



PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU se žádostí o udělení patentu

Pořadové číslo: D23063637

(Vyplní Úřad)

Spisová značka přihlášky: PV 2023-296

Potvrzení o přijetí vydáno dne: 01.08.2023 14:27:22

MPT

Vyřizuje

Kód

DRUH PŘIHLÁŠKY

Typ přihlášky

národní

Druh přihlášky

Nová přihláška vynálezu

NÁZEV VYNÁLEZU

Zařízení a způsob hodnocení efektivity filtračních materiálů pro odstranění mikropolutantů z odpadních vod a jeho použití

PŘIHLAŠOVATEL

1 Právnícká osoba: Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 16500 Praha 6, Suchdol, Česká republika

Další identifikační údaje

IČ: 60460709

Přihlašovatel je i původcem

Ne

PŮVODCE

1 Ing. Švehla Pavel, PhD., Budějovická 365/24, 14000 Praha 4, Krč, Česká republika

Pokud si původce **nepřeje být zveřejněn** - vyplňte "ANO"

Ne

2 Ing. Míchal Pavel, Ph.D., Hošťálkova 1192/31, 16900 Praha 6, Břevnov, Česká republika

Pokud si původce **nepřeje být zveřejněn** - vyplňte "ANO"

Ne

3 Fyzická osoba: Bc. Grambličková Kateřina, č. p. 92, 26223 Buková u Příbramě, Česká republika

Pokud si původce **nepřeje být zveřejněn** - vyplňte "ANO"

Ne

4 Fyzická osoba: Doc. Ing. Hanč Aleš, Ph.D., K Horoměřicům 1185/57, 16500 Praha 6, Suchdol, Česká republika

Pokud si původce **nepřeje být zveřejněn** - vyplňte "ANO"

5 Fyzická osoba: Mgr. Grasserová Alena, V Třešňovce 170, 25244 Psáry, Dolní Jirčany, Česká republika

Pokud si původce **nepřeje být zveřejněn** - vyplňte "ANO"

ZÁSTUPCE

1 Právnícká osoba: HARBER IP s.r.o., Dukelských hrdinů 567/52, 17000 Praha 7, Holešovice, Česká republika
Tel. :222247483, Email: patents@harber-ip.cz, Dat.schr.: pr2x72e

Další identifikační údaje

IČ: 6735932, Č.j.zástupce: P2021CZ00, Ev.č. KPZ ČR: 2522

Na základě plné moci bude proveden u spisu zápis zástupce a plná moc nebude uložena jako prezidiální

Počet patentových nároků

PODNIKOVÝ VYNÁLEZ

Jedná se o PODNIKOVÝ VYNÁLEZ

NABÍDKA LICENCE

SEZNAM PŘÍLOH

Typ přílohy	Soubor
Plná moc <i>otisk přílohy (sha1): 0cc642336873ba527a5f385aa359507c69090d8b</i>	PoA_signed_HARBER.pdf
Výkresy <i>otisk přílohy (sha1): ea32ef14bd8ceea044b1ba408293b216ecb06ecc</i>	2023.08.01_PV vermifiltrace_drawings.pdf
Anotace <i>otisk přílohy (sha1): daebbe6ff177daf065cdc7b71d542e758a012e57</i>	2023.08.01_PV vermifiltrace_abstract.docx
Patentové nároky <i>otisk přílohy (sha1): 3cd43cc9cec5e8d94358adf4bbb6849a1ae7d2c2</i>	2023.08.01_PV vermifiltrace_claims.docx
Popis vynálezu <i>otisk přílohy (sha1): 14b0bde741ed6518c8fd0d3eb5b317898605a17c</i>	2023.08.01_PV vermifiltrace_description.docx

ŽÁDOST O ÚPLNÝ PRŮZKUM

ŽÁDÁM O PROVEDENÍ ÚPLNÉHO PRŮZKUMU u této přihlášky vynálezu podle zákona č. 527/1990 Sb., o vynálezech

O úplný průzkum lze požádat buď při podání přihlášky (výběrem ANO/NE ve formuláři) nebo formou samostatné žádosti kdykoli během následujících 36 měsíců.

SOUHLAS S PŘEDÁNÍM VÝSLEDKŮ REŠERŠE pro účely Pravidla 141 EPC přímo

Ano

Vysvětlivky (poznámka):

V případě, že budete z této přihlášky nárokovat právo přednosti v následné evropské patentové přihlášce a máte zájem, aby požadavek podle Pravidla 141 EPC, tj. předložení výsledků rešerše Evropskému patentovému úřadu (EPÚ) provedl přímo náš Úřad, pak vyberte volbu "ANO". Jinak musíte požadavku z Pravidla 141 EPC vyhovět sami.

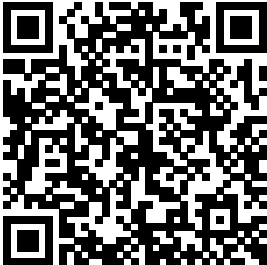
INFORMACE O VÝŠI SPRÁVNÍHO POPLATKU

Způsob platby

Převodem z účtu (možnost využít QR kód) *

poplatek 1200 Kč - PV - podání přihlašovatelem
Správní poplatek se platí při podání přihlášky.

Celkem k úhradě	1200 Kč
Číslo účtu	3711-21526001/0710
Variabilní symbol	9900386309
Konstantní symbol	1148



poplatek 3000 Kč - Žádost o provedení úplného průzkumu + 500 Kč za 11. a každý další patentový nárok
počet patentových nároků uvedených v přihlášce je 9

Celkem k úhradě	3000 Kč
Číslo účtu	3711-21526001/0710
Variabilní symbol	9900386320
Konstantní symbol	1148



Potvrzuji pravdivost a úplnost shora uvedených údajů a žádám o udělení patentu.

Příhlášku podává zástupce.

Datum	01.08.2023
Email	info@harber-ip.cz

Jméno a příjmení	Petra Fousková
-------------------------	----------------

.....
Podpis
(U právnické osoby případně i razítko)

VAROVÁNÍ PŘED AKTIVITOU PODVODNÝCH SUBJEKTŮ

Podvodné faktury vyzývající k zaplacení poplatků | Rejstříky, které nesouvisí s oficiálními rejstříky průmyslových práv Úřadu průmyslového vlastnictví

Úřad průmyslového vlastnictví upozorňuje přihlašovatele a vlastníky průmyslových práv a jejich zástupce, že mohou být písemně nebo elektronicky osloveni některými soukromými společnostmi s kontaktními údaji na území ČR nebo jiných států.

Nabízejí za různé poplatky v různých měnách zveřejnění, registraci či evidenci průmyslových práv v jejich rejstřících nebo databázích vedených na Internetu.

Úřad průmyslového vlastnictví opětovně varuje, že takovéto služby nikterak nesouvisí ani s úředními rejstříky či databázemi vedenými Úřadem průmyslového vlastnictví ani s právní ochranou poskytovanou podle příslušných právních předpisů. Nevyužití nabízených služeb nemá žádné právní účinky týkající se platnosti průmyslových práv.

Klamavé výzvy můžete zasílat na adresu: fraud@upv.gov.cz
více na upv.gov.cz

Zařízení a způsob hodnocení efektivity filtračních materiálů pro odstranění mikropolutantů z odpadních vod a jeho použití

Oblast techniky

Předkládané technické řešení se týká zařízení pro hodnocení efektivity odstranění mikropolutantů z odpadních vod filtrací přes vrstvu vhodného organického a anorganického materiálu. Toto zařízení může být využito v rámci identifikace optimálního postupu čištění odpadní vody daného chemického složení. Důraz je v rámci tohoto zařízení kladen na vysokou efektivitu odstranění mikropolutantů, tedy látek, které i při velice nízké koncentraci představují významné riziko pro životní prostředí. Předmětem zájmu jsou z tohoto pohledu především residua léčiv. S využitím zařízení je možno kvantifikovat míru vlivu mikrobiálního rozkladu, fyzikálně-chemických procesů a dalších faktorů na odstranění sledovaných látek a navrhnout parametry reálného systému pro čištění odpadních vod za účelem eliminace mikropolutantů.

Dosavadní stav techniky

Městské odpadní vody jsou zpravidla čištěny v tzv. mechanicko-biologických čistírnách odpadních vod (ČOV), tedy v zařízeních, která za účelem odstranění nejrozličnějších znečišťujících látek aplikují kombinaci mechanických, biologických a případně také fyzikálně-chemických procesů. Při čištění průmyslových odpadních vod je v závislosti na konkrétních vlastnostech zpracovávané vody, které jsou velice variabilní, zapotřebí aplikovat specifické procesy čištění založené nejčastěji na principu různých fyzikálně-chemických metod.

Významným problémem při čištění městských i průmyslových odpadních vod je skutečnost, že aktuálně dostupné a běžně aplikované procesy čištění zpravidla nejsou schopny zajistit dostatečně efektivní odstranění mikropolutantů typu residuí léčiv. Přestože se část těchto látek sorbuje na kal v průběhu primárního (mechanického) i sekundárního (biologického) čištění a další část podléhá biologickému rozkladu při biologickém čištění, ve vodě vypouštěné z ČOV do přírodních vod je obsah některých mikropolutantů stále relativně vysoký.

Podstata vynálezu

Z výše nastíněných důvodů se jeví jako nezbytné identifikovat vhodné inovativní postupy zpracování odpadních vod, které zajistí efektivní odstranění všech mikropolutantů vyskytujících se v odpadní vodě daného složení. Zajímavou možností je filtrace odpadní vody přes vrstvu vhodného organického materiálu. Tento po technické i ekonomické stránce poměrně nenáročný postup může být za určitých okolností schopen eliminovat pestrou škálu mikropolutantů s využitím kombinace různých biologických a fyzikálně-chemických procesů probíhajících ve vrstvě řešeného materiálu.

Zvláštní pozornost je potřeba věnovat možnosti využití vermikompostu jako filtračního media. Vermikompostem se rozumí organický materiál rozložený působením žížal. Při vermikompostování dochází k degradaci vhodné organické hmoty v rámci součinnosti aktivity žížal a různých skupin mikroorganismů. Jednou ze surovin využitelných pro proces vermikompostování je kal vznikající při čištění odpadních vod. Tento materiál obsahuje pochopitelně řadu mikropolutantů vyskytujících se v odpadní vodě, při jejímž čištění byl kal vyprodukovan. Při vermikompostování tohoto materiálu, které je poměrně dlouhodobým procesem, vzniká směsná kultura mikroorganismů, která se postupně adaptuje na podmínky prostředí a díky tomu je schopná biologické degradace řady mikropolutantů. K eliminaci mikropolutantů může přispět i vlastní aktivita žížal, resp. enzymů, které žížaly produkují. V produktu vermikompostovacího procesu (tedy ve vzniklém vermikompostu) pak pochopitelně zůstává zmíněná mikrobiální kultura i enzymy produkované žížalami a v řadě případů také vlastní živé žížaly.

Za předpokladu aplikace vermikompostu jako filtrační vrstvy pro čištění odpadních vod je pak možno využít specifickou směsnou mikrobiální kulturu schopnou degradovat mikropolutanty, která byla vykultivována při vermikompostování substrátu obsahujícího kal z čištění odpadních vod, a enzymy produkované žížalami, které také přispívají k biochemickému rozkladu řešených mikropolutantů. V případě, že vermikompost použitý jako filtrační materiál bude obsahovat také živé žížaly, bude možno využít i jejich vlastní aktivitu za účelem odstranění řešených mikropolutantů.

Schopnost vermikompostu i jakéhokoliv jiného organického materiálu využitelného jako filtrační vrstva pro zpracování odpadních vod za účelem zachytit různé mikropolutanty (např. kompostu, odvodněného kalu z čištění odpadních vod, separátu vznikajícího při odvodňování fermentačního zbytku v rámci provozu bioplynových stanic, drcené kůry stromů, vláken získaných ze slupek kokosových ořechů, dřevní štěpky, pilin atd. či různých směsí zmíněných materiálů) je však velice selektivní. Různé mikropolutanty vykazují velice různorodou biologickou rozložitelnost a silně se

liší také možnost zachycení různých mikropolutantů fyzikálně-chemickými procesy, ze kterých je nejvýznamnější sorpce na použitý filtrační materiál. Proto se jeví jako nezbytné vyvinout zařízení, s jehož využitím bude možné určovat efektivitu odstranění konkrétních mikropolutantů ve vrstvě přesně definovaného organického materiálu. Zároveň je zapotřebí, aby toto zařízení mělo schopnost kvantifikovat podíl biochemických rozkladných procesů, fyzikálně-chemických dějů a dalších faktorů na odstranění konkrétních mikropolutantů v konkrétních podmínkách. Takové zařízení není dosud k dispozici.

Cílem předkládaného vynálezu je poskytnout zařízení, které umožňuje posuzovat možnost odstranění různých mikropolutantů z odpadních vod filtrací přes vhodný organický materiál. Zařízení je schopno posoudit efektivitu odstranění jednotlivých sledovaných látek při zpracování reálné odpadní vody, zároveň ale může sloužit k hodnocení účinnosti odstranění konkrétních látek přidávaných ve formě synteticky připraveného roztoku dané látky či směsi několika sledovaných látek. Hlavní pozornost je přitom věnována eliminaci organických látek, zejména residuům léčiv. Zařízení, které je předmětem předkládaného vynálezu, umožní 1) vyhodnotit efektivitu odstranění jednotlivých konkrétních mikropolutantů obsažených v reálné odpadní vodě či v jejich synteticky připraveném roztoku v případě aplikace různých organických materiálů jako filtrační vrstvy 2) identifikovat optimální organický materiál použitelný jako filtrační vrstva pro čištění odpadní vody konkrétních vlastností za účelem eliminace mikropolutantů 3) kvantifikovat podíl mikrobiálního rozkladu, fyzikálně-chemických procesů a dalších faktorů na odstranění konkrétních mikropolutantů v daných podmínkách.

S výhodou je možno jako organický filtrační materiál pro zpracování odpadních vod za účelem eliminace mikropolutantů použít vermikompost vzniklý vermikompostováním substrátu obsahujícího kal z čištění odpadních vod. Tento materiál obsahuje směsnou mikrobiální kulturu schopnou biologické degradace mikropolutantů organické povahy. Zároveň je u něj možno předpokládat schopnost zachytit mikropolutanty sorpcí. Významnou roli při odstraňování mikropolutantů může při použití takového vermikompostu hrát i aktivita živých žižal.

Předmětem předkládaného vynálezu je tedy zařízení pro testování efektivity filtračních materiálů při filtraci odpadní vody za účelem odstranění mikropolutantů, které obsahuje:

- zásobní nádrž sloužící jako zásobník zpracovávané odpadní vody, resp. zásobník syntetického roztoku řešeného mikropolutantu, resp. směsi několika řešených mikropolutantů;

- rozvodný systém sloužící k transportu zpracovávané odpadní vody, resp. zpracovávaného syntetického roztoku řešených mikropolutantů, z nádrže použité jako zásobník zpracovávané odpadní vody, resp. zásobník syntetického roztoku řešených mikropolutantů, do filtračních kolon; s výhodou je rozvodný systém tvořený soustavou hadiček z vhodného materiálu, s výhodou ze silikonu, a čerpadly vhodných parametrů, s výhodou peristaltickými čerpadly;
- soustavu alespoň dvou, s výhodou čtyř či více, výhodněji pěti či více, filtračních kolon identických rozměrů; s výhodou je celkový objem každé použité filtrační kolony v rozmezí od 2 do 10 l, a její průměr je s výhodou v rozmezí od 5 do 20 cm, přičemž každá kolona obsahuje vstup, výstup a minimálně dva, s výhodou minimálně tři rozebíratelné filtrační moduly tvořící od sebe navzájem oddělitelné filtrační vrstvy, přičemž mezi jednotlivými filtračními vrstvami (moduly) je umístěna izolační mezivrstva, s výhodou na bázi tkané nebo netkané vodopropustné textilie a/nebo kovové mřížky; spodní filtrační vrstva (spodní modul), výhodněji dvě či více spodních filtračních vrstev (modulů) slouží k mechanické filtraci zpracovávané odpadní vody a je, respektive jsou, vyplněna/vyplněny anorganickým materiálem, typicky štěrkem či pískem vhodné zrnitosti, přičemž v případě dvou či více vrstev anorganického materiálu ve výhodném provedení roste velikost částic použitého anorganického materiálu od výše umístěných vrstev směrem ke spodnějším vrstvám;

horní filtrační vrstva (horní modul) slouží k samotné filtraci přes vrstvu vhodného organického materiálu. Pro testování efektivity filtračních materiálů je žádoucí, aby jednotlivé filtrační kolony měly navzájem různý filtrační materiál v alespoň jednom z filtračních modulů, tedy aby se lišily například typem organického filtračního materiálu a/nebo typem anorganického filtračního materiálu.

Zařízení dále obsahuje výstupní nádrže pro odpadní vodu zpracovanou v jednotlivých filtračních kolonách, resp. zásobníky syntetického roztoku řešených mikropolutantů zpracovaného ve filtračních kolonách.

Zpracovávaná odpadní voda, resp. zpracovávaný roztok sledovaných mikropolutantů, přichází do filtrační kolony vstupem umístěným v horním okraji filtrační kolony. Průtok zpracovávané odpadní vody, resp. roztoku sledovaných mikropolutantů, filtrační kolonou je gravitační. Odpadní voda, resp. roztok sledovaných mikropolutantů, opouští filtrační kolonu výstupem umístěným v dolním okraji filtrační kolony.

Ve výhodném provedení obsahuje předkládané zařízení čtyři filtrační kolony, připojené ke čtyřem navzájem odděleným výstupním nádržím, přičemž rozvodný systém s výhodou obsahuje čtyři peristaltická čerpadla pro čerpání kapaliny ze zásobní nádrže do jednotlivých filtračních kolon.

Ve výhodném provedení je organickým filtračním materiálem ve filtračním modulu pro filtraci v organické vrstvě vermikompost, s výhodou vyrobený vermikompostovacím procesem kalu z čištění odpadních vod. Uvedený vermikompostovací proces může probíhat následovně: Kal z čištění odpadních vod se v rámci provozu dané ČOV zpracuje anaerobní či aerobní stabilizací a následně se odvodní. Před zahájením vermikompostovacího procesu se smíchá s vhodným organickým materiálem vykazujícím široký hmotnostní poměr C:N, s výhodou je hmotnostní poměr C:N v rozmezí 80:1 až 200:1 (například se slámou, dřevní štěpkou, dřevními pilinami, resp. hoblinami, či odpadním papírem). S výhodou se tento materiál s kalem míchá v poměru 1 : 4 - materiál : kal z čištění odpadních vod; jedná se o hmotnostní poměr sušiny obou substrátů. Po dodání žíhal trvá následný vermikompostovací proces v rozmezí od šesti do dvanácti měsíců.

V jednom provedení každá filtrační kolona obsahuje alespoň tři rozebíratelné filtrační moduly navzájem oddělené izolačními mezivrstvami, přičemž filtrační moduly pro filtraci v anorganické vrstvě obsahují anorganický filtrační materiál a filtrační modul pro filtraci v organické vrstvě obsahuje organický filtrační materiál, přičemž filtrační modul pro filtraci v organické vrstvě je umístěný blíže ke vstupu (výše) než filtrační moduly pro filtraci v anorganické vrstvě (níže), a přičemž jednotlivé filtrační kolony mají navzájem různý filtrační materiál v alespoň jednom z filtračních modulů.

V jednom provedení zařízení může obsahovat čtyři filtrační kolony, z nichž každá obsahuje dva filtrační moduly pro filtraci v anorganické vrstvě a jeden filtrační modul pro filtraci v organické vrstvě. V každé z kolon je jeden filtrační modul pro filtraci v anorganické vrstvě naplněn štěrkem a druhý filtrační modul pro filtraci v anorganické vrstvě je naplněn pískem. Jednotlivé filtrační kolony se liší organickým filtračním materiálem ve filtračních modulech pro filtraci v organické vrstvě. V jedné filtrační koloně není organický filtrační materiál přítomný, ve druhé je organickým filtračním materiálem vermikompost vyrobený vermikompostovacím procesem kalu z čištění odpadních vod a sterilizovaný při teplotě alespoň 80 °C, ve třetí filtrační koloně je organickým filtračním materiálem vermikompost vyrobený vermikompostovacím procesem kalu z čištění

odpadních vod včetně přítomných žížal a jejich kokonů a ve čtvrté filtrační koloně je organickým filtračním materiálem vermikompost vyrobený vermikompostovacím procesem kalu z čištění odpadních vod, ze kterého byly žížaly a jejich kokony odstraněny.

Ve výhodném provedení jsou filtrační kolony zhotoveny z průhledného materiálu, nejvýhodněji z plexiskla, a průtok zpracovávané odpadní vody, resp. roztoku sledovaných mikropolutantů filtrační kolonou je gravitační.

V horní části každé z filtračních kolon (s výhodou mezi vstupem a filtračním modulem pro filtraci v organické vrstvě) může být umístěn prostředek pro zajištění rovnoměrné distribuce zpracovávané odpadní vody, resp. syntetického roztoku sledovaných mikropolutantů po celém průřezu filtrační kolony; s výhodou je možno použít kovovou mřížku o velikosti otvorů v rozmezí od 0,25 do 2 mm², na kterou odkapává z rozvodného systému zpracovávaná odpadní voda, resp. zpracovávaný syntetický roztok řešených mikropolutantů.

Anorganický filtrační materiál ve filtračních modulech pro filtraci v anorganické vrstvě je s výhodou vybrán ze skupiny zahrnující štěrk, písek, drcený vápenec. Velikost částic anorganického filtračního materiálu je s výhodou v rozmezí od 1 mm do 1 cm.

V rámci výše popsaného zařízení je ze zásobní nádrže rozvodným systémem dodávána hodnocená odpadní voda, resp. je dodáván syntetický roztok sledovaných mikropolutantů, do filtračních kolon. Na základě stanovení koncentrace sledovaných mikropolutantů v roztoku vstupujícím do filtračních kolon (v řešené odpadní vodě, resp. v syntetickém roztoku sledovaných mikropolutantů) a koncentrace sledovaných látek ve výstupu z filtračních kolon (výstupních nádržích) je možno určit účinnost odstranění dané sledované látky v jednotlivých filtračních kolonách.

Předmětem předkládaného vynálezu je tedy dále způsob hodnocení efektivity filtračních materiálů na filtraci odpadních vod, který obsahuje kroky:

- filtrační kolony výše popsaného zařízení se naplní testovanými filtračními materiály;
- stanoví se koncentrace (c_0) sledovaného polutantu v odpadní vodě;
- ze zásobní nádrže se rozvodným systémem čerpá odpadní voda do připojených filtračních kolon;
- stanoví se koncentrace (c_1) sledovaného polutantu v každé výstupní nádrži;

- účinnost každé filtrační kolony na filtraci sledovaného polutantu se vypočítá jako podíl rozdílu koncentrací ($c_0 - c_1$) sledovaného polutantu v odpadní vodě a ve výstupní nádrži a koncentrace (c_0) sledovaného polutantu v odpadní vodě.

V jednom provedení zařízení obsahujícím čtyři filtrační kolony, může hodnocení filtračních materiálů probíhat následujícím způsobem:

Každá filtrační kolona obsahuje dva filtrační moduly pro filtraci v anorganické vrstvě a jeden filtrační modul pro filtraci v organické vrstvě. V každé z kolon je jeden filtrační modul pro filtraci v anorganické vrstvě naplněn štěrkem a druhý filtrační modul pro filtraci v anorganické vrstvě je naplněn pískem. Jednotlivé filtrační kolony se liší organickým filtračním materiálem ve filtračních modulech pro filtraci v organické vrstvě. V jedné filtrační koloně není organický filtrační materiál přítomný, ve druhé je organickým filtračním materiálem vermikompost vyrobený vermikompostovacím procesem kalu z čištění odpadních vod a sterilizovaný při teplotě alespoň 80 °C, ve třetí filtrační koloně je organickým filtračním materiálem vermikompost vyrobený vermikompostovacím procesem kalu z čištění odpadních vod včetně přítomných žíhal a jejich kokonů a ve čtvrté filtrační koloně je organickým filtračním materiálem vermikompost vyrobený vermikompostovacím procesem kalu z čištění odpadních vod, ze kterého byly žíhaly a jejich kokony odstraněny. Vertikální uspořádání jednotlivých modulů je shora dolů následující: filtrační modul pro filtraci v organické vrstvě, filtrační modul pro filtraci v anorganické vrstvě naplněný pískem, filtrační modul pro filtraci v anorganické vrstvě naplněný štěrkem.

Hodnocení efektivity odstranění sledovaných mikropolutantů ze zpracovávané odpadní vody je provedeno následujícím postupem:

Podíl procesů probíhajících v anorganické vrstvě na eliminaci sledovaných mikropolutantů je vyhodnocen s využitím filtrační kolony, ve které modul pro filtraci v organické vrstvě není zaplněn testovaným organickým materiálem. Účinnost odstranění konkrétního mikropolutantu fyzikálně-chemickými procesy probíhajícími v anorganické vrstvě filtračního materiálu (E_{anorg}) v procentech je určena z koncentrace daného mikropolutantu ve zpracovávané odpadní vodě v zásobní nádrži, resp. z jeho koncentrace ve zpracovávaném syntetickém roztoku řešených mikropolutantů (c_0), a z koncentrace daného mikropolutantu v odtoku z filtrační kolony, tedy ve výstupní nádrži filtrační kolony, ve které modul pro filtraci v organické vrstvě není zaplněn testovaným organickým materiálem (c_1). Tato účinnost v procentech je vypočtena dle následujícího vztahu (1):

$$E_{\text{anorg}} = (C_0 - C_1)/C_0 \cdot 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Podíl fyzikálně-chemických procesů na eliminaci sledovaných mikropolutantů v organické vrstvě je vyhodnocen s využitím filtrační kolony, ve které je jako vrstva organického materiálu použit materiál, který byl před zahájením provozu zařízení sterilizován. Účinnost odstranění sledovaného mikropolutantu fyzikálně-chemickými procesy probíhajícími ve vrstvě testovaného organického materiálu (E_{F-CH}) je určena z koncentrace daného mikropolutantu ve zpracovávané odpadní vodě v zásobní nádrži, resp. z jeho koncentrace ve zpracovávaném syntetickém roztoku řešených mikropolutantů (c_0), a z koncentrace daného mikropolutantu v odtoku z filtrační kolony, tedy ve výstupní nádrži filtrační kolony, ve které je jako vrstva organického materiálu v modulu pro filtraci v organické vrstvě použit materiál, který byl před zahájením provozu zařízení sterilizován (c_2). V případě nenulové účinnosti odstranění sledovaného mikropolutantu v důsledku průběhu fyzikálně-chemických procesů probíhajících ve vrstvě anorganického materiálu (E_{anorg}), viz předchozí bod) je tato účinnost odečtena. Účinnost odstranění sledovaného mikropolutantu fyzikálně-chemickými procesy probíhajícími ve vrstvě testovaného organického materiálu v procentech je pak vypočtena dle následujícího vztahu (2):

$$E_{F-CH} = (C_0 - C_2)/C_0 \cdot 100\% - E_{anorg} \dots\dots\dots (2)$$

V případě použití dvou či více nezávislých filtračních kolon sloužících ke kvantifikaci vlivu fyzikálně-chemických procesů je vlastní příspěvek fyzikálně-chemických procesů probíhajících v organické vrstvě k odstranění sledovaných mikropolutantů určen jako účinnost eliminace daného mikropolutantu zaznamenaná v koloně, ve které je pokles koncentrace daného mikropolutantu nejmenší.

Možnost zvýšení efektivity odstranění sledovaných mikropolutantů v důsledku mikrobiálního rozkladu je posuzována s využitím filtrační kolony, ve které je jako vrstva organického materiálu použit organický materiál, který nebyl podroben sterilizaci zmíněné výše. Podíl odstranění sledovaného mikropolutantu v důsledku mikrobiální aktivity je určen jako účinnost ($E_{mikrobia}$) vypočtená z jeho koncentrace ve zpracovávané odpadní vodě v zásobní nádrži, resp. z jeho koncentrace ve zpracovávaném syntetickém roztoku řešených mikropolutantů (c_0), a z koncentrace sledovaného mikropolutantu v odtoku z filtrační kolony, tedy ve výstupní nádrži filtrační kolony, ve které je jako vrstva organického materiálu v modulu pro filtraci v organické vrstvě použit materiál, který nebyl před zahájením provozu zařízení sterilizován (c_3), snížená o účinnost odstranění zjištěnou v důsledku průběhu fyzikálně-chemických procesů v organické vrstvě (E_{F-CH} , viz předchozí bod). V případě nenulové účinnosti odstranění sledovaného

mikropolutantu ve vrstvě anorganického materiálu (E_{anorg}) je tato účinnost odečtena také. Účinnost odstranění sledovaného mikropolutantu mikrobiálním rozkladem probíhajícími ve vrstvě testovaného organického materiálu v procentech je pak vypočtena dle následujícího vztahu (3):

$$E_{\text{mikrobia}} = (c_0 - c_3)/c_0 \cdot 100\% - E_{\text{F-CH}} - E_{\text{anorg}} \dots\dots\dots (3)$$

V případě použití vermikompostu jakožto materiálu tvořícího organickou vrstvu filtrační kolony je účinnost odstranění daného mikropolutantu způsobená vlastní aktivitou žížal ($E_{\text{žížaly}}$) určena z jeho koncentrace ve zpracovávané odpadní vodě, resp. z jeho koncentrace ve zpracovávaném syntetickém roztoku řešených mikropolutantů (c_0), a z koncentrace daného mikropolutantu v odtoku z filtrační kolony (výstupní nádrži), ve které je jako vrstva organického materiálu v modulu pro filtraci v organické vrstvě použit vermikompost obsahující žížaly (c_4), přičemž je odečtena účinnost zaznamenaná v koloně, ve které byl použit vermikompost zbavený veškerých žížal (E_{mikrobia}), účinnost odstranění zjištěná v důsledku průběhu fyzikálně-chemických procesů v organické vrstvě ($E_{\text{F-CH}}$) a účinnost odstranění sledovaného mikropolutantu ve vrstvě anorganického materiálu (E_{anorg}) – viz předchozí body. Účinnost odstranění sledovaného mikropolutantu dosažená v přímé souvislosti s aktivitou žížal je pak vypočtena dle následujícího vztahu (4):

$$E_{\text{žížaly}} = (c_0 - c_4)/c_0 \cdot 100\% - E_{\text{mikrobia}} - E_{\text{F-CH}} - E_{\text{anorg}} \dots\dots\dots (4)$$

Zařízení je koncipováno jako soustava filtračních kolon provozovaných paralelně. V tomto uspořádání je zařízení schopno kvantifikovat podíl jednotlivých filtračních materiálů na odstranění konkrétních sledovaných látek. Případné odstranění sledovaných mikropolutantů v anorganické vrstvě je možno kvantifikovat s využitím filtrační kolony, do které není umístěna organická vrstva. Podíl fyzikálně-chemických procesů na eliminaci sledovaných mikropolutantů v organické vrstvě je možno vyhodnocovat s využitím filtrační kolony, ve které je jako vrstva organického materiálu použit materiál, který byl před zahájením provozu zařízení sterilizován. Ve výhodném provedení je sterilizace provedena s využitím autoklávu. V nejvýhodnějším provedení je podíl fyzikálně-chemických procesů na odstranění sledovaných mikropolutantů paralelně vyhodnocován ve dvou či více na sobě nezávislých filtračních kolon, přičemž v jedné z těchto kolon je sterilizace provedena s využitím autoklávu a v další koloně, resp. v dalších kolonách, je za účelem sterilizace aplikován jiný proces, např. UV záření, ozonizace, chlorace či zahřívání ve vodní lázni. Proces sterilizace realizovaný jakýmkoliv z výše uvedených procesů vyloučí průběh veškerých

biochemických procesů a eliminaci sledovaného mikropolutantu v této filtrační koloně je možno připsat výhradně fyzikálně-chemickým procesům.

V případě využití dvou či více filtračních kolon, ve kterých je sterilizace provedena různými postupy, je možno posoudit případný vliv vlastního procesu vedoucího ke sterilizaci na eventuální zvýšení efektu fyzikálně-chemických procesů na odstranění sledovaných mikropolutantů (například zvýšení intensity sorpce v důsledku zvýšení specifického povrchu filtračního materiálu či zvýšení množství aktivních skupin pro chemisorpci vyvolané termickou úpravou v autoklávu). V případě použití dvou či více nezávislých filtračních kolon sloužících ke kvantifikaci vlivu fyzikálně-chemických procesů (viz výše) je pak reálný příspěvek fyzikálně-chemických procesů k odstranění sledovaných mikropolutantů možno určit jako množství látky eliminované v koloně, ve které je pokles koncentrace látky nejmenší. Možnost zvýšení efektivity odstranění sledovaných mikropolutantů v důsledku mikrobiálního rozkladu je možno posuzovat s využitím filtrační kolony, ve které je jako vrstva organického materiálu použit materiál, který nebyl podroben sterilizaci zmíněné výše. Příspěvek mikrobiálního rozkladu k odstranění sledovaných mikropolutantů je pak možno odhadnout jako účinnost odstranění sledovaného mikropolutantu v této koloně sníženou o účinnost připadající na fyzikálně-chemické procesy, tedy o účinnost zaznamenanou ve filtrační koloně provozované bez organické vrstvy a ve filtrační koloně pracující s organickým materiálem podrobeným sterilizaci.

V případě použití vermikompostu jakožto materiálu tvořícího organickou vrstvu filtrační kolony (organický filtrační materiál) je možno samostatně vyhodnotit také vliv vlastní aktivity žížal na eliminaci sledované látky. V tomto případě je zapotřebí test s organickým materiálem provést ve dvou provedeních, respektive ve dvou samostatných filtračních kolonách. V jedné z nich se použije materiál zbavený veškerých žížal včetně jejich vývojových stadií (tzv. kokonů), ve druhé koloně proběhne test včetně žížal v jejich počtu odpovídajícím průměrnému počtu ve vermikompostu, který je ve filtračních kolonách použit jako vrstva organického materiálu. Podíl aktivity žížal na odstranění hodnoceného mikropolutantu je pak možno určit jako rozdíl podílu jeho odstranění v koloně pracující s žížalami a v koloně provozované bez žížal.

Předmětem předkládaného vynálezu je dále použití výše popsaného zařízení pro testování filtračních materiálů pro čištění odpadních vod, zejména pro testování organických filtračních materiálů, s výhodou různých druhů vermikompostu.

Objasnění vyobrazení

Obrázek 1: Základní schéma zařízení pro hodnocení efektivity odstranění mikropolutantů z odpadních vod filtrací přes vrstvu vhodného organického materiálu, které obsahuje nádrž 1 vstupu, rozvodný systém 2, soustavu čtyř identických filtračních kolon 3 a nádrže 4 výstupu.

Obrázek 2: Základní schéma filtrační kolony se dvěma filtračními moduly, použité v zařízení pro hodnocení efektivity odstranění mikropolutantů z odpadních vod filtrací přes vrstvu vhodného organického materiálu, která obsahuje vlastní filtrační kolonu s izolačními mezivrstvami B, modul, resp. moduly C pro filtraci v anorganické vrstvě, modul D pro filtraci v organické vrstvě, vstup E, výstup F a mechanismus G pro zajištění rovnoměrné distribuce vzorku.

Obrázek 3: Schéma filtrační kolony se třemi filtračními moduly, použité v zařízení pro hodnocení efektivity odstranění mikropolutantů z odpadních vod filtrací přes vrstvu vhodného organického materiálu, která obsahuje vlastní filtrační kolonu s izolačními mezivrstvami B, modul, spodní modul C1 pro filtraci v anorganické vrstvě, horní modul C2 pro filtraci v anorganické vrstvě, modul D pro filtraci v organické vrstvě, vstup E, výstup F a mechanismus G pro zajištění rovnoměrné distribuce vzorku.

Příklady uskutečnění vynálezu

Bylo sestrojeno zařízení pro hodnocení efektivity odstranění mikropolutantů z odpadních vod filtrací přes vrstvu organického materiálu, jehož schéma je uvedeno na Obr. 1. Toto zařízení obsahovalo zásobní nádrž 1 sloužící jako zásobník syntetického roztoku obsahujícího jako sledované mikropolutanty karbamazepin, diklofenak a hydrochlorothiazid v koncentraci $10 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a ibuprofen v koncentraci $50 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$; rozvodný systém 2 sloužící k transportu zpracovávaného roztoku tvořený soustavou silikonových hadiček a čtyřmi peristaltickými čerpadly; soustavu čtyř identických filtračních kolon 3, přičemž celkový objem každé z kolon činil 6 l a vnitřní průměr kolon byl 12,5 cm, a výstupních nádrží 4 sloužících jako zásobníky syntetického roztoku řešených mikropolutantů zpracovaného ve filtračních kolonách. Schéma použitých filtračních kolon 3 je uvedeno na Obr. 3. Každá filtrační kolona 3 byla tvořena třemi odnímatelnými moduly tvořícími od sebe navzájem oddělitelné vrstvy, přičemž mezi jednotlivé vrstvy byly vloženy izolační mezivrstvy B na bázi textilního materiálu v kombinaci s kovovou mřížkou; dva spodní moduly pro filtraci v anorganické vrstvě, které sloužily k mechanické filtraci zpracovávaného roztoku řešených mikropolutantů, byly vyplněny anorganickým materiálem. Horní modul D pro filtraci v organické vrstvě sloužil k samotné filtraci přes vrstvu organického materiálu. Filtrační kolony 3

popsané na Obr. 3 byly zhotoveny z plexiskla; zpracováváný roztok sledovaných mikropolutantů přicházel do filtrační kolony 3 ze zásobní nádrže 1 vstupem E umístěným v horním okraji filtrační kolony 3; průtok roztoku sledovaných mikropolutantů filtračními kolonami byl gravitační; roztok sledovaných mikropolutantů byl z filtrační kolony 3 odváděn výstupem F umístěným v dolním okraji filtrační kolony 3; ve filtračních kolonách 3 byl umístěn prostředek G pro zajištění rovnoměrné distribuce syntetického roztoku sledovaných mikropolutantů po celém průřezu všech použitých filtračních kolon, tvořený kovovou mřížkou s oky o velikosti 0,5 cm x 0,5 cm. Prostředek G byl kruhového tvaru, který odpovídal vnitřnímu průměru filtračních kolon 3.

Jednotlivé filtrační kolony 3 byly označeny jako R1, R2, R3 a R4. Zpracováváný roztok mikropolutantů byl do všech filtračních kolon dávkován kontinuálně při průtočné rychlosti 3 120 ml za den. Jako anorganický materiál modulů C byl ve všech provozovaných filtračních kolonách použit štěrk a písek, přičemž v níže položené vrstvě C1 byl aplikován štěrk o zrnitosti 4 – 8 mm. Ve výše položené vrstvě C2 pak byl použit písek o velikosti částic 0,8 – 1,6 mm. Výška každé z anorganických vrstev činila 5 cm. Horní modul D byl organickým materiálem zaplněn pouze v případě R1, R2 a R3. V koloně R4 nebyl organický materiál použit. Jako organický materiál sloužící k filtraci zpracováváného roztoku byl aplikován vermikompost získaný vermikompostováním organického substrátu obsahujícího kal z čistírny odpadních vod o kapacitě 33 000 EO (ekvivalentních obyvatel). Kal z čištění odpadních vod byl v rámci provozu dané ČOV zpracován anaerobní stabilizací a následně byl odvodněn. Před zahájením vermikompostovacího procesu byl smíchán se slámou v poměru 1 : 4 (sláma : kal z čištění odpadních vod; jedná se o poměr sušiny obou substrátů). Do modulu D každé z popsaných kolon R1, R2 a R3 byl vermikompost přidán v množství 1 kg. V R1 byl použitý vermikompost aplikován v původní podobě, tedy včetně 184 kusů žížal, resp. včetně 22,62 g jejich biomasy. V R2 byl vermikompost ručně zbaven žížal a jejich kokonů. V R3 byl vermikompost nejprve sterilizován ve vodní páře po dobu tří hodin při teplotě 121 °C v autoklávu SANYO LaboAutoclave MLS-3781L.

Podíl fyzikálně-chemických procesů na eliminaci sledovaných mikropolutantů v anorganické vrstvě byl vyhodnocen s využitím filtrační kolony R4. Účinnost odstranění konkrétního mikropolutantu fyzikálně-chemickými procesy probíhajícími v anorganické vrstvě filtračního materiálu byla určována z koncentrace daného mikropolutantu ve zpracováváném vstupním syntetickém roztoku mikropolutantů a z koncentrace daného mikropolutantu v odtoku z R4, resp. ve výstupní nádrži 4 kolony R4. Stanovení sledovaných mikropolutantů bylo provedeno pomocí kapilární chromatografie s využitím hmotnostního spektrometru Agilent 6470. Pro chromatografickou separaci analytů byla použita kolona AgilentPoroshell 120 EC-C18. Podíl

fyzikálně-chemických procesů na eliminaci sledovaných mikropolutantů v organické vrstvě byl hodnocen s využitím R3 z koncentrace daného mikropolutantu ve zpracovávaném vstupním syntetickém roztoku řešených mikropolutantů a z koncentrace daného mikropolutantu v odtoku z R3, resp. ve výstupní nádrži 4 kolony R3, které determinovaly účinnost odstranění sledované látky v R3. V případě nenulové účinnosti odstranění sledovaného mikropolutantu v R4 byla tato účinnost odečtena. Případné zvýšení efektivity odstranění jednotlivých mikropolutantů způsobené mikrobiálním rozkladem bylo kvantifikováno s využitím R2. Účinnost odstranění daného mikropolutantu v důsledku mikrobiální aktivity byla určována z jeho koncentrace ve zpracovávaném vstupním syntetickém roztoku řešených mikropolutantů a z koncentrace daného mikropolutantu v odtoku z R2, resp. ve výstupní nádrži 4 kolony R2, přičemž byla snížena o účinnost odstranění v důsledku průběhu fyzikálně-chemických procesů zjištěnou v rámci provozu R3 a R4. Případné zvýšení účinnosti odstranění daného mikropolutantu způsobené vlastní aktivitou žízála bylo kvantifikováno s využitím R1 jako účinnosti vypočtená z koncentrace dané látky ve zpracovávaném vstupním syntetickém roztoku a z koncentrace na odtoku z R1, resp. ve výstupní nádrži 4 kolony R1, snižena o účinnost zjištěnou v rámci provozu R2, R3 a R4.

Po šesti dnech provozu zařízení byly odebrány vzorky roztoku z výstupních nádrží 4 jednotlivých filtračních kolon R1, R2, R3 a R4 a postupem popsaným výše bylo zjištěno, že celková účinnost odstranění ve filtračním systému dosahuje 51,6 % pro karbamazepin, 52,1 % pro diklofenak, 53,8 % pro hydrochlorothiazid a 88,9 % pro ibuprofen. Zjištěný podíl hodnocených dílčích procesů na odstranění jednotlivých látek shrnuje Tabulka 1.

Tabulka 1: Podíl dílčích procesů na odstranění sledovaných mikropolutantů vyjádřená v procentech

	Karbamazepin	Diklofenak	Hydrochlorothiazid	Ibuprofen
Aktivita žízála	0	0	0	0
Mikrobiální aktivita	0	30,3	0	29,1
Fyzikálně-chemické procesy v organické vrstvě	90,3	69,7	85,1	64,5
Fyzikálně-chemické procesy v anorganické vrstvě	9,7	0	14,9	6,5

Seznam vztahových značek:

1 – zásobní nádrž

2 – rozvodný systém

3 – filtrační kolona

4 – výstupní nádrž

B – izolační mezivrstva

C – modul pro filtraci v anorganické vrstvě

C1 – spodní modul pro filtraci v anorganické vrstvě

C2 – horní modul pro filtraci v anorganické vrstvě

D – modul pro filtraci v organické vrstvě

E – vstup

F – výstup

G – prostředek pro zajištění rovnoměrné distribuce vzorku

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení pro hodnocení efektivity filtračních materiálů, **vyznačené tím, že** obsahuje zásobní nádrž (1), ke které je připojený rozvodný systém (2), připojený k alespoň dvěma filtračním kolonám (3), jejichž výstupy jsou připojeny k navzájem odděleným výstupním nádržím (4), přičemž rozvodný systém (2) obsahuje alespoň jedno peristaltické čerpadlo pro čerpání kapaliny ze zásobní nádrže (1) do jednotlivých filtračních kolon (3),

přičemž každá filtrační kolona (3) obsahuje vstup (E), alespoň dva rozebíratelné filtrační moduly (C, D), navzájem oddělené izolačními mezivrstvami (B), a výstup (F);

přičemž filtrační modul (C) pro filtraci v anorganické vrstvě obsahuje anorganický filtrační materiál a filtrační modul (D) pro filtraci v organické vrstvě obsahuje organický filtrační materiál,

a přičemž filtrační modul (D) pro filtraci v organické vrstvě je umístěn blíže ke vstupu (E) než filtrační modul (C) pro filtraci v anorganické vrstvě,

a přičemž izolační mezivrstva (B) obsahuje kovovou mřížku a/nebo tkanou nebo netkanou vodopropustnou textilií;

a přičemž jednotlivé filtrační kolony (3) mají navzájem různý filtrační materiál v alespoň jednom z filtračních modulů (C, D).

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačené tím, že** obsahuje čtyři filtrační kolony (3), připojené ke čtyřem navzájem odděleným výstupním nádržím (4), přičemž rozvodný systém (2) s výhodou obsahuje čtyři peristaltická čerpadla pro čerpání kapaliny ze zásobní nádrže (1) do jednotlivých filtračních kolon (3).

3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačené tím, že** organickým filtračním materiálem ve filtračním modulu (D) je vermikompost, s výhodou vyrobený vermikompostovacím procesem kalu z čištění odpadních vod.

4. Zařízení podle kteréhokoliv z předchozích nároků 1 až 3, **vyznačené tím, že** každá filtrační kolona (3) obsahuje alespoň tři rozebíratelné filtrační moduly (C1, C2, D) navzájem oddělené izolačními mezivrstvami (B), přičemž filtrační moduly (C1, C2) pro filtraci v anorganické vrstvě obsahují anorganický filtrační materiál a filtrační modul (D) pro filtraci v organické vrstvě obsahuje organický filtrační materiál,

příčemž filtrační modul (D) pro filtraci v organické vrstvě je umístěný blíže ke vstupu (E) než filtrační moduly (C1, C2) pro filtraci v anorganické vrstvě, a příčemž jednotlivé filtrační kolony (3) mají navzájem různý filtrační materiál v alespoň jednom z filtračních modulů (C1, C2, D).

5. Zařízení podle kteréhokoliv z předchozích nároků 1 až 4, **vyznačené tím, že** anorganický filtrační materiál ve filtračních modulech (C1, C2) pro filtraci v anorganické vrstvě je vybraný ze skupiny zahrnující štěrk, písek, drcený vápenec.

6. Zařízení podle kteréhokoliv z předchozích nároků 1 až 5, **vyznačené tím, že** filtrační kolona (3) dále obsahuje prostředek (G) pro zajištění rovnoměrné distribuce vzorku, s výhodou umístěný mezi vstupem (E) a filtračním modulem (D) pro filtraci v organické vrstvě, příčemž prostředkem (G) je s výhodou kovová mřížka, výhodněji s oky o velikosti 0,5 cm x 0,5 cm.

7. Zařízení podle kteréhokoliv z předchozích nároků 1 až 6, **vyznačené tím, že** filtrační kolona (3) má objem v rozmezí od 2 do 10 litrů a průměr v rozmezí od 5 do 20 cm.

8. Způsob hodnocení efektivity filtračních materiálů pro odstranění mikropolutantů při filtraci odpadních vod, **vyznačený tím, že** obsahuje následující kroky:

- filtrační kolony (3) zařízení podle kteréhokoliv z předchozích nároků 1 až 7 se naplní testovanými filtračními materiály;
- stanoví se koncentrace (c_0) sledovaného mikropolutantu v odpadní vodě;
- ze zásobní nádrže (1) se rozvodným systémem (2) čerpá odpadní voda do připojených filtračních kolon (3);
- stanoví se koncentrace (c_1) sledovaného mikropolutantu v každé výstupní nádrži (4);
- účinnost každé filtrační kolony (3) na filtraci stanovovaného polutantu se vypočítá jako podíl rozdílu koncentrací ($c_0 - c_1$) sledovaného mikropolutantu v odpadní vodě a ve výstupní nádrži (4) a koncentrace (c_0) sledovaného mikropolutantu v odpadní vodě.

9. Použití zařízení podle kteréhokoliv z předchozích nároků 1 až 7 pro testování filtračních materiálů pro čištění odpadních vod.

Anotace

Název: Zařízení a způsob hodnocení efektivity filtračních materiálů pro odstranění mikropolutantů z odpadních vod a jeho použití

Předkládané řešení se týká zařízení pro hodnocení efektivity filtračních materiálů pro odstranění mikropolutantů, které obsahuje zásobní nádrž (1), ke které je připojený rozvodný systém (2), připojený k alespoň dvěma filtračním kolonám (3), jejichž výstupy jsou připojeny k navzájem odděleným výstupním nádržím (4),

příčemž rozvodný systém (2) obsahuje alespoň jedno peristaltické čerpadlo pro čerpání kapaliny ze zásobní nádrže (1) do jednotlivých filtračních kolon (3),

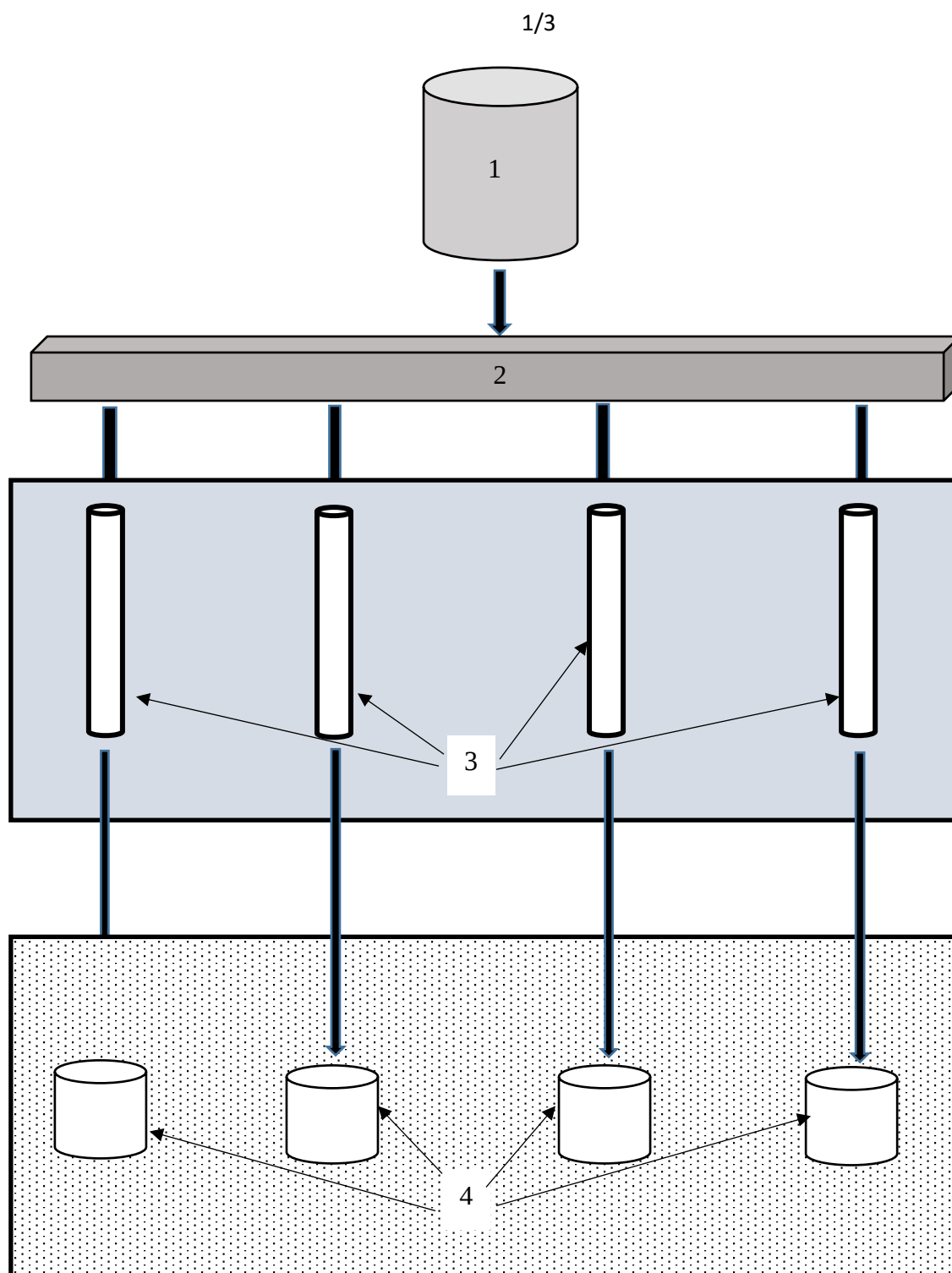
příčemž každá filtrační kolona (3) obsahuje vstup (E), alespoň dva rozebíratelné filtrační moduly (C, D), navzájem oddělené izolačními mezivrstvami (B), a výstup (F);

příčemž filtrační modul (C) pro filtraci v anorganické vrstvě obsahuje anorganický filtrační materiál a filtrační modul (D) pro filtraci v organické vrstvě obsahuje organický filtrační materiál,

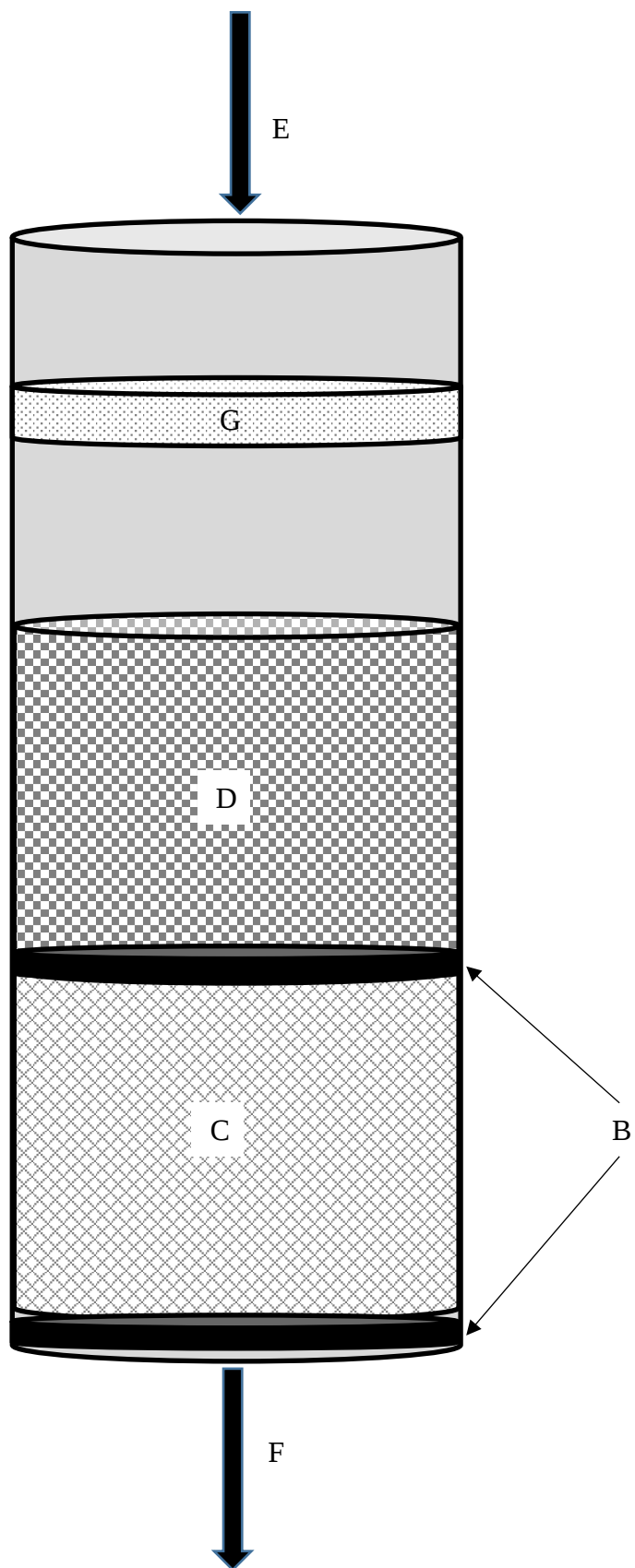
a příčemž filtrační modul (D) pro filtraci v organické vrstvě je umístěný blíže ke vstupu (E) než filtrační modul (C) pro filtraci v anorganické vrstvě,

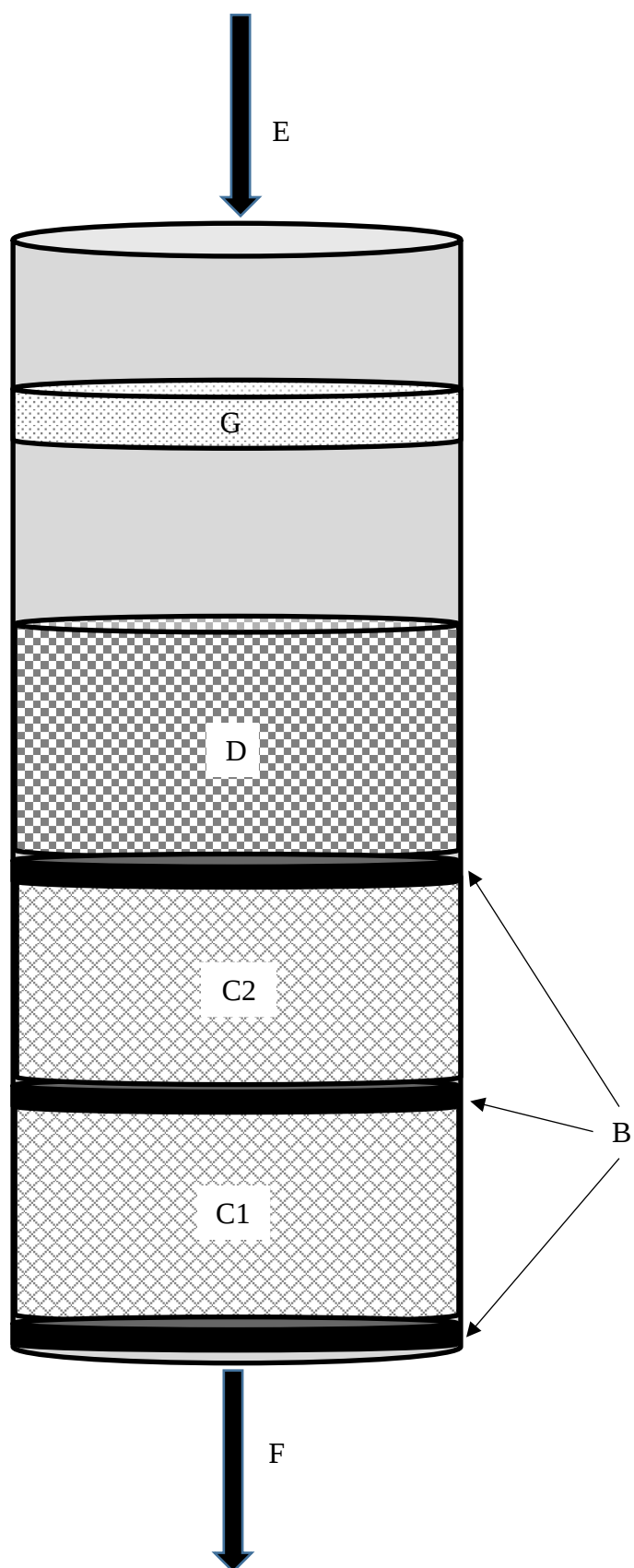
a příčemž izolační mezivrstva (B) obsahuje kovovou mřížku a/nebo tkanou nebo netkanou vodopropustnou textilií;

a příčemž jednotlivé filtrační kolony (3) mají navzájem různý filtrační materiál v alespoň jednom z filtračních modulů (C, D). Řešení se dále týká způsobu hodnocení efektivity filtračních materiálů na filtraci odpadních vod a použití uvedeného zařízení.



Obr. 1





Obr. 3