

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

33 889

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C02F 3/32 (2006.01)
C02F 11/02 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2019-36774**
(22) Přihlášeno: **18.10.2019**
(47) Zapsáno: **31.03.2020**

(73) Majitel:
DEKONTA, a.s., Dřetovice, CZ
Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka,
v.v.i., Praha 6, Dejvice, CZ
Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.,
Praha 5, Zbraslav, CZ

(72) Původce:
Mgr. Michal Šereš, Praha 6, Řepy, CZ
Ing. Miloš Rozkošný, Ph.D., Tišnov, CZ
Ing. Tereza Hnátková, Ph.D., Praha 6, Liboc, CZ
Ing. Ondřej Holubík, Praha 3, Žižkov, CZ
Ing. Hana Hudcová, Ph.D., Tišnov, CZ

(74) Zástupce:
Patentová kancelář VYNALEZY.cz, Mgr. Hana
Jirkalová, Michelská 18/12a, 140 00 Praha 4,
Michle

(54) Název užitého vzoru:
**Zařízení typu reed-bed pro odvodnění
čistírenského kalu**

Zařízení typu reed-bed pro odvodnění čistírenského kalu

Oblast techniky

5

Řešení se týká oblasti čištění odpadních vod, konkrétně zařízení typu „reed-bed“ pro odvodňování kalu z komunálních čistíren odpadních vod a způsobu úpravy kalu do formy vhodné k aplikaci na zemědělskou půdu po řízeném kompostování.

10

Dosavadní stav techniky

Čistírenské kaly jsou jedním z vedlejších produktů čištění odpadních vod (OV), které z procesu čištění odpadních vod vystupují jako odpad, který vykazuje řadu nežádoucích vlastností. Významným problémem je pak jejich objem, který je nezanedbatelný. Složitě nakládání s velkými objemy čistírenských kalů se pak významnou měrou podílí na provozních nákladech čistíren odpadních vod (dále jen ČOV).

Čistírenský kal je tvořen zejména biomasou odumřelých mikroorganismů, které se v procesu čištění OV podílely na odbourávání znečišťujících látek, a které v tomto procesu začaly být přebytečné. Tato složka se tedy pravidelně odseparuje z technologie ČOV a v tekutém stavu se jímá v kalojemech, které mají za úkol gravitačně separovat kal od odpadní vody. I přesto je takto gravitačně separovaný kal velmi bohatý na obsah volné i pevně vázané vody. Sušina představuje maximálně 4 % objemu kalu. Aby bylo možné snížit obsah této vody, je většinou nutné použití různých srážedel či flokulantů, které zlepší efektivitu mechanicky pracujících odvodňovacích zařízení, jako jsou např. odstředivky či kalolisy. Tento proces je finančně i materiálově nákladný, jelikož je pro něj zapotřebí velké množství elektrické energie, manuální práce a materiálních vstupů. Účinnost tohoto přístupu je také velmi omezená a výstupní materiál často obsahuje maximálně 30 % sušiny. S takovýmto materiálem je stále náročné pracovat z důvodů nevhodné konzistence a jiných negativních vlastností, jako je např. vysoký obsah patogenních mikroorganismů či potenciální přítomnost látek zatěžujících životní prostředí – látky ze skupiny PPCPs (z angl. „Pharmaceutical and Personal Care Products“).

Alternativním přístupem pro odvodnění čistírenského kalu a jeho přepracování na produkt s vhodnými vlastnostmi pro jeho další použití je využití tzv. odvodňovacích kalových polí, které se využívají i v kombinaci s využitím vegetace mokřadních rostlin, zejména rákosu obecného. V tomto uspořádání se nazývají: rákosová odvodňovací pole (lože). V zahraničí se užívá pojmenování Sludge Dewatering (Treatment) Reed Beds, zkráceně „reed-bed“. Jedná se o technologii určenou k pasivnímu odvodňování čistírenských kalů za pomoci evapotranspirace mokřadní vegetace, a to přímo v místě jejich vzniku. Principem technologie je postupné dávkování surového čistírenského kalu pocházejícího z aktivačních nádrží mechanicko-biologických ČOV, případně ze septiku či usazovací nádrže kořenových ČOV, a jeho pozvolné odvodňování na základě filtrace skrze drenážní vrstvu a evapotranspirace porostu vysázených mokřadních rostlin. Kal je dávkován v určitých periodách, přičemž v období mezi dávkováním dochází ke snížení jeho vlhkosti a k jeho pozvolné mineralizaci. Po naplnění kalového pole na provozní maximum je systém odstaven, dojde k uložení pokosené biomasy a je umožněna kompletní řízená mineralizace uloženého materiálu. Směs odvodněného kalu a biomasy vegetace je přímo v místě uložení kalového pole kompostována. V této fázi dochází ke stabilizaci a výslednému snížení objemu kalu. Po skončení procesu mineralizace a kompostování se stabilizovaný materiál z prostoru kalového lože odtěží.

Maximální kapacita technologie, a tedy i použitelnost pro větší ČOV je dána zejména klimatickými podmínkami v místě realizace, a to z důvodu omezené doby vegetačního růstu mokřadních rostlin. Ve světě nejsou výjimkou kalová pole, která jsou provozovaná u ČOV o velikosti až 20 000 ekvivalentních obyvatel (EO). V ČR jsou čistírny těchto velikostních

vybaveny zpravidla mechanickými systémy odvodňování kalů. Uplatnitelnost vynálezu se tak předpokládá zejména u menších a středních ČOV, které kalovou koncovkou nedisponují a nakládání s kalem (o sušině 4 %) je pro ně příliš drahé, nebo je pro ně obtížné najít odběratele kalu.

5

Podstata technického řešení

Uvedené nedostatky a problémy s odvodněním a stabilizací přebytečného kalu odstraňuje zařízení typu „reed-bed“ pro odvodnění čistírenského kalu, podle technického řešení, jehož podstata spočívá v tom, že je zahlobeno pod úroveň terénu, je opatřeno hydroizolační vrstvou, betonovými stěnami a drenážní vrstvou, která je umístěna v tělese kalového pole. Drenážní vrstva je tvořena na dno tělesa položenou sítí perforovaných trubíc či nade dnem pevně uloženým perforovaným nerezovým roštem. První vrstva praného kameniva hrubší frakce 8/16 mm o mocnosti 100 až 200 mm je umístěna nad uvedeným dnem, anebo rozprostřena okolo sítě perforovaných trubíc. Nad ní je umístěna druhá vrstva praného kameniva jemnější frakce 4/8 mm o mocnosti 300 až 400 mm, ve které jsou zasazeny mokřadní rostliny. Odtokové potrubí je bezprostředně napojeno na perforované trubice z jedné strany a z druhé je spojeno s výškově nastavitelným přepadem, dále je odtokové potrubí opatřeno ventilačními komínky, odtokem s ventilem a za odtokem umístěným dmýchadlem. Tyto komponenty jsou umístěny do manipulační šachty vně odvodňovacího kalového pole, aby byl k nim možný přístup. Dávkovací potrubí vede do tělesa ode dna skrz drenáž tvořenou sítí nebo roštem, kamenivem a zasahuje nad maximální úroveň odvodňovaného kalu, kde je dávkovací potrubí opatřeno rozstřikovací stříškou, před vstupem do odvodňovacího pole je s dávkovacím potrubím propojeno dávkovací čerpadlo. Kolem tělesa zařízení „reed-bed“ je alespoň částečně vytvořena zpevněná manipulační plocha.

Podstata technického řešení spočívá v tom, že odvodňovací kalové pole kombinuje proces pasivního odvodnění skrze drenážní vrstvu včetně dosoušení evapotranspirací rostlinami a intenzifikované mineralizace kalu působením rostlin, kdy přebytečná biomasa rostlin je posekána a promíchána s kalem a pomocí provzdušňovacího potrubí je zahájen proces mineralizace a řízeného kompostování. V případě betonového dna je na dně uloženo drenážní potrubí, které slouží v první fázi procesu jako drenáž pro odvod filtrátu z napouštěného čistírenského kalu a v druhé fázi jako rozvod vzduchu pro aeraci kompostu. Napojení drenážního, resp. aeračního potrubí, je provedeno přes výškově nastavitelné potrubí, které umožňuje manipulovat s výškou filtrátu nade dnem. Úprava výšky filtrátu slouží v době sázení mladých mokřadních rostlin k jejich úspěšnému zakořenění. Dále je na toto potrubí umístěn ventilační komín, který ve fázi napouštění slouží k pasivnímu provzdušnění odvodňované směsi. Ventilační komín je neprodyšně uzavíratelný. Potrubí je zakončeno dvěma odbočkami. První vyvýšená odbočka slouží pro napojení dmýchadla, které ve fázi kompostování zajišťuje dostatečné provzdušňování kompostu, čímž je urychlena hygienizace a mineralizace kalu. Druhá odbočka je ve spádu směřována buď do čistírny odpadních vod, nebo do nádrže jímající filtrát pro jeho další použití. K této větvi je napojen ventil, ke kterému je možné napojit zdroj tlakové vody, která slouží k případnému vypláchnutí ucpaného drenážního potrubí. Drenážní část kalového pole dále tvoří dvě vrstvy praného kameniva odlišných zrnitostních frakcí. Hrubší frakce je umístěna bezprostředně nade dnem a tvoří obsyp drenážního potrubí, resp. perforovaného dna. Nad spodní vrstvou je umístěna vrstva jemnější frakce praného kameniva, která slouží k zadržení tekutého čistírenského kalu a také k propuštění přebytečné vody, která se na filtrační vrstvě nezadrží. V horní vrstvě jemnějšího kameniva jsou dále zasazeny mokřadní rostliny. Potrubí pro dávkování čistírenského kalu je napojeno na dávkovací čerpadlo, které má sání kalu umístěné do kalového či jiné části kalového hospodářství čistírny odpadních vod. Dávkovací potrubí je do odvodňovacího kalového pole přivedeno ode dna a je směřováno ve vertikálním směru nahoru nad maximální výšku kalového pole a je opatřeno stříškou, která zajistí lepší rozstřík kalu do prostoru. Dle potřeby jedno či více dávkovacích potrubí je opatřeno odvodem přebytečného kalu zpět ke zdroji kalu, aby nedocházelo k ucpávání potrubí. Hladké propojení dávkovacího potrubí

s dávkovacím čerpadlem a potrubním vedením netvoří žádné překážky, ve kterých by se mohl kal dlouhodobě usazovat.

5 Ve výhodném provedení má kalové pole dno z nerezového roštu, který je perforován kulatými výřezy. Ty jsou umístěny v takovém počtu, že umožňují jednak bezproblémový odtok filtrátu, ale v případě ucpaní šterkové drenážní vrstvy umožní i prostup tlakové vody, která tuto vrstvu propláchne.

10 Drenážní potrubí je vedeno skrze výškově nastavitelný přepad, který je tvořen výškově nastavitelným potrubím, které je manuálně ovládáno vnějším táhlem. V závislosti na nastavené výšce je udržována hladina vody v drenážní a filtrační vrstvě.

15 Stěny tělesa kalového pole jsou betonové, a to z důvodu bezpečnějšího míchání zakládky kalu ve fázi zrání (konečné mineralizace) a následném odtěžování mineralizovaného materiálu s pomocí těžké mechanizace.

20 V průběhu odvodňování kalu je možné kontrolovat množství dávkovaného kalu pomocí průtokoměrů umístěných na hlavním dávkovacím potrubí. Stejným způsobem je možné měřit množství filtrátu. S výhodou je pak možné celý proces dávkování čistírenského kalu automatizovat, a to systémem automatického řízení dávkovacího čerpadla.

Ventilační komín je vyveden nad maximální výšku odvodňovaného kalu tak, aby nedošlo k jeho zaplavení.

25 Zařízení podle technického řešení typu „reed-bed“ je možné dimenzovat od mobilního kontajnerového uspořádání až po vybudování hydrologicky zabezpečeného kalového pole. Pro zařízení podle technického řešení (odvodňovací kalové pole) je však nezbytné, aby zahrnovalo alespoň jedno dávkovací potrubí tekutého čistírenského kalu, alespoň jeden výstup filtrátu z drenážní vrstvy a alespoň jeden vstup pro přívod čerstvého vzduchu a ventilaci drenážní vrstvy.

30

Objasnění výkresů

35 Na Obr. 1. je znázorněn schematický řez zapuštěným zařízením podle technického řešení s variantou perforovaného dna.

Na Obr. 2 je schematicky znázorněn řez zapuštěným zařízením podle technického řešení s variantou drenážního trubního systému.

40 Na Obr. 3 je fotografie kontajnerového uspořádání zařízení typu reed-bed pro odvodnění čistírenského kalu podle technického řešení.

Příklady uskutečnění technického řešení

45

Příklad 1

50 Těleso 0 odvodňovací kalové pole pro zpracování tekutého kalu z čistíren odpadních vod je způsobem pasivního odvodňování podle technického řešení vytvořeno jako plně provozní zařízení umístěné v modelovaném řešení tak, aby konstrukce kapacitou odpovídala 150 EO na dobu cca 10 let. Zařízení je v tomto modelovém případě umístěno ve výkopu o velikosti 5 m x 5 m x 1,5 m (d x š x v), který je opatřený hydroizolační vrstvou (folií) 2 či jiným technologicky vhodným způsobem a betonovými stěnami 1. Zařízení podle technického řešení je tvořeno čtyřmi samostatnými prvky, a to samotným tělesem 0 kalového pole s betonovými stěnami 1

55 a hydroizolační vrstvou 2, drenážní částí tvořené drenážním potrubím 3A či případně drenážním

roštem 3B a na něm nasypané drenážní vrstvy z praného kameniva 4 a 5 různých frakcí, odtokového potrubí 8 s navazujícími prvky a dávkovacího potrubí 13 s dávkovacím čerpadlem 16.

- 5 Těleso 0 odvodňovacího kalového pole je zahlobbeno pod okolní terén a je opatřeno hydroizolační vrstvou 2, aby nedocházelo jak k průsakům spodní vody do tělesa 0 kalového pole, tak nedocházelo k průsakům filtrátu z kalu 6 do okolního prostředí. Dno tělesa 0 je umístěno minimálně 1,5 m pod úrovní terénu a včetně stěn je tvořeno betonovou vrstvou 1. Těleso 0 kalového pole může být z jedné až 3 stran obeháno zpevněnou manipulační plochou 17, která
10 slouží pro pohyb obslužné mechanizace. Drenážní část je tvořena na dno položenou sítí perforovaných trubíc 3A či nade dnem pevně uloženým nerezovým roštem 3B s perforacemi. Dále drenážní část tvoří první vrstva praného kameniva 4 hrubší frakce 8/16 mm o mocnosti 200 mm, která chrání perforace potrubí 3A či roštu 3B před průnikem mechanických nečistot. Výše je pak uložena filtrační vrstva tvořená kamenivem 5 jemnější frakce 4/8 mm o mocnosti
15 300 až 400 mm, která slouží jednak k zakořenění mokřadních rostlin 7 a jednak k zachycení mechanických částic kalu a průsaku vody. Nad těmito vrstvami již je zachytáván a odvodňován čistírenský kal 6.

- Odtokové potrubí 8 je bezprostředně napojeno na drenážní síť perforovaných trubíc 3A z jedné
20 strany a z druhé je spojeno s výškově nastavitelným přepadem 14, tvořeným buď flexibilní plastovou hadicí umístěnou v šachtě, či systémem teleskopicky nastavitelných potrubí. Dále odtokové potrubí 8 pokračuje ventilačním komínem 9, který v případě přepadu 14 uloženého do spodní polohy funguje jako pasivní provzdušnění odvodňované zakládky kalu 6. Na odtokové potrubí 8 je dále napojeno dmychadlo 10, které v průběhu kompostovací fáze zajišťuje
25 dostatečný přísun vzduchu, čímž je urychlena hygienizace a mineralizace kalu 6. Dmychadlo 10 je v systému umístěno výše, aby nedošlo k jeho zaplavení. Nižší je pak umístěn odtok 11 s ventilem 15. Odtokem 11 odtéká přebytečný filtrát do čistírny odpadních vod, případně do bezodtoké jímky na filtrát. Ventil 15 pak zajišťuje uzavření odtokového potrubí 8 v případě běhu dmychadla 10, či napojení zdroje tlakové vody určené pro proplach drenážního systému. Tento
30 regulační a odvodní systém je umístěn v manipulační šachtici 18.

- Jedno či více dávkovacích potrubí 13 je do tělesa 0 kalového pole přivedeno ode dna skrze drenážní síť z perforovaných trubíc 3A nebo perforovaného roštu 3B, kameniva 4 a 5 a zasahuje nad maximální úroveň odvodňovaného kalu 6. Dávkovací potrubí 13 je opatřeno stříškou, která
35 zajistí lepší rozstřík kalu 6 do prostoru. Dávkovací potrubí 13 je napojeno na dávkovací čerpadlo 16, které je umístěno v prostoru kalojemu či jinde v kalovém hospodářství čistírny odpadních vod a které zajišťuje pravidelné dávkování kalu 6 do odvodňovacího kalového pole. Propojení dávkovacího potrubí 13 a dávkovacího čerpadla 16 je provedeno potrubním vedením 12, jež netvoří žádné překážky, ve kterých by se mohl kal 6 dlouhodobě usazovat.

- 40 Pozn.: Perforovaný rošt 3B je alternativním způsobem drenážního systému odvodňovacího kalového pole dle příkladu 1, který zajišťuje bezproblémový odtok filtrátu z odvodňovaného kalu 6. Rošt 3B je vyroben z nerezové oceli o tloušťce min. 1,5 mm a je opatřen pravidelnými perforacemi o kruhovém průměru minimálně 4 mm a maximálně 10 mm. Vzdálenost perforací
45 mezi sebou je minimálně 50 a maximálně 100 mm od sebe, a to v rovině X i Y. Perforovaný rošt 3B je ze spodní strany opatřen nerezovými výztuhami T navařenými přímo na těleso roštu 3B. Výztuhy tvoří pravidelnou síť o rozměrech 1 000 x 1 000 mm, které tvoří samostatné celky. Tímto jsou také definovány minimální rozměry roštu. Pro uspořádání kalového pole dle příkladu 1 jsou tedy rozměry roštu 10 000 x 10 000 mm.

50

Příklad 2

- Mobilní zařízení je tvořeno mobilním suťovým kontejnerem, který tvoří těleso 0 kalového pole a svou stavbou plní roli stěn 1 a hydroizolace 2. Užité objem pro akumulaci a odvodňování kalu
55 6 je 8,9 m³, vnější rozměry tělesa 0 jsou 4,3 x 2,3 x 1,2 (d x š x v) m. Užité výška tělesa 0 je

0,9 m. Rozvodné dávkovací potrubí 13 pro kal 6 je umístěno u horní hrany tělesa 0 a je celkem opatřeno šesti vyústěními pro rovnoměrné dávkování kalu 6. Mobilní zařízení je u dna opatřeno sběrným drenážním perforovaným potrubím 3A, které je tvořeno perforovaným PVC potrubím o průměru 110 mm umístěným po obvodu celého tělesa 0. Ventil odtoku 11 je proveden v čele kontejneru a je zakončen rychlospojkou pro napojení odtokového potrubí 8. Pro zajištění bezproblémového odtoku vody je dno kontejneru svahováno ve sklonu 1,7°. Drenážní potrubí je zakryto štěrkovou drenážní vrstvou hrubšího praného kameniva 4 frakce 8/16 mm o výšce 100 mm nad potrubí a nad něj umístěnou vrstvou praného kameniva 5 frakce 4/8 mm o výšce 200 mm. Do horní vrstvy kameniva je zasazena mokřadní vegetace 7.

Průmyslová využitelnost

- Nové zařízení typu „reed-bed“ pro odvodnění čistírenského kalu ať už ve stacionární, či mobilní verzi, řeší komplexně rostoucí problém s nadměrnou produkcí čistírenských kalů. Způsob gravitačního oddělení a odvodnění čistírenského kalu na tomto zařízení představuje alternativu pro nakládání s čistírenskými kaly, kdy čistírna odpadních vod nedisponuje vhodným technickým zázemím pro mechanické odvodnění kalů.
- Nové zařízení nabízí technologicky jednoduché způsoby odvodnění a finálního zpracování čistírenských kalů bez nutnosti vysokých finančních, energetických či materiálových vstupů. Takové zařízení lze instalovat na malých a středních čistírnách odpadních vod jako poslední stupeň zpracování kalu.
- Konečným produktem technologie využití kalového pole („reed-bed“ systému) k odvodnění kalu je získání odpadního materiálu s přidanou hodnotou, který je možný využít v zemědělství. Ovšem tento samotný krok neřeší otázku skutečného uplatnění získaného odpadního materiálu ať už v obci samotné, nebo na zemědělské půdě. K tomuto účelu je nutné získanou organickou matici dosušit a připravit k aplikaci na zemědělskou půdu.

NÁROKY NA OCHRANU

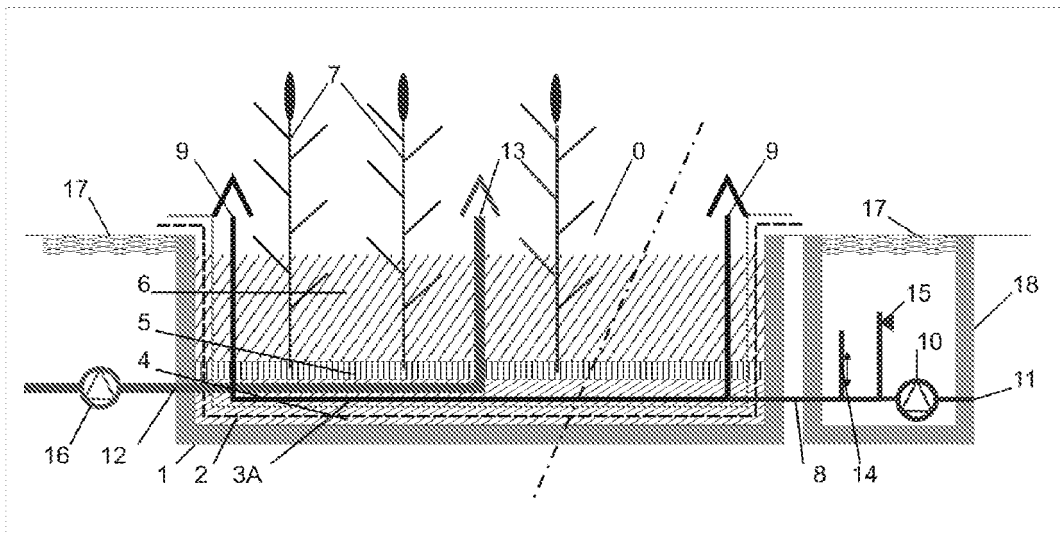
1. Zařízení typu reed-bed pro odvodnění čistírenského kalu, **vyznačující se tím**, že je zahlobeno pod úroveň terénu, je opatřeno hydroizolační vrstvou (2) a betonovými stěnami (1) a skládá se z drenážní části, která je umístěna v tělese (0) kalového pole a je tvořena na dno tělesa (0) položenou sítí perforovaných trubic (3A) či nade dnem pevně uloženým perforovaným nerezovým roštem (3B), na němž je umístěna první vrstva praného kameniva (4) hrubší frakce 8/16 mm o mocnosti 100 až 200 mm a na ní je umístěna druhá vrstva praného kameniva (5) jemnější frakce 4/8 mm o mocnosti 300 až 400 mm, ve které jsou zasazeny mokřadní rostliny (7), přičemž odtokové potrubí (8) je bezprostředně napojeno na perforované trubice z jedné strany a z druhé strany je spojeno s výškově nastavitelným přepadem (14), dále je odtokové potrubí (8) opatřeno ventilačním komínem (9), odtokem (11) s ventilem (15) a za odtokem (11) umístěným dmýchadlem (10), přičemž dávkovací potrubí (13) s průtokoměrem vede do tělesa (0) ode dna skrz drenáž tvořenou sítí perforovaných trubic (3A) nebo roštem (3B), kamenivem (4) a (5) a zasahuje nad maximální úroveň odvodňovaného kalu (6), kde je dávkovací potrubí (13) opatřeno rozstřikovací stříškou, načež je potrubním vedením (12) propojeno dávkovací čerpadlo (16) s dávkovacím potrubím (13) a kolem tělesa (0) je alespoň částečně vytvořena zpevněná manipulační plocha (17).
2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že nastavitelný přepad (14) je tvořen buď flexibilní plastovou hadicí umístěnou v šachtě, či systémem teleskopicky nastavitelných potrubí.

3. Zařízení podle nároku 1 a 2, **vyznačující se tím**, že je mobilní v kontejnerovém uspořádání.

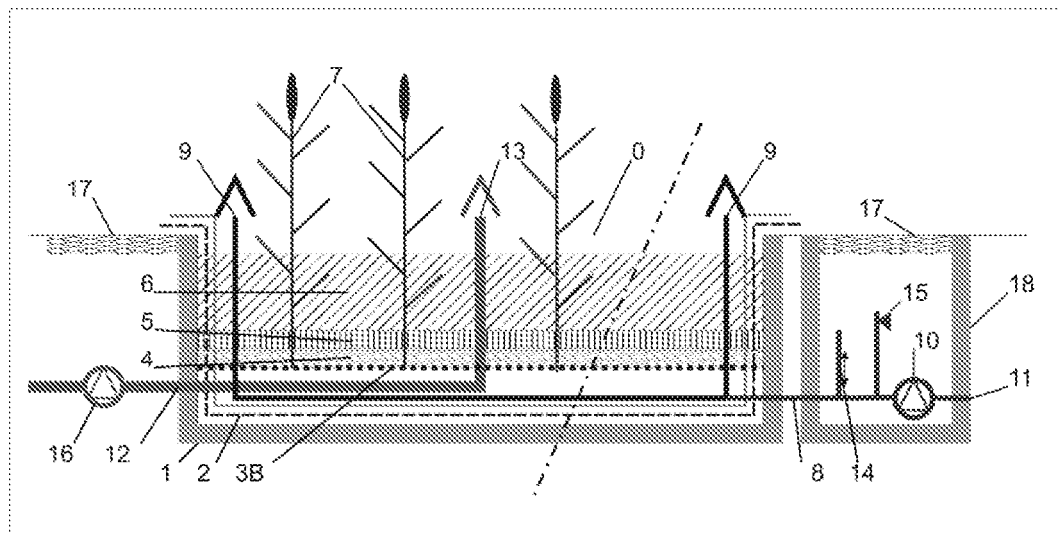
2 výkresy

Seznam vztahových značek:

- 0 Těleso odvodňovacího kalového pole
- 1 Betonové stěny
- 2 Hydroizolační vrstva
- 3A Drenážní perforované potrubí sít'
- 3B Drenážní perforovaný rošt
- 4 Drenážní vrstva praného kameniva hrubší frakce 8/16
- 5 Drenážní vrstva praného kameniva jemnější frakce 4/8
- 6 Kal
- 7 Mokřadní rostliny
- 8 Odtokové potrubí
- 9 Ventilační komín
- 10 Dmýchadlo
- 11 Odtok
- 12 Potrubní vedení
- 13 Dávkovací potrubí s průtokoměrem
- 14 Výškově nastavitelný přepad
- 15 Ventil odtoku 11
- 16 Dávkovací čerpadlo
- 17 Zpevněná manipulační plocha
- 18 Manipulační šachtice.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3