



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 216 124

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 17 06 80
(21) (PV 4272-80)

(11) (B 1)

(51) Int. Cl.³
C 02 F 3/12

(40) Zveřejněno 15 09 81
(45) Vydáno 15 08 84

(75)
Autor vynálezu
MACKRLE SVATOPLUK ing. CSc., BRNO
MACKRLE VLADIMÍR dr. ing. CSc., PRAHA

(54) Zařízení pro biologické čištění odpadních, zejména splaškových vod, včetně denitrifikace

Zařízení pro biologické čištění odpadních, zejména splaškových vod, včetně denitrifikace. Zařízení sestává z jedné nebo více vedle sebe uspořádaných podélných nádrží. První nádrž je rozdělena dělicí stěnou, opatřenou propojovací pasáží, jednak na neprovzdušňovanou sekci s příívodem surové vody a s míchadlem, jednak na provzdušňovanou sekci, podélně rozdělenou oddělovací stěnou na aktivační prostor, zahrnující provzdušňovací elementy a na separační prostor fluidní filtrace, komunikující s aktivačním prostorem, přičemž případně další sériově zapojené podélné nádrže jsou podélně rozděleny oddělovací stěnou na aktivační prostor a na separační prostor fluidní filtrace.

Vynález se týká zařízení pro biologické čištění odpadních, zejména splaškových vod, včetně denitrifikace, sestávající z jednoho nebo několika seriově zapojených, vedle sebe uspořádaných podélných nádrží.

Pro čištění splaškových vod z menších zdrojů se stále častěji používají průmyslově vyráběná monobloková zařízení sdružující biologickou aktivaci a separaci aktivovaného kalu fluidní filtrací v jediné nádrži. Zvláště výhodné řešení průmyslově vyráběného zařízení pro tyto účely má tvar horizontální válcové nádrže.

Zkušenosti s využíváním této techniky pro čištění menších zdrojů splaškového znečištění však ukázaly na některé závažnější nedostatky, které dosud ztěžují jejich širší využití.

Za jeden z hlavních nedostatků u těchto zařízení lze považovat poměrně vysoké výrobní náklady na vestavbu pro vymezení aktivačního a separačního funkčního prostoru. Obecně používané uspořádání separačního prostoru v horní části válcové nádrže ve tvaru podélného prismatického, směrem dolů se zužujícího prostoru, komunikujícího ve své nejspodnější části tzv. pasáží s aktivačním prostorem, vyžaduje podle provozních zkušeností vytvoření propojovacího kanálu, spojující tuto pasáž se spodní částí aktivačního prostoru.

Konstrukce takové vestavby po celé délce válcového prostoru je poměrně složitá a zejména její zabudování v malém uzavřeném válcovém prostoru je velmi obtížné a tudíž i nákladné. Jako vhodné řešení se ukázalo vyrobení vestavby v celku a její následné zasunutí do válcové nádrže s přiděláním čelných vík na závěr montáže. To však vyžaduje samonosnou konstrukci celé vestavby, která se tak stává hmotně předimenzovanou a nákladnou. Montáž vestavby z dílů ve válcovém prostoru je náročná na ruční práci.

Mimo tyto výrobní nedostatky vykazují používaná zařízení s centrálním separačním prostorem i nedostatky technologického charakteru. Středový separační prostor rozděluje prakticky aktivační prostor na dvě části s autonomním pohybem aktivační směsi se dvěma válcovými víry, což vyžaduje použití provzdušňovacího systému pro každou část samostatně.

Při malém znečištění odpadní vody a při použití vysoce účinných provzdušňovacích elementů, např. z porézní keramické hmoty, nestačí množství vzduchu pro oxidační pochody, pro udržení aktivovaného kalu ve vzhledu. Z tohoto hlediska středové uspořádání separačního prostoru a z toho plynoucí rozdělení aktivačního prostoru zvyšuje spotřebu energie v důsledku vyšší spotřeby vzduchu.

U známých zařízení pro biologické čištění vody v uzavřených horizontálních válcových nádržích činí dosti značné potíže zajištění rovnoměrného odběru vyčištěné vody. Používaný systém odběru z volné hladiny v separačním prostoru pomocí sběrného žlabu v uzavřeném prostoru lze jen obtížně nastavit na rovnoměrný odběr po celé délce tohoto prostoru. I milimetrové odchylky znamenají velké nerovnoměrnosti v odběru, což negativně ovlivňuje výslednou účinnost separace. Uvedený systém odběru vyčištěné vody je i dosti citlivý na nerovnoměrné poklesy základů, takže i dobře nastavený sběrný žlab do vodováhy s hladinou mohl vykazovat po určitém

časе značné odchylky od původního nastavení v důsledku poklesu základů, které zejména u velkých zařízení pro naplnění vodou není možné vždy vyloučit.

Pro zamezení možnosti vzniku těchto provozních poruch je nutno osazovat válcové nádrže na dobře vybudované betonové základové patky. To však mimo zvýšené náklady na stavební práce vyžaduje i zesílení tloušťky pláště válcové nádrže k zamezení průhybu skořepiny nádrže jako nosníku podepřeného na dvou nebo více místech. Způsobuje to pak zvýšení váhy a tím i ceny zařízení.

Další nevýhodou doposud známých zařízení popsaného typu je systém odkalování. Systém odběru kalu ze dna nádrže odkalovacím děrovaným potrubím je poměrně nevýhodný, zvláště při osazení aparátu pod úroveň terénu. Gravitační odkalování v tomto případě vyžaduje provedení odpadu ve velké hloubce. Odkalovací sběrné potrubí na dně nádrže působí též rušivě na proudění v aktivačním prostoru.

Nevýhodou je i nekomplexnost těchto aparátů, vyžadujících zabudování před vstupem do vlastního aparátu pro biologické čištění vody řady objektů pro mechanické předčištění odpadní vody jako jsou např. česla, spádová síta, dále čerpací jímku nebo v případě společné kanalizace zabudování přepadu a lapače písku. To značně komplikuje výstavbu v důsledku nutnosti vybudovat samostatné, převážně stavební objekty a tak prodražuje výstavbu čistíren, takže často náklady na vlastní biologickou jednotku čištění činí méně než 50 % nákladů na celou čistírnu.

Doposud známé uzavřené válcové aparáty na biologické čištění vody neumožňují dále splnění stále se zvyšujících požadavků na kvalitu vody, a to v parametrech úplného odstranění mikrobiogenních prvků, zejména dusíkatých látek - dusitanů a dusičnanů - vzniklých při aerobním aktivačním procesu oxidací čpavku.

Představuje to jistě nevýhodu např. použitím těchto aparátů při vypouštění vyčištěné vody do recipientů, kde je nebezpečí jejich entrofizace, např. u stojatých vod. Stejně nedostatečné odstraňování dusíkatých látek je nevýhodou při komplexním čištění odpadních vod na kvalitu umožňující jejich znovupoužití v průmyslu.

Zábranou širšího použití popsaných zařízení je i jejich poměrně omezenější kapacita.

Vynález si klade za cíl vytvořit zařízení pro biologické čištění vod, jež by odstranilo popř. alespoň podstatně omezilo uvedené nedostatky.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že první nádrž je rozdělena dělicí stěnou, opatřenou propojovací pasáží, jednak na neprovzdušňenou sekci s přívodem surové vody a s míchadlem, jednak na provzdušňovanou sekci, podélně rozdělenou oddělovací stěnou na aktivační prostor, zahrnující provzdušňovací elementy a na separační prostor fluidní filtrace, komunikující s aktivačním prostorem, přičemž případně další seriově zapojené podélné nádrže jsou podélně rozděleny oddělovací stěnou na aktivační prostor a na separační prostor fluidní filtrace.

Dalším význakem je, že přívod surové vody v neprovzdušňované sekci je napojen na roz-

dělovací koryto s horní přelivovou hranou, přecházející do obtokového potrubí a se spodní přelivovou hranou, na níž navazují česle, uspořádané v horní části neprovzdušňované sekce.

Podle vynálezu je rovněž výhodné, že v neprovzdušňované sekci je přepouštěcí potrubí, jehož vstup je uspořádán proti proudu kapaliny a jehož vývod je v aktivačním prostoru na jeho konci vytvořen jako mamutková pumpa.

Jiným význakem je, že neprovzdušňovaná sekce je rozdělena stěnou, opatřenou pasáží na vstupní část pro mechanické předčištění s částečnou denitrifikací a na denitrifikační část s autonomním míchadlem.

Konstrukčně i funkčně je výhodné řešení podle něhož oddělovací stěna probíhá ve válcové nádrži od její vnitřní vrcholové části obloukovitě do její spodní poloviny, a to vypoukne směrem do aktivačního prostoru a její spodní hrana tvoří s protilehlou částí pláště vstupní pasáž do separačního prostoru fluidní filtrace.

Podle vynálezu je dále v neprovzdušňované sekci mamutkové čerpadlo, napojené na odkalovací potrubí.

Jiným význakem je, že aktivační prostor zahrnuje mamutkové čerpací zařízení napojené na odkalovací potrubí, popř. že v horní části separačního prostoru je uspořádán odběrový systém pro tlakový odběr vyčištěné vody, který je s výhodou tvořen sběrnými otvory vytvořenými v plášti, ústícími do sběru.

Příklady provedení podle vynálezu jsou schematicky znázorněny na připojených vyobrazeních, kde na obr. 1 je zařízení v podélném, kolmém osovém řezu; na obr. 2 a obr. 3 zařízení ve dvou příčných řezech, kolmých k ose zařízení a kde na obr. 2 je zobrazen řez v rovině A-A a na obr. 3 v rovině B-B. Na obr. 4 je pak znázorněn příčný řez zařízením tvořeným dvojicí nádrží zapojených v serii, na obr. 5 půdorysný pohled na zařízení tvořené dvěma, vedle sebe uspořádanými nádržemi; obr. 6 pak půdorysný pohled na zařízení, tvořené čtyřmi vedle sebe uspořádanými nádržemi.

Zařízení je tvořeno válcovou nádrží s pláštěm 1 a čely 2 a 3. Dělicí stěnou 4, kolmou k ose nádrže, je objem nádrže rozdělen na dvě části jmenovitě na neprovzdušňovanou sekci 5 a provzdušňovanou sekci 6. Obr. 2 představuje příčný řez sekci 5 v rovině A-A. Do menší sekce 5 je do čela 2 zaústěn přívod 7 surové vody, na který navazuje rozdělovací koryto 8 se dvěma přelivovými hranami 9 a 10. Přelivovou hranou 9 - spodní - komunikuje rozdělovací koryto 8 se sekci 5 a přelivovou hranou 10 - horní - komunikuje rozdělovací koryto 8 s obtokovým potrubím 11. Obtokové potrubí 11 prochází dělicí stěnou 4 přes sekci 6 nádrže a je v čele 3 vyústěno z aparátu. Pod přelivovou hranou 9 jsou v sekci 5 vloženy česle 12 tak, že surová voda vstupuje do sekce 5 objemu nádrže přes česle 12.

Pro zpřístupnění česel 12 je v plášti 1 ponechán otvor 13, na který je nasazena krabice se stěnami 14, 15 a čely 16, 17 s otevíracím víkem 18. Sekce 5 nádrže je vybavena mechanickým

míchadlem 19 a komunikuje se sekcí 6 jednak propojovací pasáží 20, před kterou je v provzdušňované sekci 6 usměrňovací stěna 21, jednak přepouštěcím potrubím 25 zaústěným v neprovzdušňované sekci 5 vstupem 26 orientovaným kolmo k proudění v této části a vyústěným u protilehlého čela 3 nádrže v sekci 6 ve formě známého mamutkového čerpadla 27 s přívodem vzduchu 28. V neprovzdušňované sekci 5 je instalováno mamutkové čerpadlo 22 s přívodem vzduchu 23 a s odkalovacím potrubím 24.

Provzdušňovaná sekce 6 je vloženou dělicí stěnou 29 rozdělena na dvě části, a to na aktivní prostor 30 a separační prostor 31.

Aktivační prostor 30 komunikuje se separačním prostorem 31 propojovacím a odvzdušňovacím systémem, sestávajícím ze vstupní pasáže 32, tvořené spodní hranou 33 dělicí stěny 29 a protilehlou částí pláště 1. Před vstupní pasáží 32 v aktivním prostoru 30 je uspořádána přepážka 34 s otvory 52 a v separačním prostoru 31 je uspořádána přepážka 35 se známým odvzdušněním 38. Spodní okraj 36 přepážky 35 přesahuje spodní hranu 33 dělicí stěny 29. V aktivním prostoru 30 je uspořádána další usměrňovací stěna 37.

Aktivační prostor 30 je vybaven provzdušňovacím systémem, sestávajícím z provzdušňovacích elementů 39, např. z porézní keramické hmoty, z rozvodu vzduchu 40 a neznázorněného dmychadla. Dále je v aktivním prostoru 30 instalováno jedno mamutkové čerpadlo 41 s přívodem vzduchu 28 a s odkalovacím potrubím 24 - viz. obr. 1 - které je společné i s mamutkovým čerpadlem 22.

Obtokové potrubí 11 prochází po celé délce prostoru 31 v nádrži pod pláštěm 1. Přepouštěcí potrubí 25 prochází aktivním prostorem 30 až k čelu 3, které je na opačné straně než-li menší neprovzdušňovaná sekce 5.

Nad hladinou 42 fluidního filtru v separačním prostoru 31 je odběrný systém pro tlakový odběr vyčištěné vody, sestávající např. ze sběrných otvorů 43 v plášti 1 a dále ze sběru 44 vyčištěné vody tvořený pláštěm 1 a stěnou 45. Ve vrcholové části aktivního prostoru 30 je na plášti 1 sběr vzduchu 46, vytvořený stěnou 47 a pláštěm 1; tento sběr 46 je propojen s aktivním prostorem 30 dvojí řadou otvorů 48.

Na obr. 4, 5 a 6 je znázorněno řazení více základních aparátů zapojených v sérii. Pouze první aparát má rozdělen objem nádrže dělicí stěnou 4 na sekce 5 a 6, jak je tomu u zařízení podle obr. 1 až obr. 3. Do sériové první nádrže je do neprovzdušňované sekce 5 zaústěn přívod 7 surové vody, který přechází v rozdělovací koryto 8. Přes nižší přelivovou hranu 9 je rozdělovací koryto 8 spojeno s neprovzdušňovanou sekcí 5 česlemi 12 a přes vyšší přelivovou hranu 10 s obtokovým potrubím 11.

Sekce 5 je vybavena jedním nebo i více mamutkovými čerpadly 22, napojených na společné odkalovací potrubí 24 a též mechanickým míchadlem 19.

Na rozdíl od provedení podle obr. 1 až 3 nemá neprovzdušňovaná sekce 5 první nádrže přepouštěcí potrubí 25 s mamutkovým čerpadlem 27 a dále propojovací pasáž 20 v dělicí stěně 4

nemá v sekci 6 nádrže a všechny další nádrže uspořádané vedle sebe, avšak propojené v serii jsou vybaveny provzdušňovacím systémem, tvořeným provzdušňovacími elementy 29 a rozvodem vzduchu 40 a mamutkovým čerpadlem 41, které kromě první provzdušňované sekce 6, navazující na neprovzdušňovanou sekci 5 u následných provzdušňovaných sekcí nezbytně nutné a které je propojené na společné odkalovací potrubí 24. Mamutkové čerpadlo 41 je zde umístěno u čela 2 nádrže prvního aparátu a je mimo to napojeno propojovacím potrubím na poslední nádrž - aparát - v serii.

Na protilehlé straně u čela 2 je poslední nádrž v serii propojena s předcházející nádrží přepouštěcím potrubím 51 a tato nádrž je na protilehlém konci u čela 2 propojena přepouštěcím potrubím 51 s další nádrží, která je v serii zařazena před ní, což se opakuje, až po druhou nádrž, která je v serii propojena na první, a to do její sekce 5, kam je zaveden i její přívod 7 surové vody. Uvedenému propojení nejlépe vyhovuje sudý počet nádrží - aparátů - řazených v serii, tj. 2, 4, 6 atd.

Každý aparát může být vybaven mamutkovým čerpadlem 41 se samostatným odkalovacím potrubím 24. Velikost neprovzdušňované sekce 5 první nádrže se liší podle počtu aparátů zařazených v serii a podle kvality surové vody.

Popsané zařízení, tvořené jedinou nádrží, tj. podle obr. 1 až 3, pracuje následovně: neprovzdušňovaná sekce 5, oddělená od provzdušňované sekce 6 dělicí stěnou 4 je funkčně využita pro mechanické předčištění přitékající surové vody. V tomto ohledu nahrazuje mechanické předčištění a lapač písku. Zároveň slouží i pro odlehčení dešťové vody při napojení na společnou kanalizaci. Surová voda natéká do aparátu přívodem 7 surové vody, ústící do rozdělovacího koryta 8, které plní funkci odlehčovače. Při normálním průtoku, na který je dimenzován sběr 44 vyčištěné vody, natéká surová voda přes spodní přelivovou hranu 9 rozdělovacího koryta 8 do nádrže.

Dešťová voda naproti tomu přepadá přes horní přelivovou hranu 10 do obtokového potrubí 11. Česle 12, které sedají v případě potřeby snadno čistit i ručně, umístěné v horní části neprovzdušňované sekce 5 tak, aby přitékající surová voda musela jimi projít, zajišťují hrubé mechanické předčištění. Proster nad česly 12 je přístupný otevíracím víkem 18, což umožňuje čas od času nahromaděné hrubé nečistoty odstranit. Svým příhodným tvarem slouží neprovzdušňovaná sekce 5 jako lapač písku, který se hromadí u dna a je z této sekce odstraňován pomocí mamutkového čerpadla 22. Jelikož uspořádání celého aparátu ve tvaru uzavřené válcové nádrže s pláštěm 1 a s čely 2 a 2 umožňuje jeho osazení pod úroveň terénu, může odpadnout i přečerpací jímka, čímž jsou veškeré funkce čistírny soustředěny do jediného výhodného monoblokového zařízení, napojovaného přímo na neznázorněnou kanalizační síť.

Neprovzdušňovaná sekce 5 může sloužit i další funkci při čištění odpadních vod znečištěných i dusíkatými látkami, např. dusitany a dusičnany, vzniklými nitrifikačními procesy aerobní aktivace oxidací čpavku v odpadní vodě. V takovém případě slouží neprovzdušňovaná sekce 5 současně i jako anaerobní aktivací prostor pro dinitrificační pochody redukce dusi-

tanů a dusičnanů na plynný dusík. Zařazení anaerobní aktivace do procesu čištění se neprojevuje pouze odstraněním dusíkatých látek, ale zvyšuje i celkovou účinnost čištění v důsledku chvilkového nedostatku kyslíku, působící šokově na mikroorganismy směsné kultury aktivovaného kalu, což navozuje zvýšenou činnost těchto mikroorganismů pro vstřebávání některých látek do zásoby, např. sloučenin fosforu.

Zvýšená účinnost tohoto zařízení na odstraňování makrobiogenních prvků dusíku a fosforu je zvláště důležitá při vypouštění vyčištěné vody do recipientů, u kterých je nebezpečí eutrofizace, např. u stojatých vod, jezer, rybníků a moří. Zvýšená účinnost čištění je důležitá i při komplexním čištění odpadních vod za účelem jejich znovupoužití. V případě, kdy postačí objem neprovzdušňované sekce 2, zařízení jak pro mechanické předčištění, tak i pro denitrifikační pochody, jsou tyto funkční prostory identické; v případě kdy je zapotřebí zvětšit neprovzdušňovanou sekci 2 nad rozměry, vhodné pro správnou funkci tohoto prostoru jako lapače písku, je vhodné funkci neprovzdušňované sekce 2 rozdělit na funkci mechanického předčištění a denitrifikace.

V takovém případě je lapač písku oddělen další dělící stěnou 4 - viz obr. 5 a 6 - od denitrifikační části sekce 2, aby písek se nedostal do celé neprovzdušňované sekce 2. To je zpravidla nutné při řazení více nádrží - aparátů - v serii pro dosažení většího výkonu čištění, jak je tomu např. u provedení podle obr. 5.

Nutnou podmínkou dobré funkce neprovzdušňované sekce 2 současně jako denitrifikační aktivace je splnění následujících požadavků: v sekci 2 musí být anaerobní podmínky, musí být přítomný aktivovaný kal v dostatečné koncentraci, dostatečná koncentrace uhlíkatých organických látek jako donátor vodíku pro denitrifikační pochody - což je zajištěno přívodem surové vody do této sekce 2 - musí být zajištěno dokonalé míchání aktivační směsi se vstupující surovou vodou a dále anaerobní podmínky.

Dostatečná koncentrace aktivovaného kalu je zajištěna u zařízení zobrazeném na obr. 1, 2 a 3 cirkulací aktivační směsi mezi oběma sekcemi 2 a 6 pomocí přepouštěcího potrubí 25, opatřeného mamutkovým čerpadlem 27. Tím je dosaženo postupného proudění podél osy válcové nádrže aparátu a střídavého vystavení aktivovaného kalu podmínkám aerobním a anaerobním.

S aktivační směsí se dostávají do neprovzdušňované sekce 2 i dusitany a dusičnany, které se vytvořily nitrifikačními pochody v provzdušňované sekci 6. Při správné dimenzi zařízení lze nitrifikaci a denitrifikaci odstranit prakticky veškerý čpavek v odpadní vodě jeho převedením na plynný dusík. Pro promísení objemu neprovzdušňované sekce 2 je nutné ji vybavit mechanickým míchadlem 19. Pro vytvoření vhodného krouživého pohybu v neprovzdušňované sekci 2 lze s výhodou využít rotačního pohybu v provzdušňované sekci 6 nasměrováním vstupu propojovací pasáže 20 ve směru proudění.

V provzdušňované sekci 6 probíhá aerobní čistící proces nízkozatěžovanou aktivací se současnou stabilizací kalu a souběžně i oxidace v odpadní vodě přítomného čpavku nitrifikač-

ními pochody na dusitany a dusičnany. Uvedené pochody včetně denitrifikace v neprovzdušňované sekci 5 zajišťuje aktivovaný kal cirkulující popsaným způsobem mezi oběma sekcemi.

Pro separaci aktivovaného kalu a jeho automatické gravitační navracení zpět do aktivacího prostoru 30 slouží separace fluidní filtrací v separačním prostoru 31, který je oddělen od zbyvající provzdušňované sekce 6, tvořící aerobní aktivací prostor 30, dělicí stěnou 29. Separační prostor 31 je propojen s aktivacíním prostorem 30 přepouštěcím a odplyňovacím systémem, sestávajícím ze vstupní pasáže 32, přepážky 34 s otvory 52, sloužící pro odstínění vstupní pasáže 32 od proudění v aktivacíním prostoru 30, dále pak z usměrňovací stěny 37 pro usměrnění proudění v aktivacíním prostoru 30 pod výstup ze separačního prostoru 31 a z přepážky 35, umístěné v separačním prostoru 31 nad vstupní pasáží 32, sloužící pro zachycení částic vzduchu vyloučených na spodní hraně dělicí stěny 29 a vymezující s pláštěm 1 vstupní pasáž. Vyloučený a zachycený vzduch je odváděn odvodušněním 38.

V separačním prostoru 31 dojde při vzestupném proudění k vytvoření nedokonale vznášené fluidní vrstvy, která plní funkci fluidního filtru. Fluidní filtrací zachycená suspenze aktivovaného kalu propadá vstupní pasáží 32 a je prouděním v přepouštěcím systému unášena zpět do aktivacíního prostoru 30. Vyčištěná voda nad hladinou 42 fluidního filtru je rovnoměrně odbírána sběrnými otvory 43 v plášti 1 do sběru 44 vyčištěné vody.

Popsaný sběrný systém je dimensován tak, že odebere pouze to množství odpadní vody, na které je zařízení navrženo. Při náhlém dešťovém přívalu je automaticky přebytečné množství odváděno přes horní přelivovou hranu 10 do obtokového potrubí 11. Obtokové potrubí 11 prochází po celé délce separačního prostoru 31 v jeho horní části nad hladinou fluidního filtru, aniž by rušilo jeho funkci.

Vysoká účinnost popsaného hydraulického přepouštěcího a i odplyňovacího systému aktivace s fluidní filtrací zajišťuje vysokou účinnost separace, která při teplotě aktivací směsi 30 °C dosahuje až 10 kgm² .h a při hodnotě kalového indexu pod 50 ml.g⁻¹ vrácené suspenze aktivovaného kalu. Tuto vysokou účinnost separace umožňuje výhodné excentrické uspořádání separačního prostoru 31 pouze v bočním objemu provzdušňované sekce 6 při zachování dostatečné plochy separace. Takovéto uspořádání umožňuje dosažení jediného cirkulačního víru v aktivacíním prostoru 30 pomocí jednotného provzdušňovacího systému. Též konstrukční řešení oddělení separačního prostoru 30 pomocí jediné prohnuté tenkostěnné dělicí stěny 29 je velmi jednoduché a snadno uskutečnitelné.

Vysoká účinnost separace umožňuje dosažení vysokého specifického výkonu na jednotku objemu při úplném využití objemu nádrže. Odběr vyčištěné vody mimo vnitřek nádrže je konstrukčně výhodný a s výhodou nevyžaduje přesné nastavení nádrže do vodorovné polohy. Současně slouží spolu s horní přelivovou hranou 10 k regulaci průtoku dešťové vody přímo do obtokového potrubí 11. To, že sběrný systém vyčištěné vody nepotřebuje uložení nádrže přesně do vodorovné polohy, umožňuje snadno ukládat popsané zařízení např. do pískového lože bez zvláštních nároků na betonové základové patky apod. Důsledkem toho je, že skořepina nádrže není namáhána na

průhyb, což snižuje nároky i na tloušťku pláště 1 nádrže.

Snadné uložení nádrže spolu se systémem odkalování přebytečného kalu mamutkovým čerpadlem 41, spolu se zcela uzavřenou formou nádrže zařízení umožňuje situování těchto aparátů i v podpovrchovém uložení. Válcová skořepina s jednoduchými výstupy uvnitř nebo vně, např. na plášti 1 přivařenými neznázorněnými prstenci, snadno vyhoví i vnějšímu tlaku zeminy při podpovrchovém uložení. Tím se dosáhne i toho, že zařízení lze snadno připojit přímo gravitačně na kanalizační síť, bez nutnosti výstavby objektů přečerpací jímky, mechanického předčištění a odlehčovače. Tím se dosahuje značných úspor nejen na investičních, ale i na provozních nákladech, zvláště při velkých objemech zředěné odpadní vody na předčištění splaškových vod.

Podpovrchové umístění umožňuje použít popsané zařízení i pro čištění vody v bezprostřední blízkosti zdrojů splaškové odpadní vody, např. u hotelů, motelů, autocampů, rekreačních osad, benzinových pump, obcí, sídlišť, historických objektů a areálů apod., a to prakticky bez nároků na stavební místo.

Zvláštní případ využití tohoto zařízení umožňuje jeho uložení pod hladinou vody, které vyžaduje pouze menší úpravy pro odvod vzduchu, které nejsou znázorněny. Podhladinové uložení zařízení umožňuje ekonomické umístění čistíren vod u přímořských osad a sídlišť na mořském pobřeží, případně přímo v moři. Příkladem může být použití těchto zařízení pro sektorové čištění splaškových vod uložených v kanálech města Benátek.

Vhodný tvar nádrže popsaného zařízení umožňuje zvětšit jeho kapacitu zvětšováním průřezu nádrže až do cca 3, 5 m, který ještě dovoluje transport válcových nádrží.

Řazením více aparátů do serie umožňuje pak získání kapacity čistírny i pro větší zdroje spalňového znečištění, a to cca až do 10 000 ekv. obyvatel. To umožňuje použití zařízení i pro sídliště měst bez nutnosti budování nákladných centrálních stokových sítí. Podpovrchové uložení s nízkými nároky na zastavěnou plochu, spolu s autoregulačním charakterem funkce zařízení, nevyžadujícím stálou obsluhu, umožňuje použití tohoto zařízení v širokém měřítku pro netradiční, postupné, decentralizované řešení čištění splaškových vod rozrůstajících se měst a městských aglomerací.

Sériové zapojení aparátů podle vynálezu je znázorněno na obr. 4, 5 a 6. Zařízení na obr. 4 až 6 znázorňující sériové zapojení nádrží - aparátů - pracuje následovně:

Surová voda přitéká přívodem 7 do první nádrže, a to nejdříve do neprovzdušňované sekce 5, která je oddělena dělicí stěnou 4 od provzdušňované sekce 6 a slouží především pro mechanické předčištění splaškové vody a oddělení dešťové vody do obtokového potrubí 11. V případě požadavku na denitrifikaci je neprovzdušňovaná sekce 5 rozšířena a podle složení vody a podle výkonu celého zařízení dané velikostí a počtem následných aparátů zařazených v sérii rozdělena další dělicí stěnou 4 na vstupní část pro mechanické předčištění a částečnou denitrifikační část s autonomním míchadlem 19. Neprovzdušňovaná část mezi dělicími stěnami 4 slouží pak tedy výhradně denitrifikaci a je opatřena autonomním zdrojem míchání. Velikost neprovzdušňované

sekce 5 mezi dělící stěnou 4 a čelem 2 nádrže pro mechanické předčištění je v takovém případě zmenšena na velikost odpovídající pouze této funkci. Do této části neprovzdušňované sekce 5 je přiváděna aktivační směs cirkulovaná z předcházejícího aparátu zařazeného v sérii. Při vhodném tangenciálním zaústění cirkulované aktivační směsi do tohoto prostoru je takto dosažený rotační pohyb dostatečný pro udržení suspenze aktivovaného kalu ve vznosu, zatímco hrubé nečistoty surové vody mohou klesnout ke dnu sekce 5, odkud jsou vyčerpány mamutkovým čerpadlem 22.

S cirkulovanou aktivační směsí předcházející sériově zařazené nádrže jsou přiváděny do neprovzdušňované sekce 5 i dusitany a dusičnany vzniklé oxidací amoniaku nitrifikačními pochody při aktivačním procesu čištění. Pro proběhnutí denitrifikace dusitanů a dusičnanů přechází surová voda s cirkulovanou aktivační směsí propojovací pasáží 20 - obr. 5, 6 - v dělící stěně 4 do provzdušňované sekce 6. Mamutkovým čerpadlem 41 je aktivační směs přečerpávána a převáděna propojovacím potrubím 50 do posledního v sérii zapojeného aparátu. Na protilehlém konci nádrže je pak aktivační směs po projití tímto posledním v sérii zařazeným aparátem přiváděna přepouštěcím potrubím 51 do předcházejícího aparátu. Jsou-li v sérii zapojeny pouze dvě nádrže, pak je přepouštěcí potrubí 51 zaústěno do neprovzdušňované sekce 5, mající funkci mechanického předčištění.

V případě, že je v sérii zapojených více dvojic nádrží, jsou pak tyto vzájemně propojeny vždy na opačných koncích, tj. předcházející s následující, čímž vzniká uzavřený cirkulační okruh, při kterém aktivační směs musí projít postupně všemi nádržemi. Hnací sílu cirkulačního pohybu zajišťuje mamutkové čerpadlo 41, které současně slouží pro odběr přebytečného kalu z první nádrže. Při průtoku aktivační směsi je její část odebírána do jednotlivých separačních prostorů 31 a po oddělení aktivovaného kalu fluidní filtrací je tato odebírána sběrem 44 vyčištěné vody a odváděna do recipientu. Zachycený aktivovaný kal ve fluidním filtru se automaticky vrací do aktivačního prostoru 30, kde cirkuluje již popsáním způsobem přes všechny aparáty zařazené v sérii.

Popsané zařízení podle vynálezu má četné výhody. Jednou z výhod je jednoduchost konstrukce. Excentrické umístění separačního prostoru 31 podstatně zjednodušuje vnitřní vestavbu nádrže, přičemž popsané vytvoření separačního prostoru 31 prakticky vyžaduje použití toliko jediné dělící stěny 29, uchycené na plášti 1. Pro dosažení vhodného tvaru dělící stěny 29 je možno s výhodou použít tenkostěnného skelného laminátu. Malá váha vestavby, přístupnost při montáži a snadné uchycení na plášť 1 nádrže umožňuje provádět montáž vestavby aparátu uvnitř dohotovené nádrže po dokončení potřebné povrchové ochrany pláště 1 nádrže. Nízké náklady na výrobu a montáž vestavby přispívají výrazně ke snížení ceny celého zařízení. Jednoduchá vestavby s umístěním vstupní pasáže 22 do separačního prostoru 31 u pláště 1 nádrže usnadňuje i použití případného vyztužení skořepiny nádrže vhodnými žebry pro zmenšení potřebné tloušťky pláště 1 válcové nádrže.

Úsporu materiálu umožňuje i použitý tlakový systém odvodu vyčištěné vody s vyloučením volné hladiny v separačním prostoru 31, což odstraňuje nutnost osazovat aparát na betonových

základech popř. patkách do přesně vodorovné polohy s fixováním této polohy v dlouholetém provozu. Možnost ukládání popsaných zařízení do šterkopískového lože zamezuje průhybu skořepiny válcové nádrže a tím podstatně snižuje její namáhání, což ve svém důsledku umožňuje zmenšení tloušťky pláště 1 nádrže a snižuje náklady na základy.

Výhodný tvar nádrže aparátu ve formě válcové skořepiny spolu s uvedenými výhodami konstrukčního řešení vestavby umožňuje dosažení velmi příznivých váhových parametrů - při hoto-
vém provedení pod 10 kg ekv. obyvatele - což je řádově v desítkách procent méně - až o 50 %
- nežli je tomu u srovnatelných, průmyslově vyráběných zařízení pro čištění vody. Jednoduchý
tvar aparátu ve formě válcové skořepiny umožňuje použít i netradičních materiálů, např. skel-
ného laminátu i na pláště 1 nádrže nebo betonových prefabrikátů.

Výhodou konstrukčního řešení je: Velmi příznivý poměr velikosti aktivačního prostoru 30
ku ploše separace, který činí zhruba 3:1. To spolu s vysokou účinností použité separace fluid-
ní filtrací až umožňuje dosažení $10 \text{ kg m}^{-2} \text{ hod.}$ při teplotě aktivační směsi cca 20°C , což
umožňuje vysoké hydraulické zatížení zařízení.

Konstrukce monoblokového aparátu je přitom značně přizpůsobivá pro různé průměry válcov-
vé nádrže, což umožňuje vytvořit celou řadu výkonových typů o různém průměru. To spolu s mož-
ností změny délky nádrže umožňuje pokrýt širokou škálu potřebných kapacit od nejmenších typů
aparátů pro výkon $0,5 \text{ kg BSK}_5 \cdot \text{den}^{-1}$ až po $100 \text{ kg BSK}_5 \cdot \text{den}^{-1}$. Další zvýšení kapacity zařízení
je dáno možností jednoduchého řazení více jednotlivých monoblokových aparátů do série, při-
čemž lze dosáhnout výkonu řádově ve stovkách $\text{kg BSK}_5 \cdot \text{den}^{-1}$. Přitom je omezení výkonu dáno
pouze transportovatelností válcových nádrží. Výhodný tvar válcových nádrží z hlediska tran-
sportu umožňuje běžnou železniční dopravu do průměru 3 m a silniční do 3,5 až 3,8 m. Při
vhodném řešení konstrukce pláště 1 nádrže z dílů montovaných na místě použití lze ovšem i
tyto míry překročit a tím i odstranit uvedené limity kapacity.

Dosažitelná kapacita zařízení podstatně překračuje výkonové možnosti dosud známých
monoblokových typů zařízení pro čištění vody a tím rozšiřuje rozsah jejich použití.

Další významnou výhodou konstrukce zařízení podle vynálezu je jak již uvedeno, možnost
uložení aparátu do země pod úroveň terénu, případně pod hladinu vody. Tato možnost je přede-
vším dána uzavřeností konstrukce a plným využitím objemu nádrže pro procesy čištění a možnos-
tí snadného vyztužení válcového pláště vnitřními žebry proti vnějším tlakům. K podpovrchovému
uložení podstatnou měrou přispívá i popsané řešení tlakového odběru vyčištěné vody, snižující
nároky na základy a umožňující uložení nádrže aparátu do vhodného šterkopískového lože v zá-
kladové jámě. Podpovrchovému uložení vyhovuje též odkalování zařízení mamutkovým čerpadlem 27.

Vysoká hydraulická kapacita zařízení spolu s možností podpovrchového uložení, umožňují-
cí jeho gravitační napojení na kanalizační šif bez přečerpávacího stupně, činí popsaná zaří-
zení velmi výhodná pro čištění splaškových vod, a to i pro velmi zředěné, např. při průvalu
velkého množství podzemních vod do kanalizace, anebo při společné kanalizaci za deště. V ta-
kovém případě čištění velkých objemů zředěných odpadních vod snižují se gravitačním napojením

čisticího zařízení provozní náklady úsporou elektrické energie na přečerpávání, což představuje snížení celkové energie pro čišťírnu o desítky procent.

Při použití zařízení na splaškové vody, odpovídá kapacita aparátu rozsahu od řádově desítek ekvivalentních obyvatel pro nejmenší izolované zdroje znečištění - skupiny rodinných domků, benzinové pumpy se sociálním zařízením apod. - až po 2 000 ekv. obyv. jednoho monoblokového aparátu, pro menší zdroje znečištění, jako jsou hotely, motely, autocampy, tábory a turistické osady, historické objekty a areály, menší osady a sídliště. Při řazení více nádrží v sérii lze s výhodou pokrýt kapacity až do 10 000 ekv. obyvatel, což umožňuje uplatnění i u větších satelitních měst a což dále umožňuje dosáhnout významných úspor na decentralizované kanalizaci, převyšující i celkové náklady na čišťírnu.

Společnou výhodou zařízení pro všechny uvedené aplikace je možnost podpovrchového uložení, prakticky bez nároku na zastavěnou plochu s možností zakomponování čišťírny i do nejnáročnějších urbanistických podmínek. Zvláštní výhody lze pak v tomto ohledu dosáhnout při použití v horských oblastech, u historických objektů a areálů a při kanalizaci mořského a jezerního pobřeží, kde možnost uložení pod povrch pláží, případně pod vodní hladinu je jediné únosné vůbec možné řešení, které vyhovuje všem podmínkám nenarušení životního prostředí. Jiné výhodné použití zařízení je mobilní provedení pro přechodné zdroje znečištění, jako jsou staveniště, přechodné tábory apod.

S ohledem na přednostní použití zařízení pro splaškové vody, a to jak pro dělenou, tak zejména pro společnou kanalizaci, vystupuje do popředí i další výhoda, a to komplexnost řešení z hlediska integrace funkcí celé čišťírny v jediném aparátu. Jedná se přitom o mechanické předčištění česly. Komplexnost řešení podstatně snižuje i nároky na práce prováděné na místě a na kvalifikaci pracovníků při budování čišťírny, neboť veškeré práce se omezují na osazení kompletního aparátu a jeho napojení na kanalizační síť. To společně s minimálními nároky na zastavěnou plochu umožňuje podstatné snížení investičních nákladů, které za příznivých podmínek mohou činit jen 50 % celkových nákladů na tradiční čišťírnu.

Popsané zařízení má i četné výhody technologického rázu. Boční uspořádání separačního prostoru 31 umožňuje energeticky výhodné řešení aktivačního prostoru 30 s jediným válcovým vírem, umožňujícím udržení vysoké koncentrace aktivovaného kalu ve vlnosku v aktivaci s nízkým nárokem na energii. To spolu s vysokou účinností použité fluidní filtrace pro separaci aktivovaného kalu umožňuje dosahovat takřka extrémní koncentrace aktivovaného kalu až 20 kgm^{-3} . Toto zajišťuje - při ekonomickém provozu - dosahovat poměrně vysoké stáří kalu, což se výrazně projeví na kvalitativních parametrech čištění, zejména na odstraňování čpavku jeho oxidací na dusitany a dusičnany nitrifikačními pochody, probíhajícími souběžně s aerobními aktivačními procesy čištění uhlíkatých organických látek. Současně je dosahováno zvýšené stabilizace kalu, projevující se nízkým kalovým indexem až na 30 ml.g^{-1} . Dosahované odstranění čpavku je přitom velmi vysoké, přes 90 %, se zbytkovou hodnotou čpavku ve vyčištěné splaškové vodě okolo 1 mg.l^{-1} .

Využití neprovzdušňované sekce 2 objemu válcové nádrže aparátu sloužící pro mechanické předčištění souběžně i pro denitrifikační pochody, umožňuje dosáhnout i vysoké účinnosti při odstraňování celkového dusíkatého znečištění redukcí dusitanů a dusičnanů na plynný dusík denitrifikačními pochody. Tím je dosaženo kvalitativně nového efektu čištění u zařízení, majícího vliv nejen na zvýšenou kvalitu vody, ale i na snížení spotřeby energie zpětným využitím kyslíku z dusitanů a dusičnanů jejich redukcí na plynný dusík. Tato úspora energie, společně s úsporou v důsledku příznivého tvaru aktivačního prostoru, může být značná a dosahovat až 50 % podle charakteru odpadní vody. Účinnost nitrifikačních a zejména denitrifikačních pochodů je závislá na teplotě. Možnost podpovrchového uložení aparátu přispívá v tomto ohledu k udržení optimálního teplotního režimu při nižších teplotách okolí.

Efekt popsaných zařízení není omezen pouze na uvedené zvýšení kvality kalu a odstraňování dusíkatých látek, ale projevuje se i zvýšením kvality vyčištěné vody všeobecně. Tak například i na výrazném snížení fosforu. Tento efekt lze přičíst tokovému uspořádání v aktivaci. Tokové uspořádání v aktivaci se zvláště při řazení více nádrží v sérii blíží pístovému toku, který je výhodný zejména pro zvýšené odstraňování zbytkového znečištění. Mechanismus střídání aerobních a anaerobních podmínek, kterým je vystaven jednotný aktivovaný kal při cirkulaci v uzavřeném okruhu přes aerobní a anaerobní sekci, přispívá též ke zvětšení účinnosti pro odstraňování fosforu. To lze vysvětlit tím, že krátkodobé vystavení aktivovaného kalu nedostatku rozpuštěného kyslíku v aktivační směsi způsobuje u mikroorganismů jakýsi šok, který se projevuje hromaděním živých látek v buňkách těchto mikroorganismů nad míru, odpovídající podmínkám běžného aktivačního procesu.

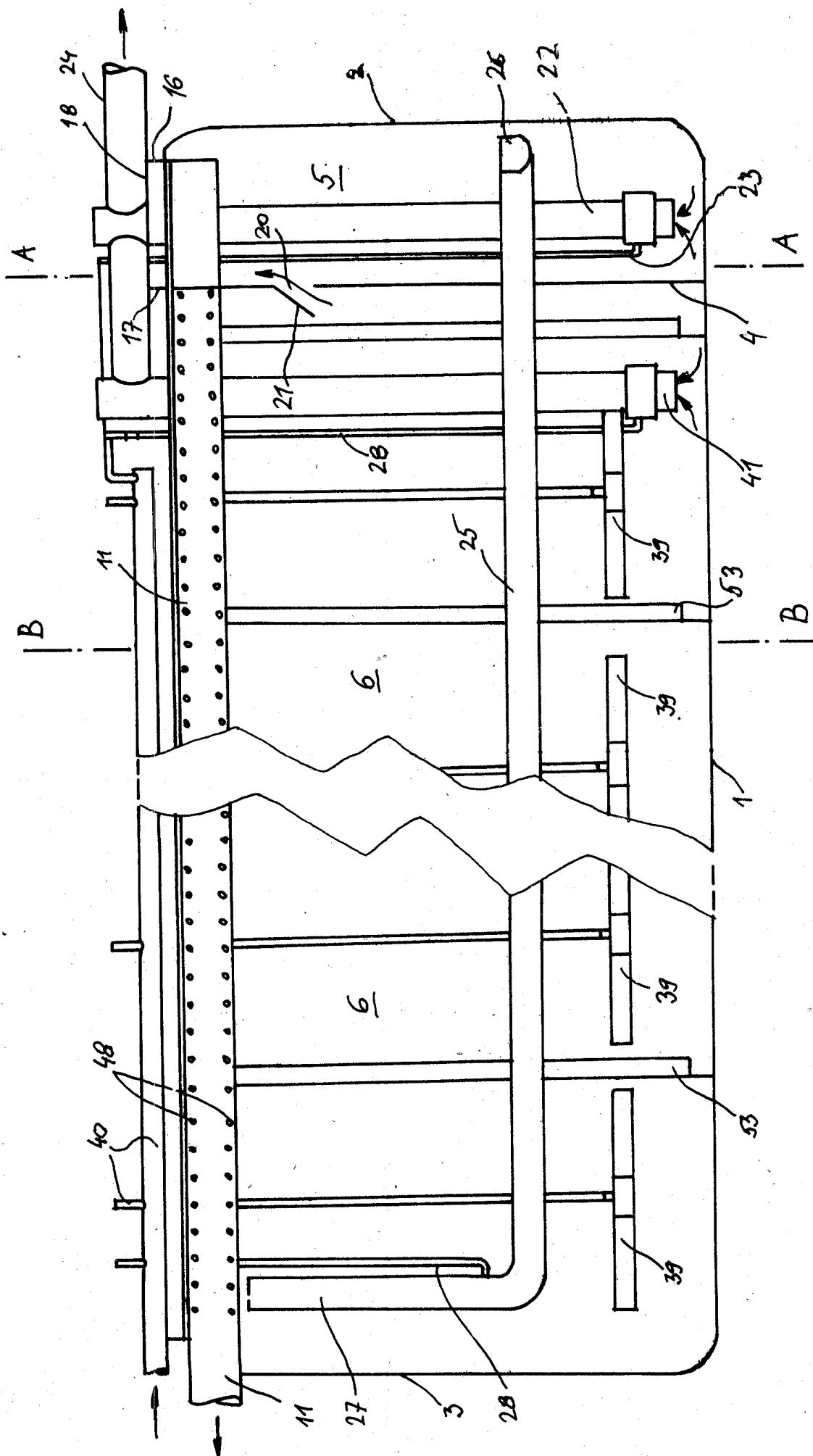
Dosahované vyšší kvalitativní parametry čištění odpadních vod se pak příznivě promítají do provozních nákladů na čištění snížením spotřeby energie, snížením množství produkovaného biologického kalu a jeho zlepšenou zpracovatelností a nižšími poplatky za zbytkové znečištění. Dosahovaná vysoká kvalita vyčištěné vody otevírá však i zcela nové možnosti v použití těchto zařízení v technologii vody. Např. odstranění čpavku a dusíkatých látek vůbec zjednodušuje chemické dočišťování biologicky vyčištěné vody a podstatně zvyšuje její účinnost po stránce chemických, tak i bakteriologických parametrů a snižuje spotřebu chemikálií pro tyto procesy. To umožňuje dosáhnout velmi vysoké kvality vody, kterou lze splnit i nejnáročnější požadavky, např. ochranu stojatých vod před entrofizací, nebo dosáhnout takovou kvalitu vyčištěné vody, umožňující její znovupoužití s velkými ekonomickými efekty. Dosažení těchto nových kvalitativních parametrů řadí zařízení podle vynálezu do nové generace aparátů pro čištění vody, které nesplňují pouze požadavek vyčištění vod před jejich vypuštěním do recipientů ale otevírají i cestu uzavřených cirkulačních okruhů, jakožto perspektivního řešení problému plynoucího z hrozícího nedostatku vody.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zařízení pro biologické čištění odpadních, zejména splaškových vod, včetně denitrifikace, sestávající z jedné nebo několika sériově zapojených, vedle sebe uspořádaných podélných

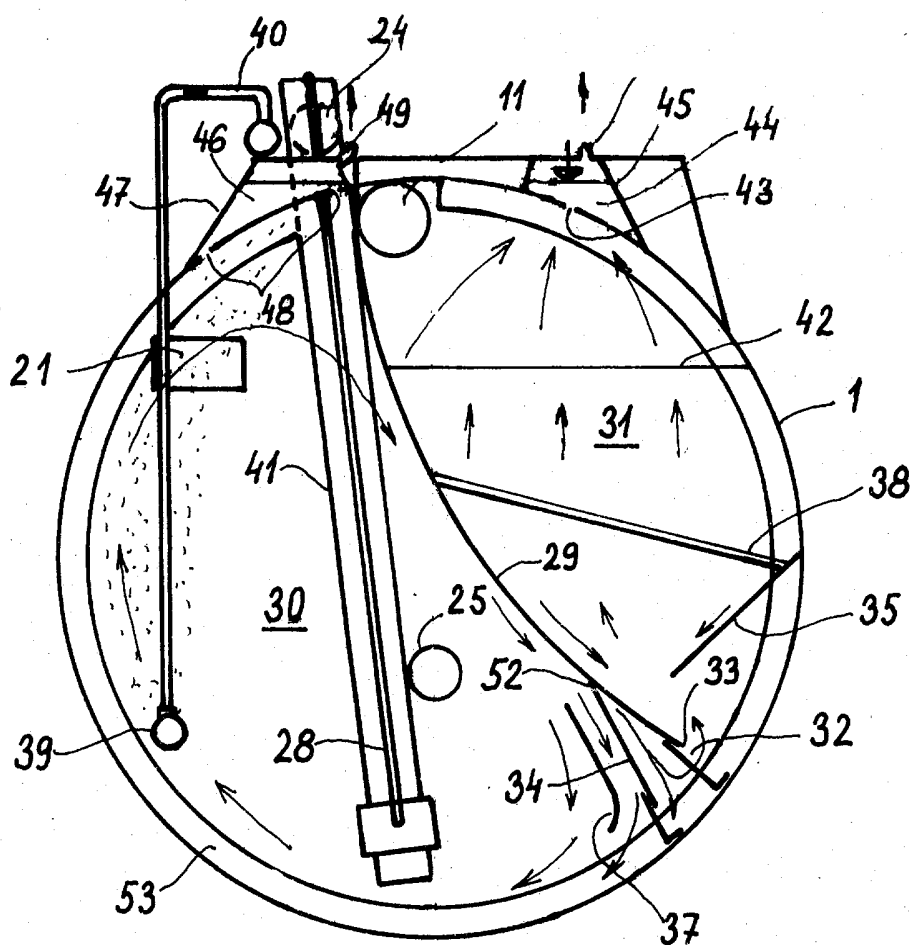
nádrží, vyznačené tím, že první nádrž je rozdělena dělicí stěnou (4), opatřenou propojovací pasáží (20), jednak na neprovzdušňovanou sekci (5) s přívodem (7) surové vody a s míchadlem (19), jednak na provzdušňovanou sekci (6), podélně rozdělenou oddělovací stěnou (29) na aktivační prostor (30), zahrnující provzdušňovací elementy (39) a na separační prostor (31) fluidní filtrace, komunikující s aktivačním prostorem (31), přičemž případně další seriově zapojené podélné nádrže jsou podélně rozděleny oddělovací stěnou (29) na aktivační prostor (30) a na separační prostor (31) fluidní filtrace.

2. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že přívod (7) surové vody v neprovzdušňované sekci (5) je napojen na rozdělovací koryto (8) s horní přelivovou hranou (10), přecházející do obtokového potrubí (11) a se spodní přelivovou hranou (9), na níž navazují česle (12), uspořádané v horní části neprovzdušňované sekce (5).
3. Zařízení podle bodu 1 a 2, vyznačené tím, že v neprovzdušňované sekci (5) je přepouštěcí potrubí (25), jehož vstup (26) je uspořádán proti proudu kapaliny a jehož vývod je v aktivačním prostoru (30) na jeho konci vytvořen jako mamutková pumpa (27).
4. Zařízení podle bodu 1 a 2, vyznačené tím, že neprovzdušňovaná sekce (5) je rozdělena stěnou (4), opatřenou pasáží (20) na vstupní část pro mechanické předčištění s částečnou denitrifikací a na denitrifikační část s autonomním míchadlem (19).
5. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že oddělovací stěna (29) probíhá ve válcové nádrži od její vnitřní vrcholové části obloukovitě do její spodní poloviny, a to vypoukne směrem do aktivačního prostoru (30) a její spodní hrana (33) tvoří s protilehlou částí pláště (1) vstupní pasáž (32) do separačního prostoru (31) fluidní filtrace.
6. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že v neprovzdušňované sekci (5) je mamutkové čerpadlo (22), napojené na odkalovací potrubí (24).
7. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že aktivační prostor (30) zahrnuje mamutkové čerpací zařízení (41) napojené na odkalovací potrubí (24).
8. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že v horní části separačního prostoru (31) je uspořádán odběrový systém pro tlakový odběr vyčištěné vody.
9. Zařízení podle bodu 8, vyznačené tím, že odběrový systém pro tlakový odběr vyčištěné vody je tvořen sběrnými otvory (43) vytvořenými v plášti (1) ústíci do sběru (44).

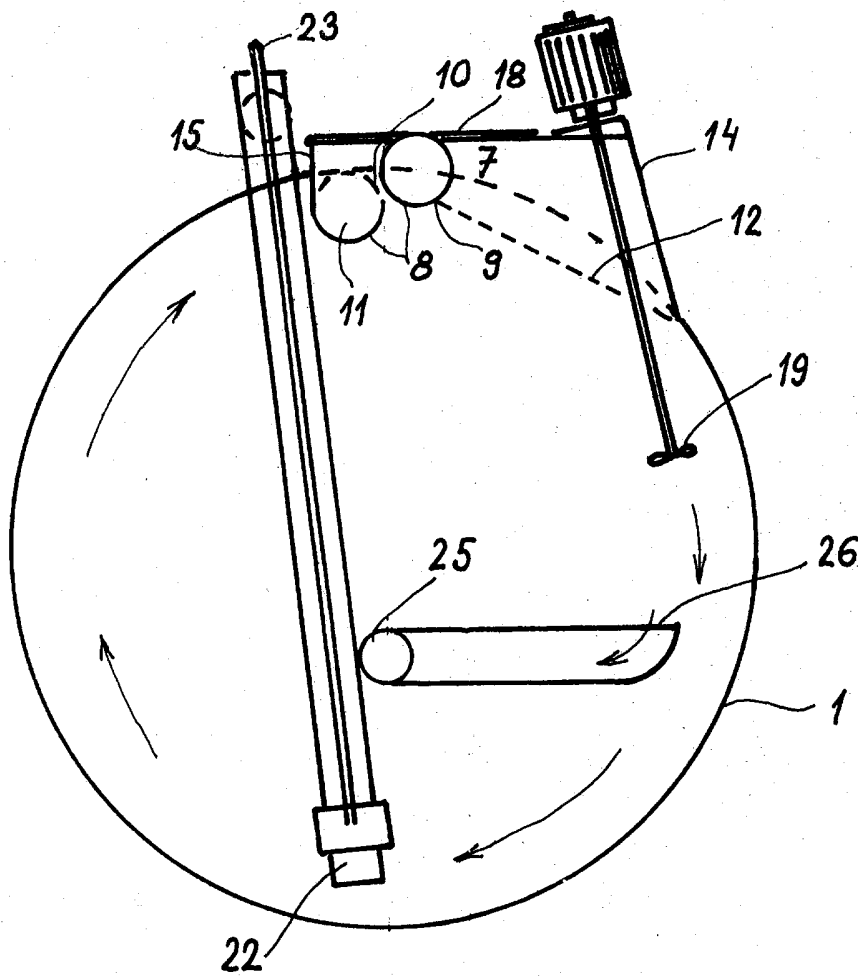


OBR. 1

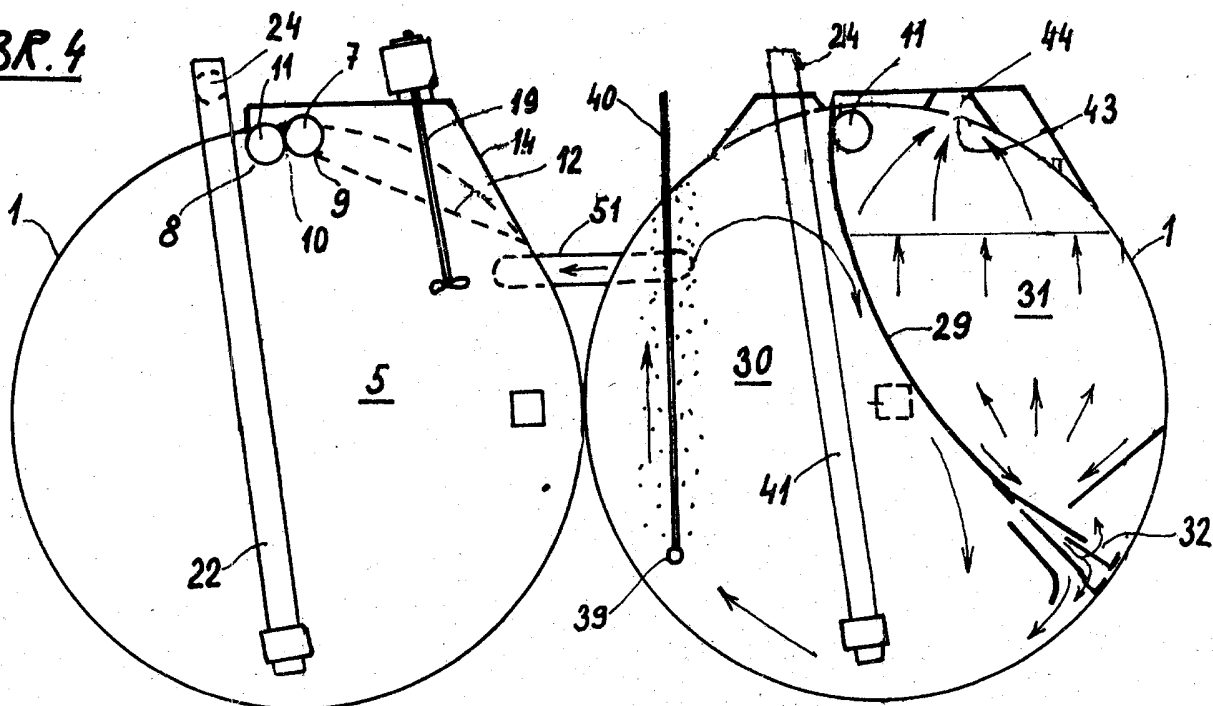
OBR. 3



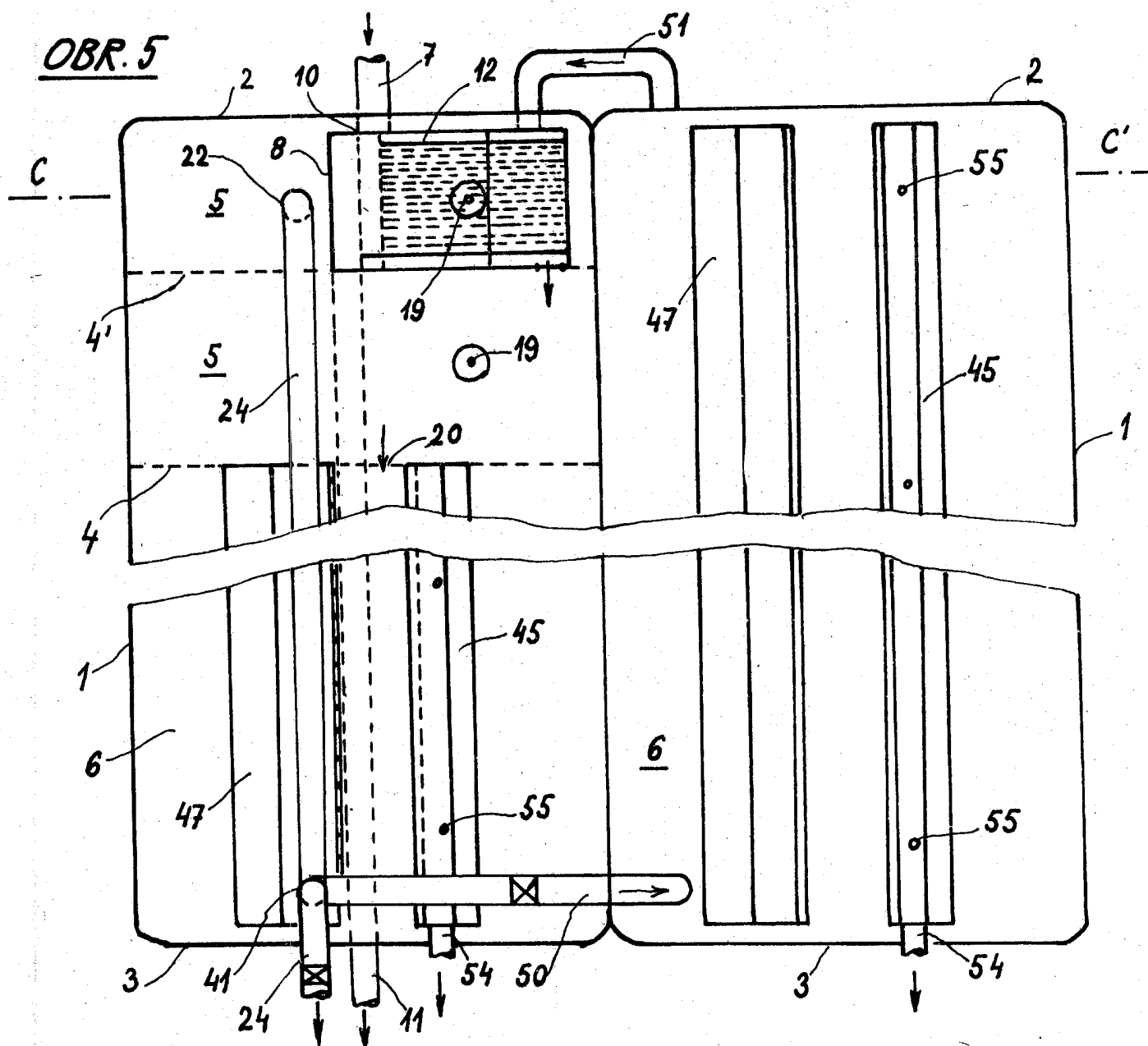
OBR. 2



OBR. 4



OBR. 5



OBJ. 6

