravě směsné tekutiny nebo dalším zpracování již upravené vody.

V jiném provedení jsou přidávány ke směsné tekutině živné látky jako železo a jiné látky, aby se zvýšil růst a životaschopnost biofilmu, nebo aby se změnilo jeho složení.

Příklady a výsledky zkoušek, které dále následují, jsou všechny založeny na použití zařízení pro úpravu odpadní vody, mající stejnou konstrukci. Všechny nádrže pro zpracování odpadní vody jsou stejně velké a mají stejné tvarové uspořádání, jak vnitřní, tak vnější. Všechny mají stejnou konstrukční a provozní kapacitu 2273 litrů za den. Všechny výsledky, které následují, jsou tak v co možná nejbližším vzájemném vztahu, kromě provedení při použití zařízení podle vynálezu, nebo v případě procesu používajícího aktivovaného kalu.

Příklad 1

Níže uvedená tabulka ukazuje zkoušku zařízení s aktivovaným kalem (AS) při kapacitě 2273 l/den (500 galonů za den), při použití aerátoru (PRVZD), ale bez biofilmu. Tato zařízení byla všechna stejně velká a stejného tvarového uspořádání a používala stejné zdroje vtékajících odpadních vod. Konstrukce zařízení odpovídá zařízení z obr. 1 až na přepážku 15, nosičovou konstrukci 12 biofilmu a nosnou tyč 12a, které byly odstraněny. Zkoušky probíhaly v teplotním rozsahu přitékající odpadní vody od 10 °C do 24 °C.

Test. zařiz.	Místo zkoušky	Doba zkoušky (dny)	Průtok (l/den)	BOD (mg/l)	SS (mg/l)	MLSS (mg/l)	DO (mg/l)
PRVZD/AS	NSF(1990)	77	2273	35	60	106	
PRVZD/AS	NSF(1990)	98	2273	33	53	97	
PRVZD/AS	NSF(1991)	133	2273	45	107	78	
PRVZD/AS	NSF(1992)	203	2273	37	41	59	

Jak je z uvedených výsledků zřejmé, zařízení s aktivovaným kalem mělo po zpracování výtok vody s biochemickou spotřebou kyslíku BOD se středními hodnotami od 30 do 40 mg/l a množství suspendovaných pevných částic SS od 41 mg/l do 107 mg/l a množství suspendovaných pevných částic ve směsné tekutině (MLSS) od 59 mg/l do 106 mg/l. Tyto výsledky jsou daleko od splnění nejpřísnějších norem EPA, které stanovují BOD 30 mg/l a množství

suspendovaných pevných částic SS 10 mg/l, tj. ve smyslu americké EPA Advanced Treatment Standard, a dokonce ani nevyhovují méně přísné normě EPA 30 BOD/30 SS na sekundární zpracování (Secondary Treatment Standard).

5

Příklad 2

Dále následují výsledky srovnávající různá provedení vynálezu. Řešení s dmýchacím prostředkem a biofilmem (DP-BI), aerátorem a biofilmem (PRVZ-BI), dmýchacím prostředkem, míchačem a biofilmem (DP-MI-BI) a povrchovým aerátorem a biofilmem (PPRVZ-BI) jsou všechna porovnávána se stejnými návrhovými zatíženími 2273 l/den. Uspořádání těchto zařízení jsou znázorněna na obr. 7 až 10. Zkoušky se konaly v blízkosti Clevelandu v Ohiu a zahrnovaly široké teplotní rozmezí 12 °C až 20 °C při návrhovém zatížení 2273 l/den. Zkouška NSF znamená zkoušení prováděné v National Sanitation Foundation, což je průmyslová certifikační organizace ve státě Michigan.

15

Test. zařiz.	Místo zkoušky	Doba zkoušky (dny)	Průtok (l/den)	BDO (mg/l)	SS (mg/l)	MLSS (mg/l)	DO (mg/l)
20 DM-BI	Gasuga	95	2273	10	11	13	6
DM-MI-BI	Gasuga	95	2273	12	13	22	6,1
PRVZD-BI	Gasuga	95	2273	11	11	17	8,1
PPRVZD-BI	Gasuga	95	2273	9	8	14	8,2
PRVZD-BI	Gasuga	210	2273	15	12	18	7,6

25

Tyto výsledky ukazují zlepšení, jaké se dosáhne vynálezem vzhledem k řešení s aktivovaným kalem a dále malou citlivostí vynálezu na teplotu. Hodnoty BOD a SS jsou všechny nízké a hodnota DO je vysoká, takže odpadne další terciární provzdušňování. Výsledky jsou blízké splnění normy EPA 0/0 a s velkou rezervou splňují normu EPA 30/30.

30

Příklad 3

Tabulka ukazuje výsledky dvou provedení vynálezu. Jedno používá aspirátor (obr. 9) a jedno je bez aspirátoru (obr. 7), ale obě používají ponořený biofilm a obě pracují s průtoky 3410 l/den (750 galonů za den), tj. přibližně o 50 % vyššími, než je návrhová kapacita 2273 l/den. Opět jsou celková prostorová uspořádání zařízení shodná s kontrolní skupinou s aktivovaným kalem, až na obměny provedené podle vynálezu. Zkouška byla prováděna při teplotách vtékající zpracovávané vody od 9 °C do 14 °C.

40

Test. zařiz.	Místo zkoušky	Doba zkoušky (dny)	Průtok (l/den)	BDO (mg/l)	SS (mg/l)	MLSS (mg/l)	DO (mg/l)
45 DM-BI	Gasuga (1992)	32	3410	9	7	440	5
PRVZ-BI	Gasuga (1992)	32	3410	14	11	19	8,5

Jak je patrné, mají obě provedení podle vynálezu hodnoty BOD a SS značně pod hodnotami procesu při použití aktivovaného kalu a pod nebo v blízkosti hodnot požadovaných normou EPA 10/10 pro pokročilé zpracování. Je zřejmá vyšší schopnost zařízení podle vynálezu.

50

Příklad 4

Tabulka uvádí výsledky ze zkoušení dvou alternativních provedení podle vynálezu, a to povrchového provzdušňování s biofilmem a použití dmýchacího prostředku a biofilmu při průtocích 4546 l/den (tj. 100 % nad návrhovou kapacitou 2273 l/den). Tvarová uspořádání zařízení jsou opět shodná, jako u kontrolní skupiny s aktivovaným kalem, až na obměny provedené v rámci vynálezu.

Test. zařiz.	Místo zkoušky	Doba zkoušky (dny)	Průtok (l/den)	BDO (mg/l)	SS (mg/l)	MLSS (mg/l)	DO (mg/l)
DM-BI	Gasuga (1993)	32	4546	19	17	18	5,9
PRVZ-BI	Gasuga (1993)	41	4546	6	6	6	9,7

Jak je z výsledků patrné, povrchové provzdušňování s biofilmem poskytuje výsledky, které jsou lepší, než při provedení s dmýchacím prostředkem a s biofilmem. Oba způsoby poskytují výsledky, které jsou lepší než v případě procesu s aktivovaným kalem při mnohem nižších zatíženích, a to s velkou rezervou pod hodnotami normy EPA 30 S/30 BOD.

Příklad 5

Dále uváděná tabulka poskytuje výsledky provedení s trubicovým aerátorem a biofilmem podle vynálezu (obr. 9) při 300 % zatížení (6819 l/den) během osmidenního údobí v zařízení NSF státní Michigan v lednu 1993 (při nízké teplotě přiváděné čistěné kapaliny).

Test. zařiz.	Místo zkoušky	Doba zkoušky (dny)	Průtok (l/den)	BDO (mg/l)	SS (mg/l)	MLSS (mg/l)	DO (mg/l)
PRVZ-BI	NSF	8	6819	21	22	24	9,9

Jak je opět zřejmé z tabulky, vynález poskytuje vytékající kapalinu takové kvality, že dostatečně vyhovuje normám EPA 30/30. Tento časový osmidenní úsek je dostatečný pro zvládnutí velké většiny nouzových stavů, při kterých by mohlo dojít ke stavům velkého přetížení (tj. poruše činnosti v jiných částech čistírny) zařízení na čištění odpadních vod.

Výše byl popsán vysoce účinný postup úpravy odpadní vody a zařízení k jeho provádění. Odborníkům v oboru budou zřejmé další varianty a modifikace vynálezu. Rozumí se, že řešení, jak je definováno v následujících patentových nárocích, může být podrobena různým úpravám i obměnám, jiným než ve výše uvedeném popisu příkladů, avšak spadajících do rozsahu definovaného patentovými nároky.

PATENTOVÉ NÁROKY

5

1. Způsob submerzního čištění odpadní vody nebo vody určené k použití jako pitná voda, obsahující biologicky rozložitelné látky, při kterém se voda ve formě směsné tekutiny, obsahující rozpuštěnou organickou hmotu a suspendované pevné částice, uvádí do cirkulace v komoře na biologické zpracování, obsahující aerační prostředky a biomasu, přítomnou v komoře na biologické zpracování ve formě biofilmu na pevné nosičové konstrukci, která je plně ponořena ve směsné tekutině, **vyznačený tím**, že se v komoře (7) na biologické zpracování podrobuje směsná tekutina nucené aeraci a mechanicky se zmenšuje velikost pevných částic, suspendovaných ve směsné tekutině, přičemž se vytváří proud provzdušněné směsné tekutiny, obsahující suspendované pevné částice zmenšené velikosti, skrz nosičovou konstrukci (12) s biofilmem, a to shora dolů, přičemž se na stěnách nosičové konstrukce (12) kultivuje biofilm, který je vyživovaný kontinuální cirkulací přiváděné směsné tekutiny, zatímco suspendované organické pevné částice a rozpuštěná organická hmota směsné tekutiny se působením biomasy biologicky rozkládají, a suspendované pevné částice zmenšené velikosti a rozpuštěná organická hmota se tak nechávají rozkládat biomasou biofilmu, a komoru (7) na biologické zpracování opouští vyčištěná voda.

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačený tím**, že se v komoře (7) na biologické zpracování nejprve vytváří vzestupný proud provzdušněné směsné tekutiny, obsahující suspendované pevné částice zmenšené velikosti, a tento proud se poté vede směrem dolů skrz nosičovou konstrukci (12) s biofilmem.

3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **vyznačený tím**, že se zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic provádí alespoň jedním rotujícím lopatkovitým nebo vrtulovitým členem, ponořeným ve směsné tekutině.

4. Způsob podle nároku 3, **vyznačený tím**, že se lopatkovitý nebo vrtulovitý člen uvádí do rotace rychlostí nejméně 6 m/sek.

5. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, **vyznačený tím**, že aerace se provádí tím, že se nuceně vede vzduch alespoň jednou ponořenou vzduchovací trubicí do trubkovitého rozptylovacího prostředku, čímž se vyvolává podpovrchová aerace.

6. Způsob podle nároku 5, **vyznačený tím**, že se aerační vzduch přivádí nasáváním.

7. Způsob podle nároku 5, **vyznačený tím**, že se aerační vzduch přivádí dmýcháním.

8. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 7, **vyznačený tím**, že se tekutinový proud vytváří současným působením aerace a zmenšování velikosti částic.

9. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 8, **vyznačený tím**, že se zpracovaná kapalina vede z komory (7) na biologické zpracování k následujícímu zpracování.

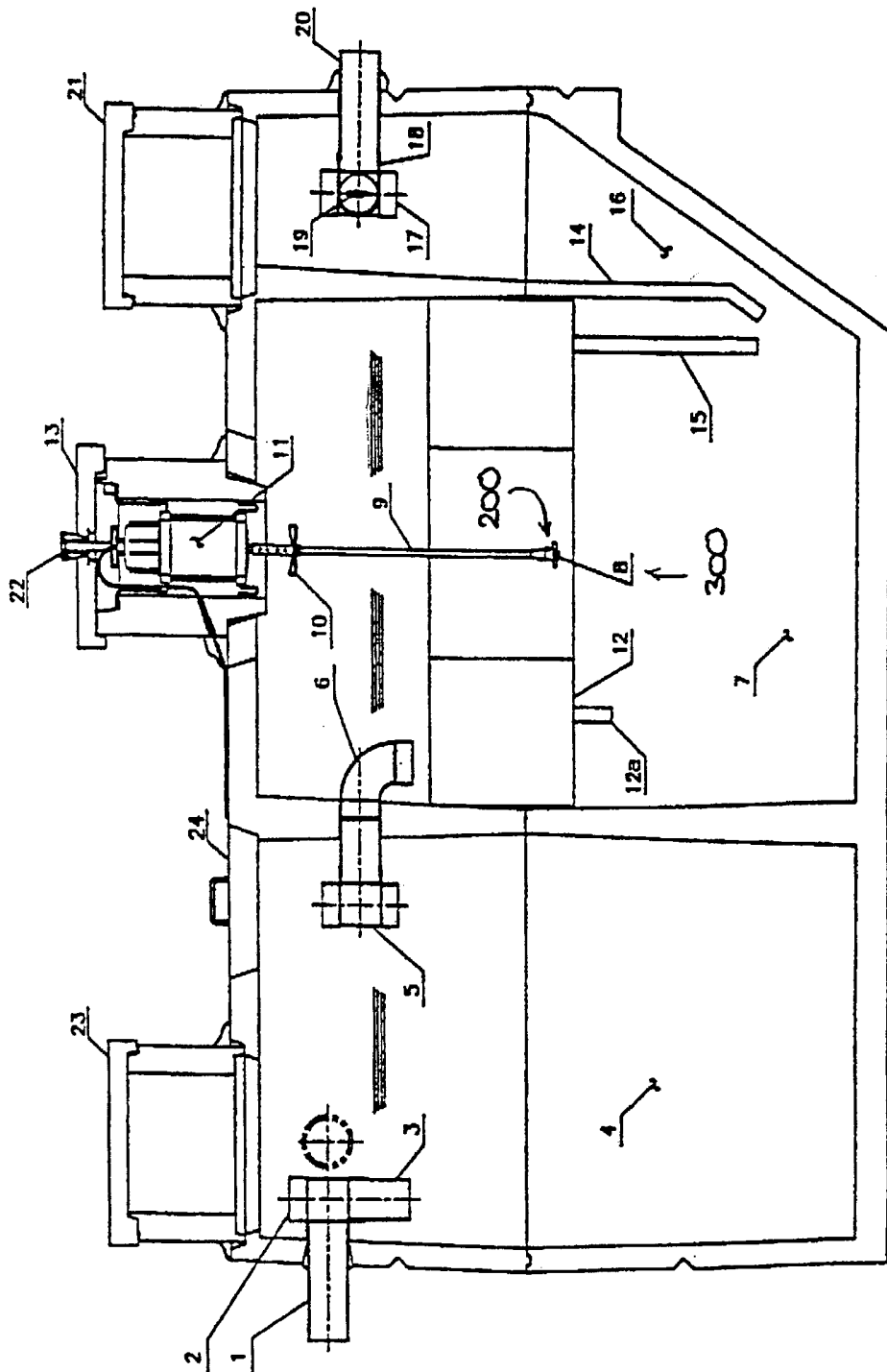
10. Způsob podle nároku 9, **vyznačený tím**, že následující zpracování obsahuje dosazování zbývajících suspendovaných pevných částic v dosazovací komoře (16), umístěné na výstupní straně od komory (7) na biologické zpracování.

11. Způsob podle nároku 10, **vyznačený tím**, že suspendované pevné částice a částice biomasy, které se usazují z kapaliny v dosazovací komoře (16), se vracejí do komory (7) na

biologické zpracování, aby se zde podrobily dalšímu zmenšování velikosti částic a biologickému rozkladu působením biomasy.

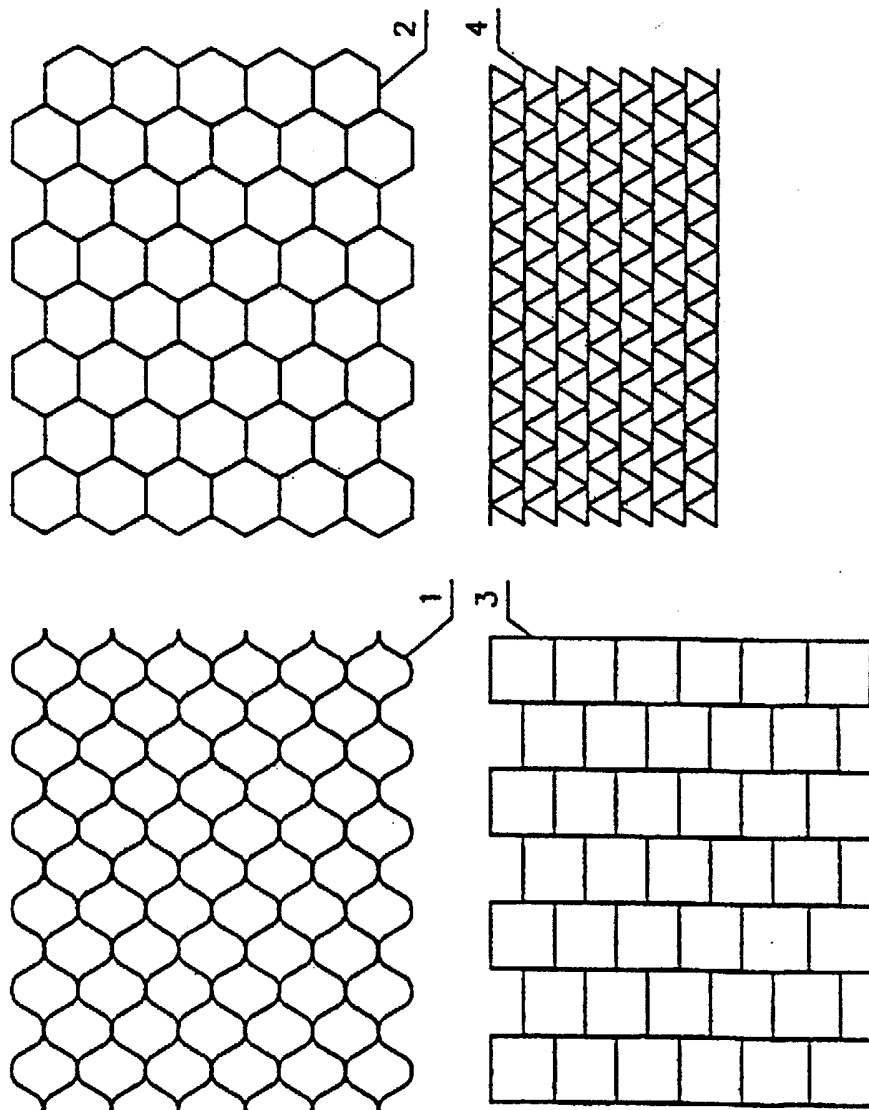
- 5 12. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 11, **vyznačený tím**, že se velikost částic zmenšuje anaerobním vyhníváním organických látek předtím, než se směsná tekutina zavádí do komory (7) na biologické zpracování s aeračními prostředky a biomasou.
- 10 13. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **vyznačený tím**, že se směsná tekutina provzdušňuje pomocí Venturiho čerpadla, připojeného k vnějšímu zdroji vzduchu vtažovací trubicí, přičemž tlakovým rozdílem vyvíjeným Venturiho čerpadlem se do trubice vtahuje vzduch, který se směšuje se směsnou tekutinou a vytváří cirkulaci směsné tekutiny přes nosičovou konstrukci (12) s biofilmem.
- 15 14. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **vyznačený tím**, že se aerace dosahuje ponořením vzduchovací trubice do směsné tekutiny a rotující vrtulí vně trubice, přičemž rotující vrtule vytváří tlakový rozdíl, který vtahuje vzduch dolů vzduchovací trubicí a do směsné tekutiny a současně vytváří cirkulaci ve směsné tekutině skrz nosičovou konstrukci (12) s biofilmem.
- 20 15. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **vyznačený tím**, že zmenšování velikosti pevných částic a aerace se provádí pomocí nejméně jednoho rotačního aspirátoru.
- 25 16. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **vyznačený tím**, že se aerace a zmenšování velikosti částic provádí rotační podpovrchovou aerací v blízkosti hladiny zpracovávané směsné tekutiny v komoře (7) na biologické zpracování.
- 30 17. Zařízení pro provádění způsobu podle nároku 1, obsahující komoru (7) na biologické zpracování, která obsahuje aerátor (300), **vyznačené tím**, že komora (7) na biologické zpracování obsahuje prostředky (200) pro mechanické zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic, stacionární nosičovou konstrukci (12) s biofilmem, ponořenou ve směsné tekutině, a prostředky pro vytváření proudu směsné tekutiny shora dolů skrz nosičovou konstrukci (12) s biofilmem, přičemž aerátor (300) obsahuje otáčející se podpovrchový aspirátor (8), připojený k okolnímu vzduchu sací trubicí, přičemž podpovrchový aspirátor (8) je uzpůsobený pro vyvolání tlakového rozdílu vzhledem k okolnímu vzduchu, takže okolní vzduch je vtažován do aerátoru (300) a vháněn do směsné tekutiny.
- 35 18. Zařízení podle nároku 17, **vyznačené tím**, že sací trubice je vytvořena jako dutý hřídel (9), mající hlavu s vrtulovitým nebo lopatkovitým rotačním členem prostředků (200) pro mechanické zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic.
- 40 19. Zařízení podle nároku 18, **vyznačené tím**, že vrtulovitý rotační člen prostředků (200) pro mechanické zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic je tvořen hlavicí (50) na konci dutého hřídele (9) s radiálně vystupujícími rameny (55, 60, 65), opatřenými na koncích otvory pro výstup vzduchu.
- 45 20. Zařízení podle nároku 18, **vyznačené tím**, že vrtulovitý rotační člen prostředků (200) pro mechanické zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic je tvořen koncovou vrtulí (104, 105) na konci dutého hřídele (9).
- 50 21. Zařízení pro provádění způsobu podle nároku 1, obsahující komoru (7) na biologické zpracování, která obsahuje aerátor (300), **vyznačené tím**, že komora (7) na biologické zpracování obsahuje prostředky (200) pro mechanické zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic, stacionární nosičovou konstrukci (12) s biofilmem, ponořenou ve směsné tekutině, a prostředky pro vytváření proudu směsné tekutiny shora dolů skrz nosičovou konstrukci

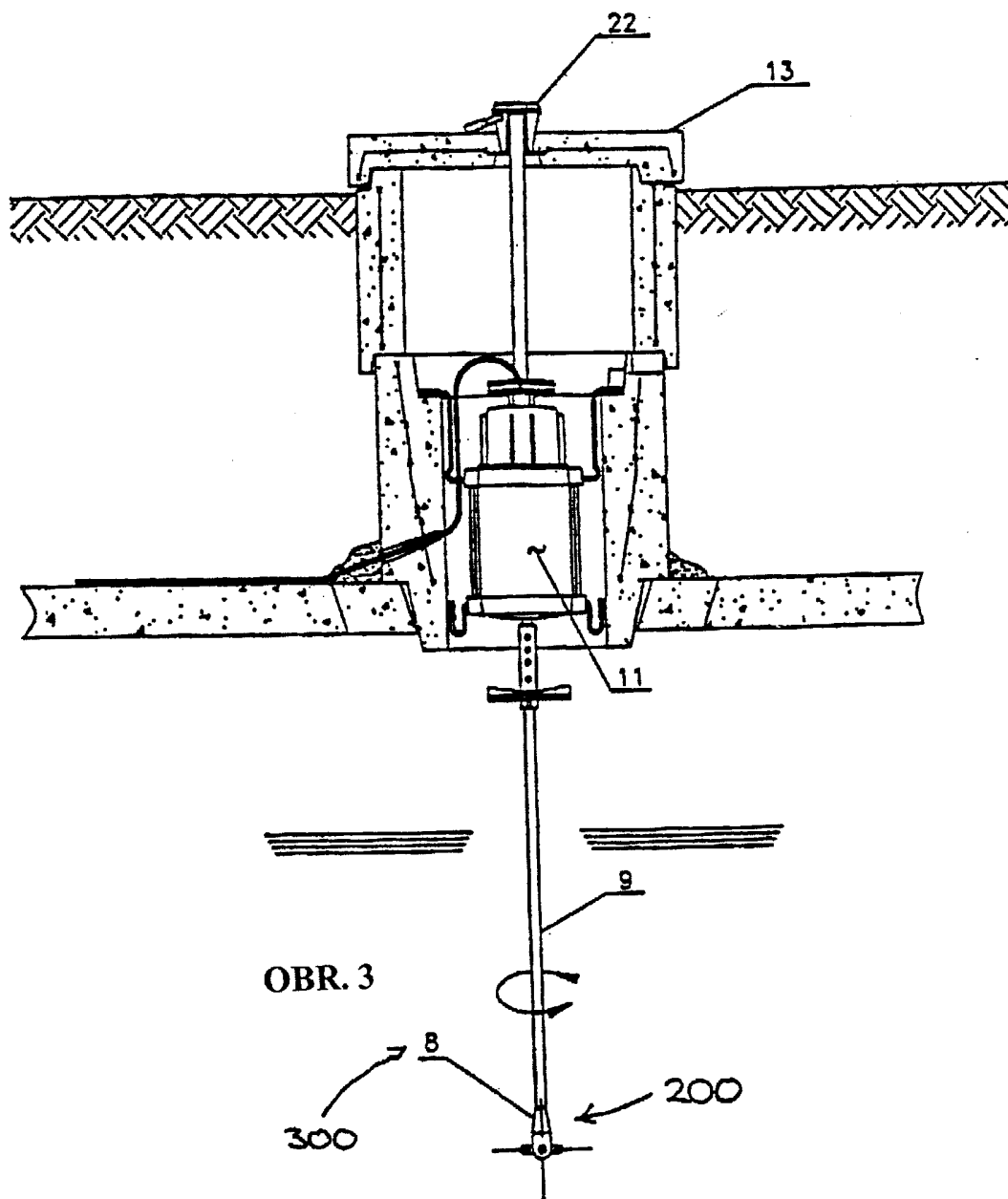
- (12) s biofilmem, přičemž aerátor (300) obsahuje dutou vzduchovací trubici (72, 82), napojenou na dmýchací zdroj vzduchu (70, 80) a zavedenou pod hladinu směsné tekutiny v komoře (7) na biologické zpracování a zakončenou trubicovým výstupním členem (74, 84) s výstupním otvorem nebo otvory.
- 5
22. Zařízení pro provádění způsobu podle nároku 1, obsahující komoru (7) na biologické zpracování, která obsahuje aerátor (300), **vyznačené tím**, že komora (7) na biologické zpracování obsahuje prostředky (200) pro mechanické zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic, stacionární nosičovou konstrukci (12) s biofilmem, ponořenou ve směsné tekutině, a prostředky pro vytváření proudu směsné tekutiny shora dolů skrz nosičovou konstrukci (12) s biofilmem, přičemž aerátor (300) obsahuje Venturiho čerpadlo (130), připojené výtlačným potrubím (132) zpracovávané směsné tekutiny k Venturiho hlavici (134), ústící do směsné tekutiny a napojené vzduchovací trubicí (136) na vnější ovzduší pro sací vtahování vzduchu z vnějšího ovzduší přes Venturiho hlavici (134) tlakovanou zpracovávanou směsnou tekutinou, vydávanou Venturiho čerpadlem (130) do Venturiho hlavice (134), do směsné tekutiny.
- 10
23. Zařízení podle nároku 21 nebo 22, **vyznačené tím**, že prostředky (200) pro mechanické zmenšování velikosti suspendovaných pevných částic jsou tvořeny samostatným hřídelem ponořeným do směsné tekutiny a zakončeným vrtulí (86) nebo lopatkou (92).
- 15
24. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 17 až 23, **vyznačené tím**, že nosičová konstrukce (12) biofilmu obsahuje trubicovité svislé průchody (1, 2, 3, 4), mající v průřezu tvar kruhu, oválu nebo mnohoúhelníka.
- 20
25. Zařízení podle nároku 24, **vyznačené tím**, že mnohoúhelníkové průchody mají v průřezu tvar čtverce, obdélníka, trojúhelníka, šestiúhelníka nebo osmiúhelníka.
- 25
26. Zařízení podle nároku 24 nebo 25, **vyznačené tím**, že průchody nosičové konstrukce (12) biofilmu mají průměr nejmeně 12,5 mm.
- 30
27. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 17 až 26, **vyznačené tím**, že nosičová konstrukce (12) biofilmu zaujímá nejmeně 10 % celkového objemu komory (7) na biologické zpracování.
- 35
28. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 17 až 27, **vyznačené tím**, že před komorou (7) na biologické zpracování je vřazena komora (4) pro usazovací předpřípravu k usazování organických a anorganických pevných částic z čištěné vody.
- 40
29. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 17 až 28, **vyznačené tím**, že dále obsahuje dosazovací komoru (16) pro usazování zbylých pevných částic a biomasy před dalším zpracováním vody, přičemž dosazovací komora (16) je napojena vstupní štěrbinou na komoru (7) na biologické zpracování a výtokovým kanálem (20) na výstupní odvod vody z dosazovací komory (16).
- 45
30. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 17 až 29, **vyznačené tím**, že prostředky (200) pro mechanické zmenšování velikosti částic jsou umístěny těsně pod hladinou zpracovávané směsné tekutiny.
- 50
31. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 17 až 30, **vyznačené tím**, že prostředky (200) pro mechanické zmenšování velikosti částic jsou umístěny alespoň tak vysoko jako dolní okraj nosičové konstrukce (12) biofilmu.

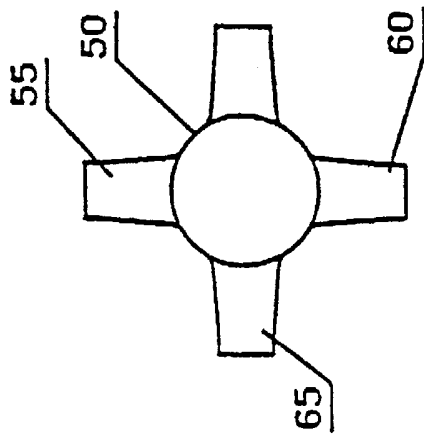


OBR. 1

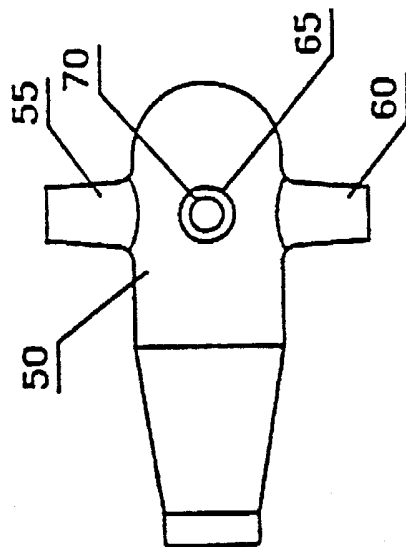
OBR. 2



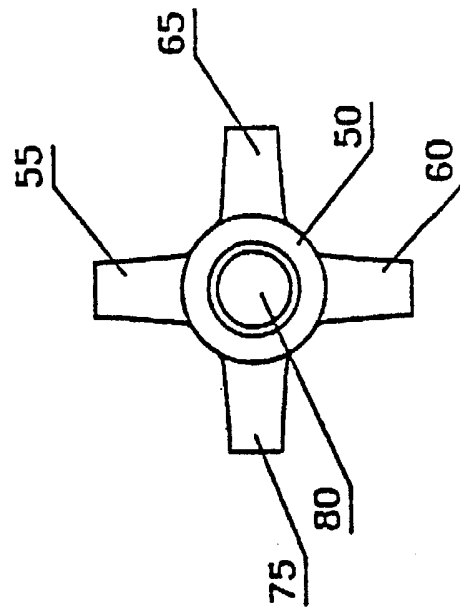




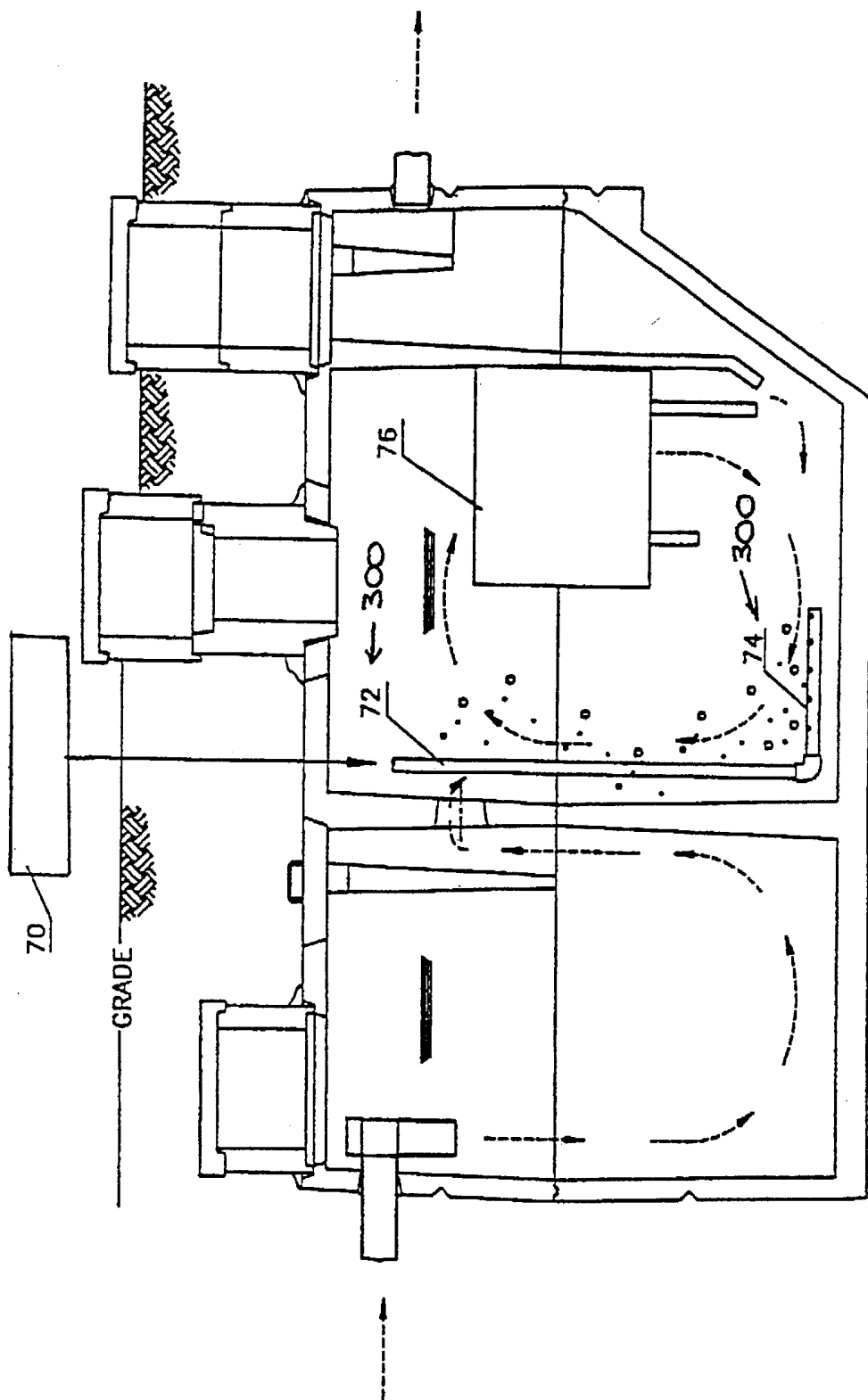
OBR. 5



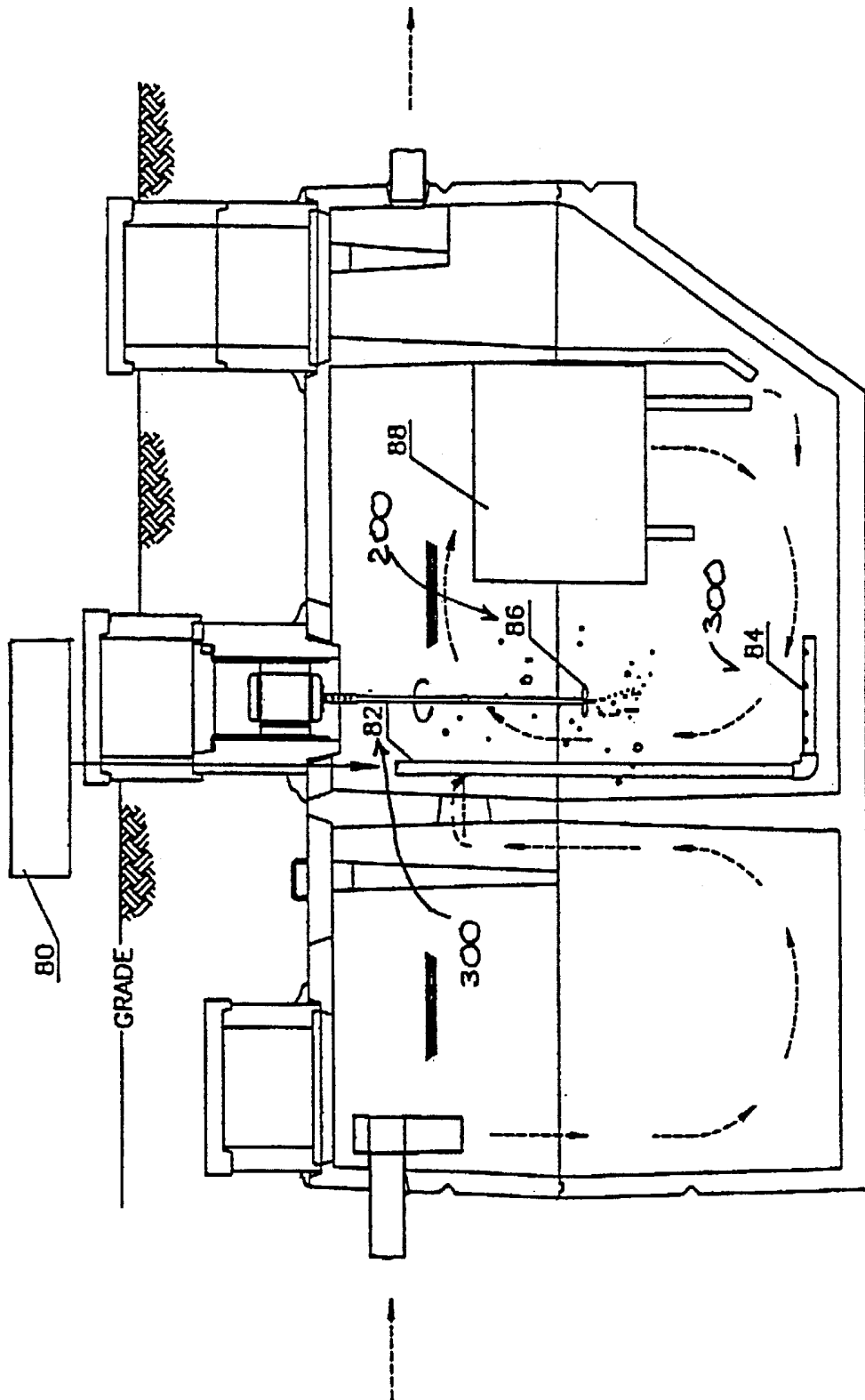
OBR. 4



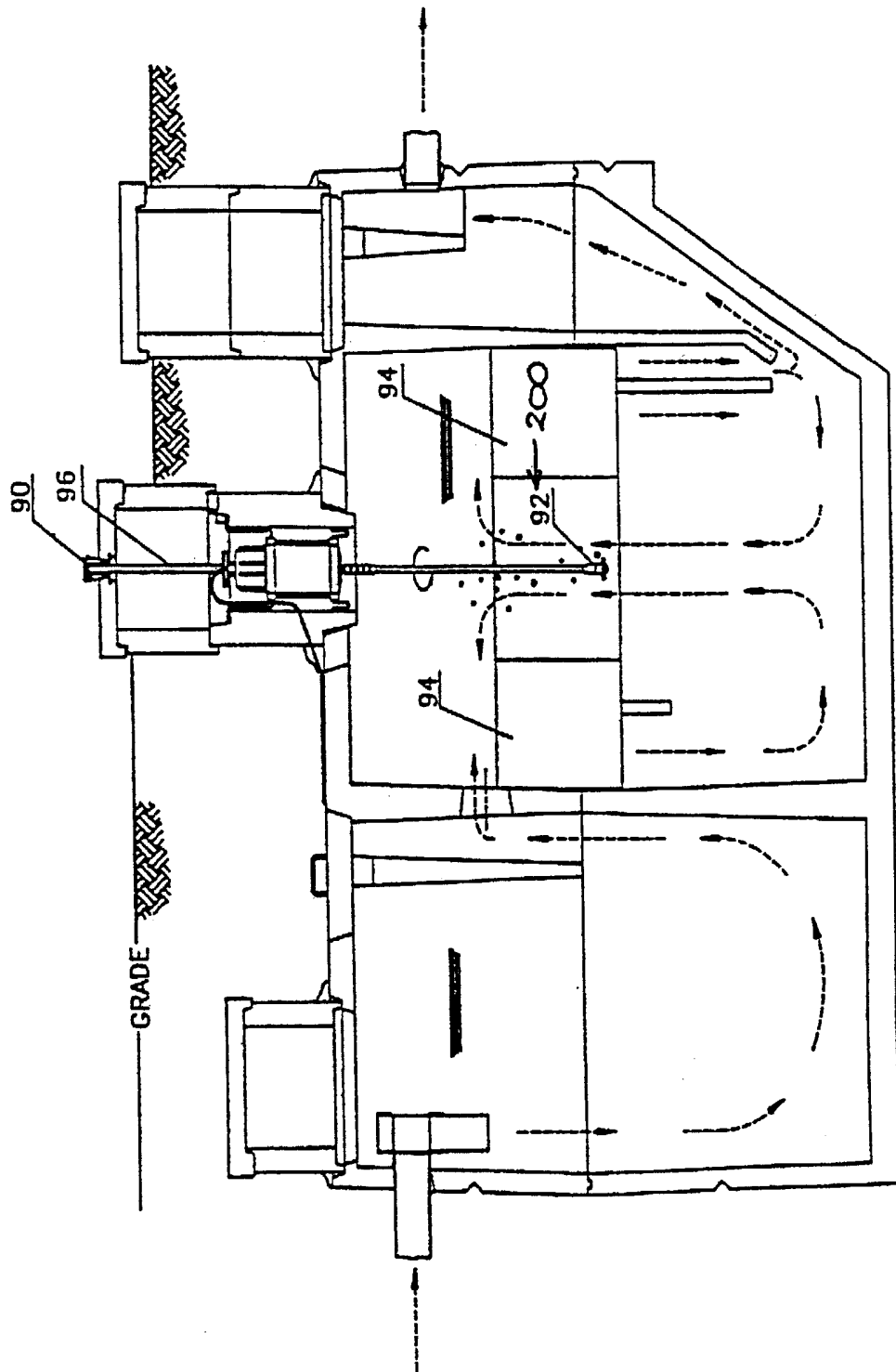
OBR. 6



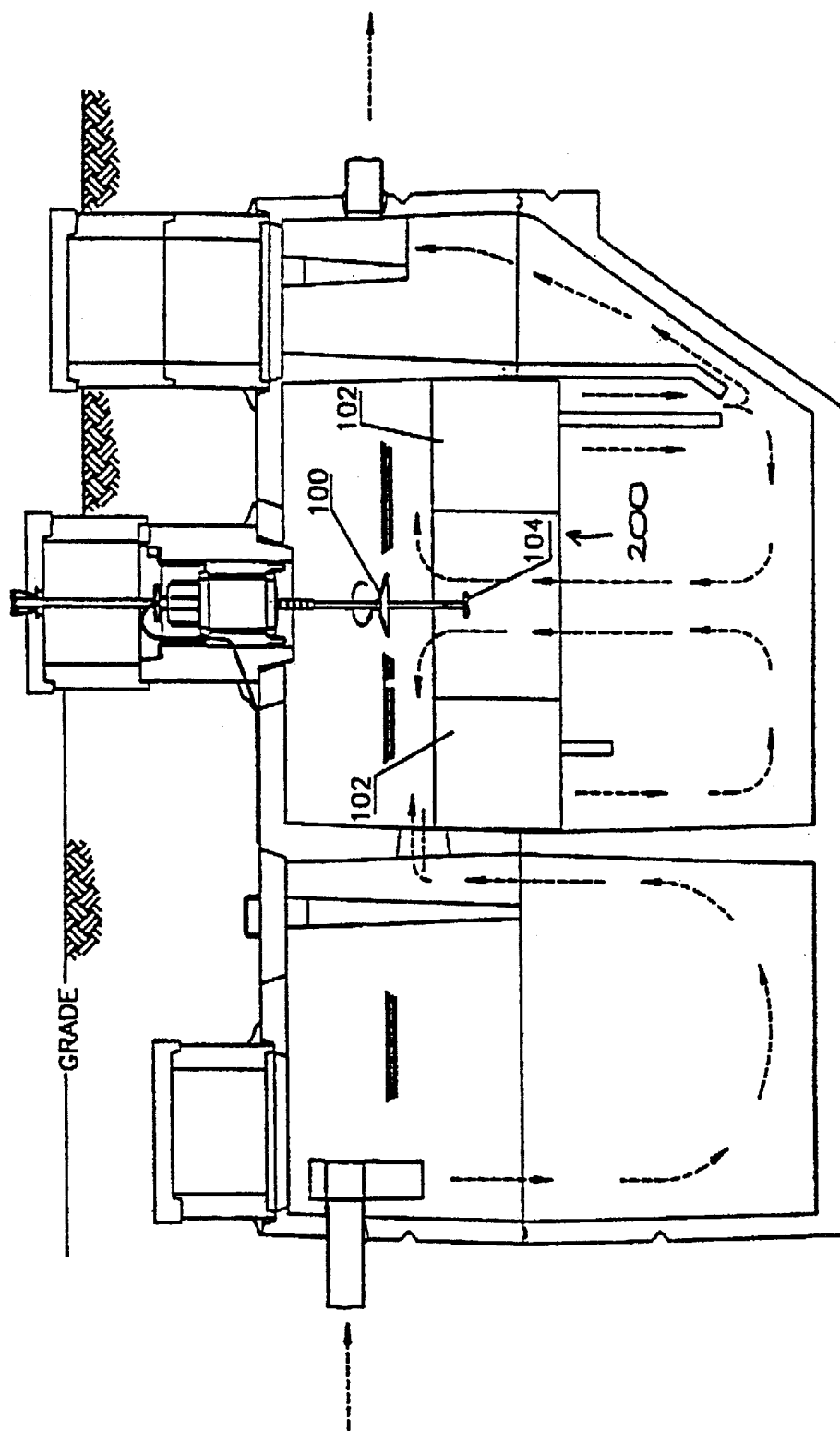
OBR. 7



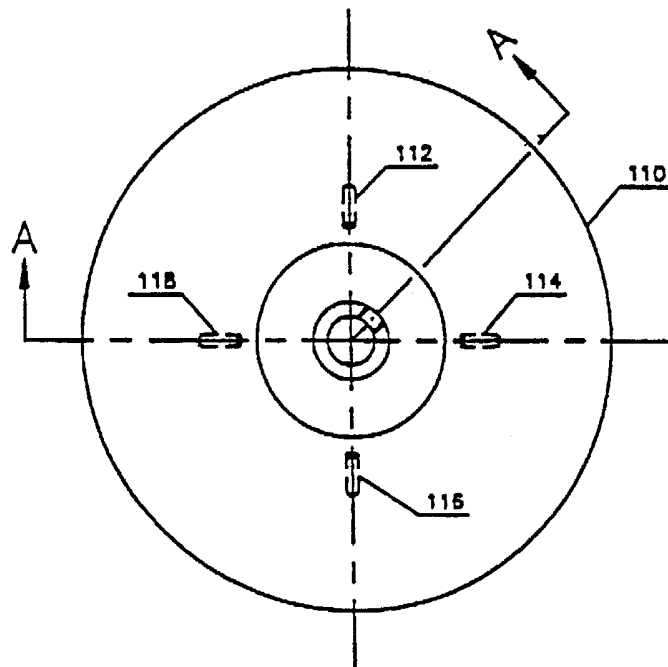
OBR. 8



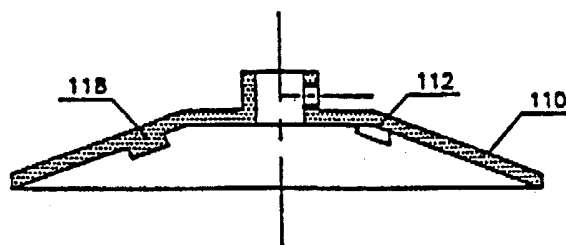
OBR. 9



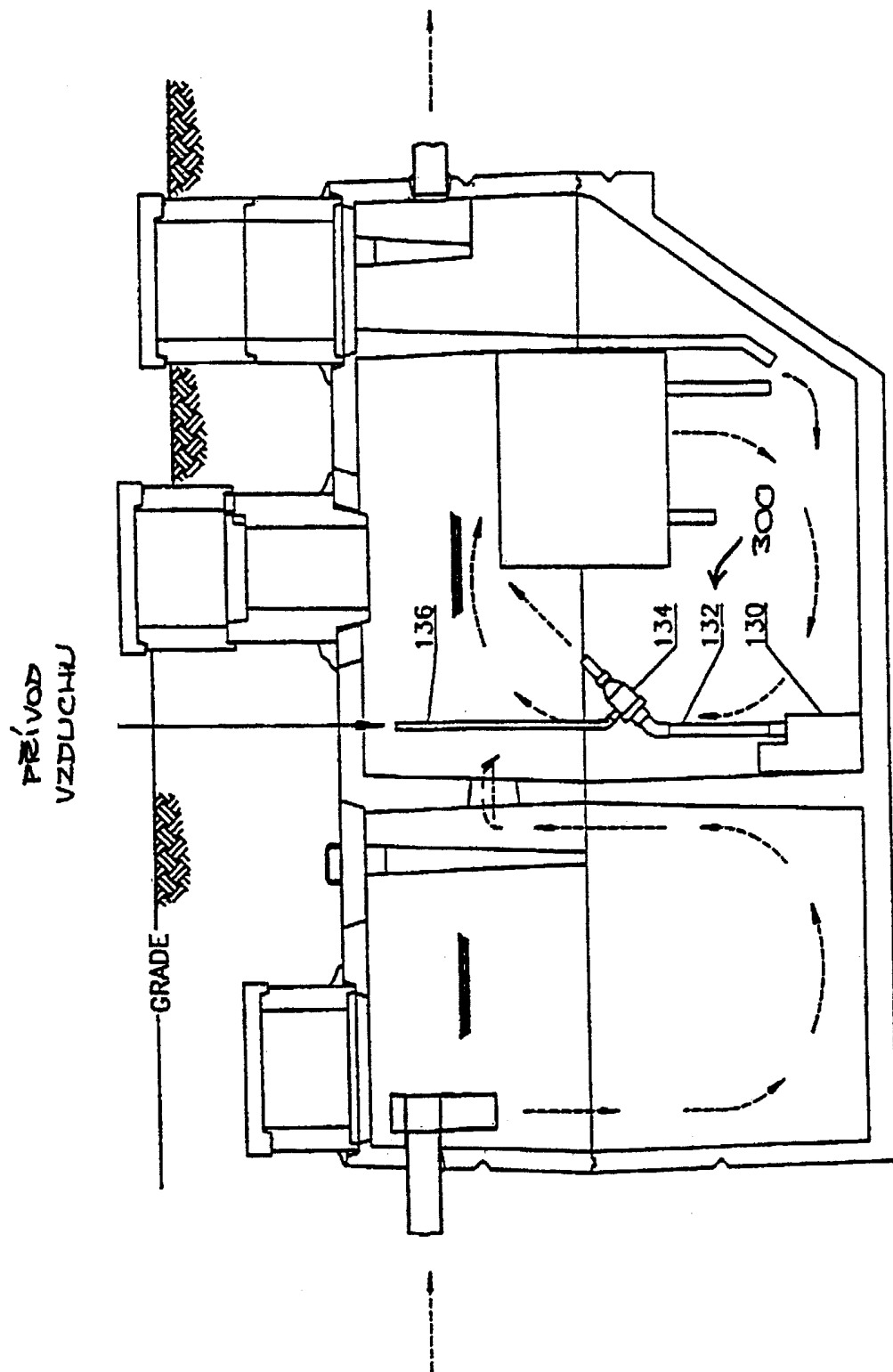
OBR. 10



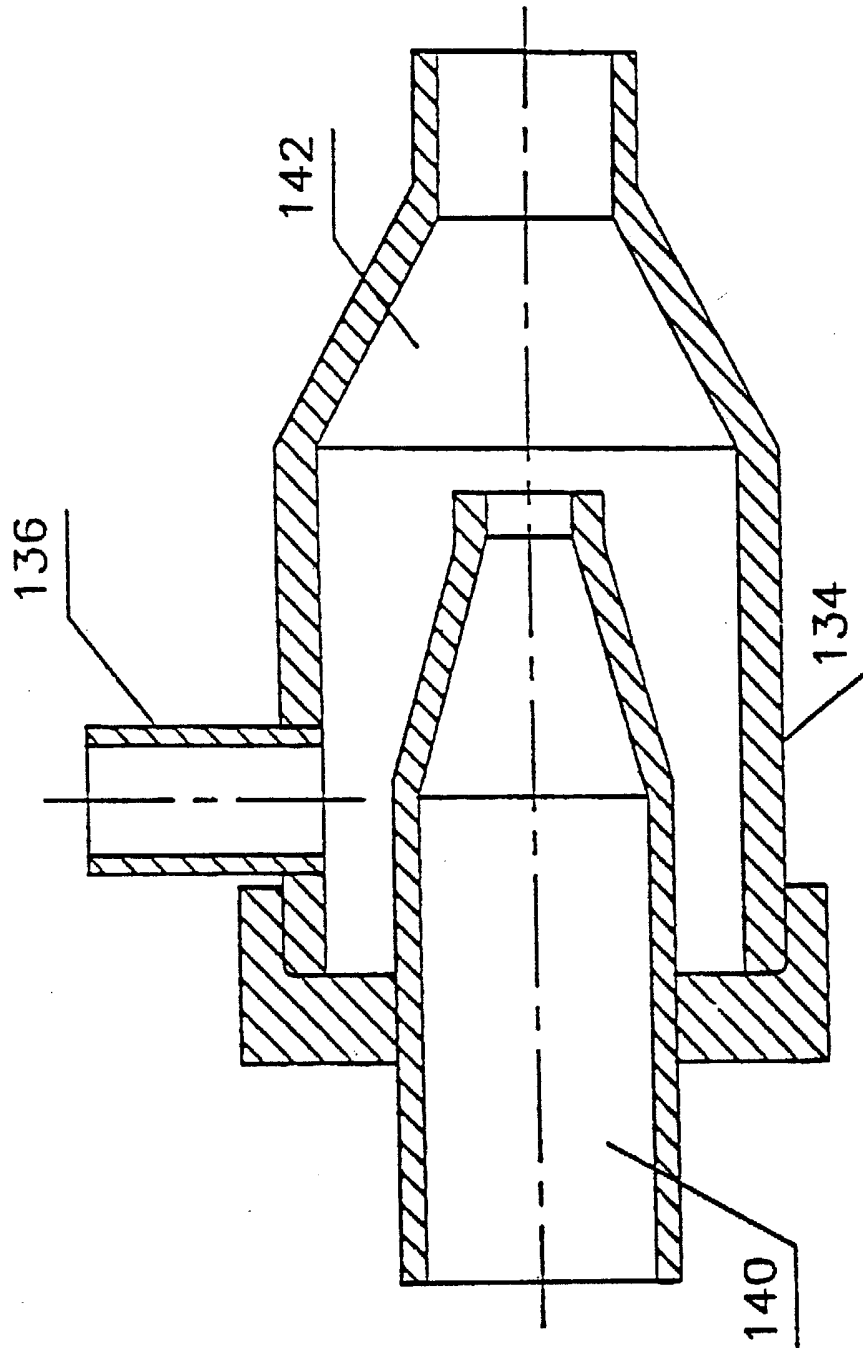
OBR. 11



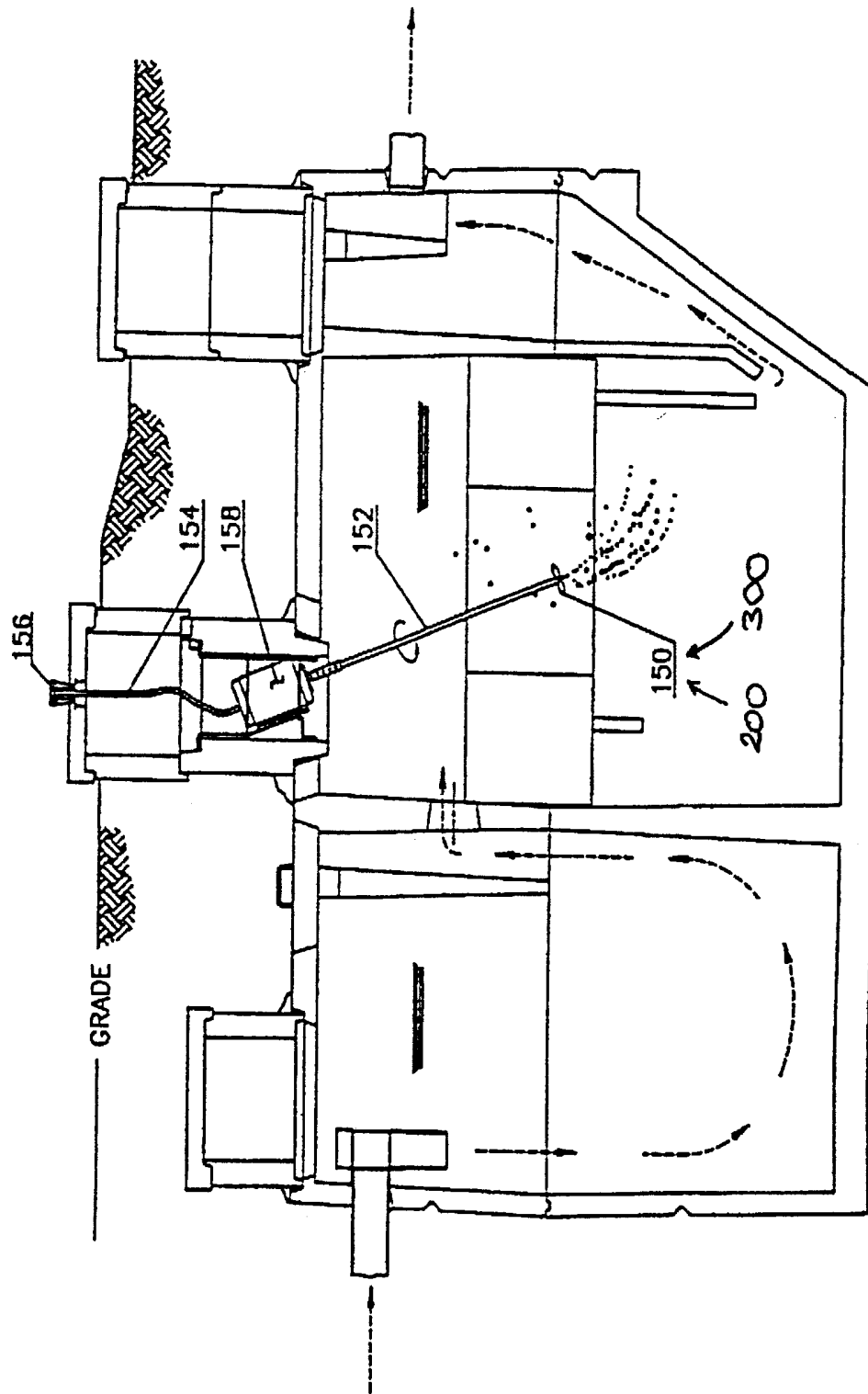
OBR. 12



OBR. 13



OBR. 14



OBR. 15

Konec dokumentu