

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **237451**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **415981**

(22) Data zgłoszenia: **01.02.2016**

(51) Int.Cl.

C02F 3/32 (2006.01)

E02B 3/04 (2006.01)

(54)

**Sekwencyjny system do oczyszczania wód opadowych
w czaszy akwenu zasilanego przez małą rzekę miejską**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

16.08.2017 BUP 17/17

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

19.04.2021 WUP 08/21

(73) Uprawniony z patentu:

UNIWERSYTET ŁÓDZKI, Łódź, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

MACIEJ ZALEWSKI, Kłęk, PL

TOMASZ JURCZAK, Łódź, PL

IWONA WAGNER, Warszawa, PL

ZBIGNIEW KACZKOWSKI, Łódź, PL

(74) Pełnomocnik:

rzec. pat. Wojciech Zajączkowski

PL 237451 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sekwencyjny system do oczyszczania wód opadowych w czaszy akwenu zasilanego przez małą rzekę miejską ze średnim przepływem do ok. 10 dm³/s, przeciętnym przepływem okresie opadów ok. 100–120 dm³/s, maksymalnym ok. 180 dm³/s, odwadniającą zlewnie o charakterze mieszanym, z udziałem obszarów zurbanizowanych.

Z polskiego opisu patentowego nr 162431 znana jest oczyszczalnia ścieków, która ma osadnik wykonany w postaci walca, którego część denną stanowi powierzchnia ukośnego przecięcia walca, posiadający w najniższej części dna otwór przepływowy. Do osadnika wprowadzony jest przewód do odprowadzania osadu nadmiernego związany z kołem czerpakowym komory napowietrzania oraz przewód do recyrkulacji osadu związany z dodatkowym wirnikiem osadzonym w komorze napowietrzania. Na dennej części osadnika w pobliżu otworu przepływowego umieszczony jest występ kierujący strumieniem cieczy w osadniku. Osadnik wyposażony jest ponadto w rynnę do zbierania kożucha z powierzchni cieczy. Przewód związany z kołem czerpakowym łączący komorę napowietrzania z kanałem pierścieniowym w pobliżu dna pojemnika poprowadzony jest ukośnie do dna pojemnika.

Z polskiego opisu patentowego nr 161493 znana jest także oczyszczalnia ścieków o dużych ładunkach zanieczyszczeń biologicznie rozkładalnych składająca się z komór osadu czynnego, kontaktowej komory, komory stabilizacji i zagęszczenia, wtórnych osadników. Wyposażona jest także w wyrównawczy zbiornik, umożliwiający gromadzenie ścieków, mający co najmniej dwie komory, z których każda jest wyposażona w napowietrzający ruszt i w powietrzny podnośnik, usuwający tłuszcz i zanieczyszczenia pływające. Komory łączą się rurociągami, tworząc układ naczyń połączonych, zaś jedna z komór zbiornika jest połączona przelewem z komorą osadu czynnego oraz z ssącym przewodem pompy, transportującej ścieki ze zbiornika do komory osadu czynnego.

Z polskiego opisu patentowego nr 198680 znana jest biologiczna oczyszczalnia ścieków z odkrytym zbiornikiem wyposażonym w filtr biologiczny o pionowym przepływie ścieków, złożony w przekroju pionowym kolejno od dołu z warstwy żwiru, warstwy gruboziarnistego piasku i zawierającej trociny, zrębki drewniane i korę drzew organicznej warstwy obsadzonej bagienną roślinnością w postaci turzycy sztywnej, sitowia, manny mielec, pałki szerokolistnej oraz pałki wąskolistnej. Ścieki zbierane są dreną umieszczoną na dnie zbiornika i odprowadzane do denitryfikacyjnego stawu wyposażonego na skarpach i dnie w filtracyjną warstwę zawierającą żwir, piasek i wióry żelazne i obsadzonego bagienną roślinnością. Odpływ wody ze stawu realizowany jest poprzez infiltrację do drenażu umieszczonego w dnie i skarpach stawu.

Z polskiego opisu zgłoszenia wynalazku P 369348 znany jest sposób i oczyszczalnia do biologicznego oczyszczania ścieków bytowych wykorzystujący naturalne biocenozy terenów podmokłych, który polega na tym, że po wprowadzeniu ścieków do oczyszczalni wymusza się dynamiczny, stały lub okresowy przepływ ścieków w strefie pod zintegrowanym złożem biologicznym, z prędkością uniemożliwiającą sendymentację, z jednoczesnym intensywnym napowietrzaniem. Korzystnie jest, gdy przepływ dynamiczny prowadzi się z prędkością nie mniejszą niż 1 m/sek., zaś napowietrzanie prowadzi się z natężeniem nie mniejszym niż 50 l/min. Oczyszczalnia w koncentrycznie rozmieszczonych kanałach ma zintegrowane złożo biologiczne, zbudowane warstwowo, przy czym pod złożem znajduje się strefa przepływu ścieków, na dnie której znajdują się pompy, wymuszające przepływ. Korzystnie, złożo biologiczne składa się z usytuowanej w górnej części warstwy granulatu o pływalności dodatniej oraz usytuowanej w dolnej części błony biologicznej. W górnej części warstwy granulatu zakorzeniona jest strefa roślinna, zaś warstwa granulatu, znajdująca się pod nią zasiedlona jest mikroorganizmami i bezkręgowcami, natomiast pod nią usytuowana jest błona biologiczna.

Z polskiego opisu zgłoszenia wynalazku nr P 399015 znana jest także mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia ścieków, przeznaczona głównie do oczyszczania ścieków bytowo-gospodarczych. Część mechaniczna oczyszczalni to dwukomorowy zbiornik do wstępnego oczyszczania ścieków. Pierwsza komora o pojemności 2 m³ służy do mechanicznego podczyszczenia ścieków, a w drugiej, o pojemności 1 m³, umieszczona jest jednofazowa pompa, służąca do podniesienia sklarowanych ścieków i rozproszania ich po powierzchni bioreaktora o przepływie VF (vertical flow). Bioreaktor wykonany jest w wykopie ziemnym, odseparowanym od kontaktu ze środowiskiem geomembraną, na której umieszczona jest rura drenarska, zbierająca oczyszczone ścieki i odprowadzająca je do kontrolnej studzienki chłonnno-zanikowej. Pierwszą od dołu warstwę tworzy frakcja kamieni/tłuczni lub żwiru gruboziarnistego, następnie piasku średniego, warstwa kompostu wzbogaconego węglanem wapnia w ilości 1 kg/1 m²

i warstwa keramzytu. Ponadto powierzchnia bioreaktora roślinnego obsadzona jest roślinnością makrofitową: Skrzyp bagienny (*Equisetum fluviatile* L.), Mozga trzcinowata (*Phalaris arundinacea* L.), Tatarak zwyczajny (*Acorns calamus* L.), Oczeret jeziorny (*Schoenoplectus lacustris* (L.) i Palla). Oczyszczone ścieki wprowadzane są do kontrolnej studzienki zanikowo-chłonnej, do której w celu poprawy warunków hydraulicznych podłączony jest system kaskadowej infiltracji.

W innym rozwiązaniu ujawnionym w polskim opisie zgłoszenia wynalazku P 408014 przedstawiona została roślinna oczyszczalnia ścieków. Składa się ona z osadnika gnilnego z filtrem cząstek stałych, studzienki rozdzielczej, odkrytego zbiornika z drenażem z rur PCV i izolacją z folii PCV, oraz studzienki kontrolnej na odpływie ze zbiornika, który jest wypełniony warstwami żwiru i piasku i obsadzony roślinnością hydrofitową, której obszar penetracji układu korzeniowego jest większy od 1/3 wysokości złoża filtracyjnego. Złoże filtracyjne tworzą trzy warstwy, dolna wypełniona żwirem obłym gruboziarnistym, w którym na 2/3 wysokości ułożony jest dren rozsączający połączony pojedynczą rurą zasilającą ze studzienką rozdzielczą i zakończony kominkiem wentylacyjnym, pośrednia wypełniona żwirem obłym drobnoziarnistym, oraz górna wypełniona piaskiem, w którym w połowie wysokości ułożony jest dren zbierający z wyprowadzeniem do studzienki kontrolnej. Poziom ścieków w osadniku gnilnym, doprowadzanych grawitacyjnie do zbiornika rurą zasilającą, jest usytuowany poniżej poziomu drenu zbierającego. Ponadto dren rozsączający ma poprzeczne szczeliny wykonane na bocznej części obwodu drenu.

Znane jest także z polskiego opisu zgłoszenia wynalazku P 356748 urządzenie do gromadzenia i odprowadzania wody deszczowej oraz sposób jego użycia. Zawiera ono pojemnik, który podczas pracy znajduje się pod ziemią lub w pobliżu budynku posesji oraz komorę sterującą, z którą pojemnik jest połączony w sposób umożliwiający przepływ cieczy. Urządzenie jest połączone podczas pracy z przynajmniej jednym kanałem środków drenażu zasilanych zewnątrz względem budynku, co umożliwia doprowadzenie, poprzez komorę sterującą, wody deszczowej do pojemnika. Ponadto jest połączone z przynajmniej jednym kanałem do którego odprowadzana jest poprzez komorę sterującą woda deszczowa z pojemnika. Poziom wody deszczowej w komorze sterującej określa ilość wody deszczowej wpływającej do i wypływającej z pojemnika. Większe zanieczyszczenia są zatrzymywane w komorze sterującej i nie przedostają się do pojemnika i nie przepływają do drugiego kanału.

Z polskiego opisu patentowego nr 215085 znane jest urządzenie do oczyszczania wód opadowych stosowane zwłaszcza przed urządzeniami do ich miejscowego zagospodarowania i w instalacjach sanitarnych w obiektach wykorzystujących wody deszczowe. Urządzenie charakteryzuje się tym, że jego wewnętrzną przestrzeń podzielono, w kolejności grawitacyjnego przepływu wód, na komorę sedymentacyjną, komorę filtracyjną, komorę odpływową, przy czym komora sedymentacyjna podzielona jest przegrodami na co najmniej dwie części, jak również korzystnym jest umieszczenie w części przylegającej do komory filtracyjnej wielostrumieniowego wkładu spowalniającego przepływ. Urządzenie to charakteryzuje się również tym, że przegrody są połączone z obudową rozłącznie i posiadają otwory przesączające, a w przypadku usytuowania przegrody przed wielostrumieniowym wkładem posiada ona jedynie w dolnej części otwór przepływowy usytuowany poniżej wlotu do wymienionego wkładu. Poza tym, w strefie górnej krawędzi komory sedymentacyjnej usytuowany jest przewód awaryjnego przepływu z tej komory do komory odpływowej. Również w komorze filtracyjnej nad adsorbentem może być utworzona pusta przestrzeń przepływu awaryjnego. Korzystnym jest umieszczenie w lejach osadowych komory sedymentacyjnej koszy osadowych.

Zbiornik filtracyjno-retencyjny ścieków deszczowych został ujawniony w polskim opisie zgłoszenia wynalazku nr P 406780. Ma on nad wkładem filtracyjnym zamocowaną co najmniej jedną dyszę układu płuczącego, natomiast przegroda komory osadowej od strony komory przepływowej posiada zamocowaną w dolnej części perforowaną płytową osłonę wkładu filtracyjnego, której dolna część jest zwrócona w kierunku dna zbiornika.

Znana jest także z polskiego opisu zgłoszenia wynalazku P 328219 biologiczna oczyszczalnia ścieków, która rozwiązuje zagadnienie biologicznego oczyszczania wód opadowych, zwłaszcza obszarowych wód opadowych, pochodzących z terenów miejskich, w tym osiedlowych, szczególnie dachów, autostrad itp. Istota wynalazku polega na tym, że filtr biologiczny stanowi odkryty zbiornik o równym poziomie wody i dnie ziemnym, który ma w obszarze dółotowym umieszczony pierwszy strumień wód opadowych z terenów utwardzonych oraz drugi strumień wód opadowych z dachów, zaś obszar dółotowy połączony jest kaskadowo z obszarem płytkim filtra biologicznego, zawierającym dwa tarasy, połączone kaskadowo, z których ostatni połączony jest kaskadowo z obszarem głębokim zbiornika ścieków, przy czym pierwszy taras obsadzony jest sitowiem, korzystnie gęstą strefą trzciny, zaś drugi taras

obsadzony jest roślinnością wodną, zanurzoną w wodzie, natomiast obszar głęboki obsadzony jest roślinnością wodną, pływającą. Obrzeża zbiornika mają biologiczno-mechaniczne wzmocnienie, zaś obszar dolotowy wyłożony jest kamieniem, korzystnie dolomitom.

Sekwencyjny system do oczyszczania wód opadowych w czaszy akwenu zasilanego przez małą rzekę miejską według wynalazku jest umieszczony w czaszy akwenu przy dopływie zasilającej go rzeki. Składa się ze strefy intensywnej sedymentacji, którą tworzy górna czasza zbiornika, ograniczona jego brzegami i przegrodą gabionową, strefy powolnej sedymentacji, nieutwardzonej, na końcu której znajduje się górne zbocze dwustronnej grobli piaskowej porośniętej roślinnością wodną i części biofiltrującej. W strefie intensywnej sedymentacji zlokalizowane są deflektory przepływu, zbudowane z gabionów. Deflektory przepływu mają przekrój prostokątny i kształt łukowaty, a są zbudowane z siatki z drutu o średnicy min. 2,7 mm o oczkach korzystnie 6x8 cm, zabezpieczonych przed korozją i są wypełnione kamieniem dolomitowym frakcji 90–220 mm. Deflektory przepływu posadowione są na betonowym fundamencie i umieszczone naprzemiennie, szachownicowo, na drodze dopływu wód rzecznych, a górna część deflektorów przepływu oraz ich strona wewnętrzna, od strony dopływu rzeki, są osłonięte wymienną matą kokosową, zbudowaną z luźnych włókien naturalnych w oplocie z mocniejszej sieci wykonanej również z włókien kokosowych. Mata zamocowana jest do deflektorów przepływu szpilkami stalowymi, natomiast dno osadnika jest umocnione ażurowymi płytami żelbetowymi, a powierzchnie mniejsze od wymiaru płyt uzupełnione są nawierzchnią z brukowca, przy czym płyty i bruk są ułożone na geowłókninie rozpostartej na min. 15 cm warstwie odsączającej ze żwiru lub pospółki. Przy górnej części zbiornika, z jednej jego strony, znajduje się zjazd zbudowany z geokraty na geowłókninie separacyjno-filtracyjnej i żwirowej warstwie podsypki grubości korzystnie 15 cm. Geokrata wypełniona jest tłucznem i żwirem z domieszką piasku, gliny i humusu i obsiana mieszanką traw. Przegroda gabionowa o kształcie półkolistym posadowiona jest na geowłókninie o gramaturze 400 g/m² i na fundamencie (11), z częściowym wkopaniem w dno, rozdzielająca strefę intensywnej sedymentacji od strefy powolnej sedymentacji i wykonana jest z koszy siatkowych z drutu średnicy min. 2,7 mm o oczkach korzystnie 6x8 cm, zabezpieczonych przed korozją. Składa się ze skręconych drutami dwóch szeregów gabionów ustawionych jeden na drugim, przy czym gabiony dolne o wysokości 2/3 całkowitej wysokości przegrody i gabiony górne o wysokości 1/3 całkowitej wysokości przegrody gabionowej, posadowione są z zachowaniem mijanki w stosunku do ułożenia warstwy dolnej oraz z zachowaniem przerw między gabionami górnymi (13). Gabiony są osłonięte ciągłym pasem maty kokosowej od strony wlotu rzeki oraz na koronie, a mata kokosowa zbudowana jest z luźnych włókien kokosowych w oplocie z mocniejszej sieci z włókien kokosowych i zamocowana do deflektorów przepływu szpilkami stalowymi.

Część biofiltrująca jest poniżej strefy powolnej sedymentacji na grobli piaskowej o łagodnym nachyleniu skarp, korzystnie 1:5, o koronie usytuowanej 30–50 cm poniżej normalnego poziomu piętrzenia, usytuowanej w poprzek zbiornika. Przy brzegu wykonane są dodatkowe obniżenia korony. Skarpy są zabezpieczone siatką kokosową o gramaturze 400 g/m² i nasadzeniami roślinnymi takimi jak pałka szerokolistna, pałka wąskolistna, manna mielec, łączeń baldaszkowy, kosaciec żółty, oczeret jeziorny, turzycza błotna, turzycza brzegowa, turzycza nibyciborowata, jeżogłówka gałęzista, strzałka wodna, krwawnica pospolita, szczaw ziemnowodny, rdestnica pływająca, grążel żółty, wierzby – różne rodzime gatunki, turzycza dzióbkwata, żabieniec babka wodna. Maty kokosowe są rozłożone na skarpach i koronie grobli pasami z zakładem korzystnie 0,1 m i mocowane po obu stronach grobli rowami kotwiącymi, o głębokości min. 0,5 m, u podstawy grobli po każdej stronie, co najmniej 1 m od stopy nasypu. Maty zamocowane są do podłoża szpilkami stalowymi lub kołkami drewnianymi. W grobli piaskowej zainstalowane są korzystnie cztery przepusty okularowe wykonane z rur posadowionych na 20 cm ławie żwirowej i geowłókninie o gramaturze 200 g/mm², po dwa przepusty w bocznych częściach grobli, symetrycznie do osi zbiornika, ułożone ze spadkiem podłużnym odpowiadającym spadkowi dna zbiornika po jego odmuleniu.

Sekwencyjny system do oczyszczania wód opadowych w czaszy akwenu zasilanego przez małą rzekę miejską dzięki wykorzystaniu struktur wspierających tworzenie siedlisk oraz procesów ekosystemowych, poprawia estetykę i społeczną wartość obszarów miejskich, a także bioróżnorodność przejściowego ekosystemu pomiędzy rzeką i zbiornikiem oraz wzmacnia naturalne procesy obronne zbiorników wodnych przed zanieczyszczeniami.

System dzieli się na trzy strefy i jest konstruowany w całości w czaszy akwenu, w miejscu dopływu zasilającej go rzeki. Deflektory przepływu poprzez wymuszanie meandrującego przebiegu dopływającej do zbiornika wody rzecznej istotnie nasilają sedymentację niesioną przez nią materii. Przegroda gabionowa intensyfikuje wytrącanie związków rozpuszczonych w wodzie, zwłaszcza związków fosforu.

W strefie drugiej następuje sedymentacja drobnej frakcji transportowanej z rzeką materii organicznej. Woda po przepłynięciu przez nią dostaje się do sąsiadującej z nią bezpośrednio strefy trzeciej, w której zachodzi proces intensywnej biofiltracji (fitoremedjacja) dzięki nasadzonej w tej strefie roślinności wodnej.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku schematycznym, na którym fig. 1 przedstawia układ elementów w sekwencyjnym systemie doczyszczania wód opadowych w czaszy akwenu zasilanego przez małą rzekę miejską, fig. 2 deflektor przepływu, fig. 3 ułożenie gabionów w przegrodzie gabionowej, fig. 4 groblę piaskową w przekroju poprzecznym, a fig. 5 groblę piaskową w widoku czołowym.

Sekwencyjny system do oczyszczania wód opadowych w czaszy akwenu zasilanego przez małą rzekę miejską jest zlokalizowany bezpośrednio na wlocie rzeki 1 do zbiornika. Pierwszą strefę–strefę intensywnej sedymentacji 2 tworzy górna czasza zbiornika, ograniczona jego brzegami i przegrodą gabionową 4. Powierzchnia tej strefy jest dostosowana do wielkości i dynamiki przepływu rzeki i wynosi między 75 a 150 m², przy średnim rocznym przepływie rzeki do ok. 10 dm³/s, przeciętnym przepływie w okresie opadów ok. 100–120 dm³/s, maksymalnym ok. 180 dm³/s.

W strefie zlokalizowane są deflektory przepływu 3, zbudowane z gabionów 9, o przekroju prostokątnym i kształcie łukowatym, zbudowane z siatki z drutu o średnicy min. 2,7 mm o oczkach 6x8 cm, zabezpieczonych ZnAl przed korozją, wypełnione kamieniem dolomitowym frakcji 90–220 mm. Deflektory przepływu 3 posadowione są na betonowym fundamencie 10 i umieszczone naprzemiennie, szachownicowo, na drodze dopływu wód rzecznych. Ich ilość i wielkość zależy od dostępnej przestrzeni i dynamiki przepływu rzeki. Górna część deflektorów przepływu 3, korona, oraz ich strona wewnętrzna, od strony dopływu rzeki, są osłonięte wymienną matą kokosową, zbudowaną z luźnych włókien naturalnych w oplocie z mocniejszej sieci wykonanej również z włókien kokosowych. Mata zamocowana jest do deflektorów przepływu 3 szpilkami stalowymi $\varnothing$ 6 mm i o długości 50 cm, w kształcie litery U w poziomej części maty, na koronie deflektorów przepływu 3, co 0,2 m.

Dno osadnika jest umocnione ażurowymi płytami żelbetowymi typu JOMB, o grubości 12 cm, wykonanymi z betonu klasy min. B–30 (C25/30). Powierzchnie mniejsze od wymiaru płyt uzupełnione są nawierzchnią z brukowca. Płyty i bruk są ułożone na geowłókninie o gramaturze 400 g/m² rozpostartej na min. 15 cm warstwie odsączającej ze żwiru lub pospółki.

Przy górnej części zbiornika, z jednej jego strony, znajduje się zjazd 8 zbudowany z geokraty na geowłókninie separacyjno-filtracyjnej o gramaturze 400 g/m² i żwirowej warstwie podsypki grubości 15 cm. Geokrata o wysokości 0,2 m wypełniona jest tłuczniem i żwirem z domieszką piasku, gliny i humusu i obsiana mieszką traw.

Przegroda gabionowa 4 rozdzielająca strefę intensywnej sedymentacji 2 od strefy powolnej sedymentacji 5 wykonana jest z koszy siatkowych z drutu średnicy min. 2,7 mm o oczkach 6x8 cm, zabezpieczonych przed korozją. Przegroda szerokości 1,0 m i wysokości 0,5 m składa się ze skreconych drutami dwóch szeregów gabionów ustawionych jeden na drugim. Szereg dolnych gabionów 12 o wysokości 2/3 całkowitej wysokości przegrody i szereg górnych gabionów 13 o wysokości 1/3 całkowitej wysokości przegrody. Gabiony górne 13 są posadowione z zachowaniem mijanki w stosunku do ułożenia warstwy dolnej, oraz z zachowaniem 20 cm przerw 14 między warstwą gabionów górnych 13. Przegroda gabionowa 4 ma kształt półkolisty, dostosowany do morfologii czaszy zbiornika od jednego do drugiego brzegu. Jest posadowiona na geowłókninie o gramaturze 400 g/m², na fundamencie 11, z częściowym wkopaniem w dno w zależności od jego ukształtowania. Gabiony są osłonięte ciągłym pasem maty kokosowej od strony wlotu rzeki oraz na koronie. Mata kokosowa zbudowana jest z luźnych włókien kokosowych w oplocie z mocniejszej sieci z włókien kokosowych. Mata zamocowana jest do deflektorów przepływu 3 szpilkami stalowymi $\varnothing$ 6 mm i o długości 50 cm, w kształcie litery U w poziomej części maty na koronie deflektorów przepływu 3 co 0,2 m.

Strefa powolnej sedymentacji 5 to wolna strefa nieutwardzona o powierzchni 500–700m². Na końcu strefy znajduje się górne zbocze dwustronnej grobli piaskowej 6, która może być porośnięta samoisownie roślinnością wodną.

Część biofiltrująca 7 skonstruowana jest poniżej strefy powolnej sedymentacji 5 na grobli piaskowej 6 o łagodnym nachyleniu skarp w stosunku 1:5, o koronie usytuowanej 30–50 cm poniżej normalnego poziomu piętrzenia, usytuowanej w poprzek zbiornika. Przy brzegu wykonane są dodatkowe obniżenia korony 17 o 10 cm.

Skarpy są zabezpieczone siatką kokosową o gramaturze 400 g/m² i nasadzeniami roślinnymi. Maty kokosowe są rozłożone na skarpach i koronie grobli pasami z zakładem 0,1 m i mocowane po obu

stronach grobli rowami kotwiącymi, o głębokości min. 0,5 m, u podstawy grobli po każdej stronie, co najmniej 1 m od stopy nasypu. Matę mocuje się do podłoża szpilkami stalowymi $\varnothing$ 6 mm i o długości 50 cm, w kształcie litery U lub kołkami drewnianymi, w początkowej poziomej części maty (na koronie grobli) co 0,5 m, a następnie co 1,5 do 2,0 m. Skarpy w okolicach przepustów są zabezpieczone poprzez brukowanie z zalaniem szczelin zaprawą cementową. Podobnie dno na wlocie i wylocie przepustów. Umocnienie wykonano na szerokości 2,2 m i długości 1 m na wlocie oraz 2 m na wylocie.

W grobli zainstalowane są cztery przepusty okularowe 15, po dwa przepusty w bocznych częściach grobli, symetrycznie do osi zbiornika, o średnicy ok. 0,3 m, ułożone ze spadkiem podłużnym odpowiadającym spadkowi dna zbiornika po jego odmuleniu, które mają umożliwić przepływ wody pomiędzy przegrodzonymi częściami w czasie napełniania i opróżniania zbiornika, ok. 10 cm nad dnem. Przepusty wykonano z rur PE DN 300 i sztywności obwodowej SN8, posadowionych na 20 cm ławie żwirowej 16 i geowłókninie o gramaturze 200 g/mm². Szerokość przegłębienia do wykonania ław wynosi min. 2 m dla każdej pary przepustów, a warstwa żwiru dostosowana jest do ukształtowania dna. Przestrzenie wokół przepustów są wypełnione gruntem z którego wykonywana jest grobla.

Roślinność do nasadzeń to pałka szerokolistna, pałka wąskolistna, manna mielec, łączeń baldaszkowy, kosaciec żółty, oczeret jeziorny, turzycza błotna, turzycza brzegowa, turzycza nibyciborowata, jeżogłówka gałęzista, strzałka wodna, krwawnica pospolita, szczaw ziemnowodny, rdestnica pływająca, grązel żółty, wierzby–różne rodzime gatunki, turzycza dzióbkwata, żabieniec babka wodna.

Działanie systemu polega na tym, że strefa intensywnej sedimentacji 2 to strefa w której zachodzi intensywna sedimentacja niesionej przez rzekę materii grubo cząsteczkowej. Sedymetacja zachodzi na drodze wytracania prędkości przepływu i spadku siły nośnej rzeki.

Deflektory przepływu 3 intensyfikują sedimentację grubych frakcji transportowanych zawiesin poprzez wymuszanie meandrującego przepływu wody, miejscowe zwolnienie jej prędkości i obniżenie siły nośnej. Mata kokosowa osłaniająca górną część (koronę) deflektorów 3 i ich stronę wewnętrzną (od strony dopływu) chroni złoża przed kolmatacją, utrzymuje wysoką wydajność systemu geochemicznego przegrody gabionowej, wydłużając o kilka lat okres jej bezobsługowego użytkowania.

Zjazd znajdujący się przy górnej części zbiornika, służy wykonywaniu prac eksploatacyjnych polegających na odessaniu np. przy użyciu wozu asenizacyjnego zatrzymywanej w części sedymetacyjnej systemu zawiesiny.

Przegroda gabionowa 4 służy adsorpcji zanieczyszczeń rozpuszczonych w wodzie, głównie jonów fosforanowych, na drodze ich adsorpcji na powierzchni dolomitu.

Przerwy 14 pomiędzy górnymi gabionami 13 przegrody gabionowej 4 umożliwiają migrację ryb.

Strefa powolnej sedimentacji 5 służy dalszemu oczyszczaniu wody dopływającej do zbiornika, na drodze powolnej sedimentacji drobnej materii transportowanej przez rzekę. W tej strefie sedimentacja zachodzi na zasadzie łagodnego piętrzenia wody przez zamykający strefę pas roślinności, powodujące dalsze wytracenie siły nośnej wody.

Część biofiltrująca 7 służy oczyszczaniu wody dopływającej do zbiornika z form rozpuszczonych biogenów i drobnych zanieczyszczeń na zasadzie fitoremedjacji.

Usytuowanie korony grobli pisakowej 6 30–50 cm poniżej normalnego poziomu piętrzenia zbiornika umożliwia migrację ryb, oraz tworzy dogodne warunki do wzrostu roślin, tworząc mikrosiedliska dla fauny i flory.

Dodatkowe obniżenia korony 17 grobli piaskowej 6 o 10 cm wymuszają dwukierunkowy ruch wody przy napełnianiu i opróżnianiu zbiornika, oraz–dystansując groblę od brzegu zbiornika–chronią ją przed dewastacją.

Łagodne nachylenie skarp grobli 6 zapobiega ich rozmywaniu przez nurt wody. Mata kokosowa i nasadzenia roślinne zabezpieczają skarpe. Korzenie roślin wzmacniają jej strukturę i są ekologicznym filtrem dla zanieczyszczeń znajdujących się w wodzie. Dzięki przeciwerozyjnej macie kokosowej unika się również wymywania cząstek grobli 6 podczas napełniania i opróżniania zbiornika.

Przepusty okularowe 15 umożliwiają przepływ wody pomiędzy przegrodzonymi częściami w czasie napełniania i opróżniania zbiornika.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sekwencyjny system do oczyszczania wód opadowych w czaszy akwenu zasilanego przez małą rzekę miejską, **znamienny tym**, że jest umieszczony w czaszy akwenu przy dopływie zasilającej go rzeki (1) i składa się ze strefy intensywnej sedymentacji (2), którą tworzy górna czasza zbiornika, ograniczona jego brzegami i przegrodą gabionową (4), strefy powolnej sedymentacji (5), nieutwardzonej, na końcu której znajduje się górne zbocze dwustronnej grobli piaskowej (6) porośniętej roślinnością wodną i części biofiltrującej (7), przy czym w strefie intensywnej sedymentacji (2) zlokalizowane są deflektory przepływu (3), zbudowane z gabionów (9), o przekroju prostokątnym i kształcie łukowatym, zbudowane z siatki z drutu o średnicy min. 2,7 mm o oczkach korzystnie 6x8 cm, zabezpieczonych przed korozją, wypełnione kamieniem dolomitowym frakcji 90–220 mm, przy czym deflektory przepływu (3) posadowione są na betonowym fundamencie (10) i umieszczone naprzemiennie, szachownicowo, na drodze dopływu wód rzecznych, a górna część deflektorów przepływu (3) oraz ich strona wewnętrzna, od strony dopływu rzeki (1), są osłonięte wymienną matą kokosową, zbudowaną z luźnych włókien naturalnych w oplocie z mocniejszej sieci wykonanej również z włókien kokosowych, przy czym mata zamocowana jest do deflektorów przepływu (3) szpilkami stalowymi, natomiast dno osadnika jest umocnione ażurowymi płytami żelbetowymi, a powierzchnie mniejsze od wymiaru płyt uzupełnione są nawierzchnią z brukowca, przy czym płyty i bruk są ułożone na geowłókninie rozpostartej na min. 15 cm warstwie odsączającej ze żwiru lub pospółki, zaś przy górnej części zbiornika, z jednej jego strony, znajduje się zjazd (8) zbudowany z geokraty na geowłókninie separacyjno-filtracyjnej i żwirowej warstwie podsypki grubości korzystnie 15 cm, a geokrata wypełniona jest tłuczniem i żwirem z domieszką piasku, gliny i humusu i obsiana mieszkanką traw, natomiast przegroda gabionowa (4) o kształcie półkolistym posadowiona na geowłókninie o gramaturze 400 g/m² i na fundamencie (11), z częściowym wkopaniem w dno, rozdzielająca strefę intensywnej sedymentacji (2) od strefy powolnej sedymentacji (5) wykonana jest z koszy siatkowych z drutu średnicy min. 2,7 mm o oczkach korzystnie 6x8 cm, zabezpieczonych przed korozją i składa się ze skręconych drutami dwóch szeregów gabionów ustawionych jeden na drugim, przy czym gabiony dolne (12) o wysokości 2/3 całkowitej wysokości przegrody i gabiony górne (13) o wysokości 1/3 całkowitej wysokości przegrody gabionowej (4), posadowione są z zachowaniem mijanki w stosunku do ułożenia warstwy dolnej oraz z zachowaniem przerw (14) między gabionami górnymi (13), przy czym gabiony są osłonięte ciągłym pasem maty kokosowej od strony wlotu rzeki (1) oraz na koronie, a mata kokosowa zbudowana jest z luźnych włókien kokosowych w oplocie z mocniejszej sieci z włókien kokosowych i zamocowana do deflektorów przepływu szpilkami stalowymi.
2. System według zastrz. 1 **znamienny tym**, że część biofiltrująca (7) jest poniżej strefy powolnej sedymentacji (5) na grobli piaskowej (6) o łagodnym nachyleniu skarp, korzystnie 1:5, o koronie usytuowanej 30–50 cm poniżej normalnego poziomu piętrzenia, usytuowanej w poprzek zbiornika, a przy brzegu wykonane są dodatkowe obniżenia korony (17), zaś skarpy są zabezpieczone siatką kokosową o gramaturze 400 g/m² i nasadzeniami roślinnymi takimi jak: pałka szerokolistna, pałka wąskolistna, manna mielec, łączeń baldaszkowy, kosaciec żółty, oczeret jeziorny, turzyca błotna, turzyca brzegowa, turzyca nibyciborowata, jeżogłówka gałęzista, strzałka wodna, krwawnica pospolita, szczaw ziemnowodny, rdestnica pływająca grążel żółty, wierzby—różne rodzime gatunki, turzyca dzióbkowata, żabieniec babka wodna, a maty kokosowe są rozłożone na skarpach i koronie grobli (6) pasami z zakładem korzystnie 0,1 m i mocowane po obu stronach grobli rowami kotwiącymi, o głębokości min. 0,5 m, u podstawy grobli (6) po każdej stronie, co najmniej 1 m od stopy nasypu, a maty zamocowane są do podłoża szpilkami stalowymi lub kołkami drewnianymi, przy czym w grobli piaskowej (6) zainstalowane są korzystnie cztery przepusty okularowe (15) wykonane z rur posadowionych na 20 cm ławie żwirowej (16) i geowłókninie o gramaturze 200 g/mm², po dwa przepusty w bocznych częściach grobli, symetrycznie do osi zbiornika, ułożone ze spadkiem podłużnym odpowiadającym spadkowi dna zbiornika po jego odmuleniu.

Rysunki

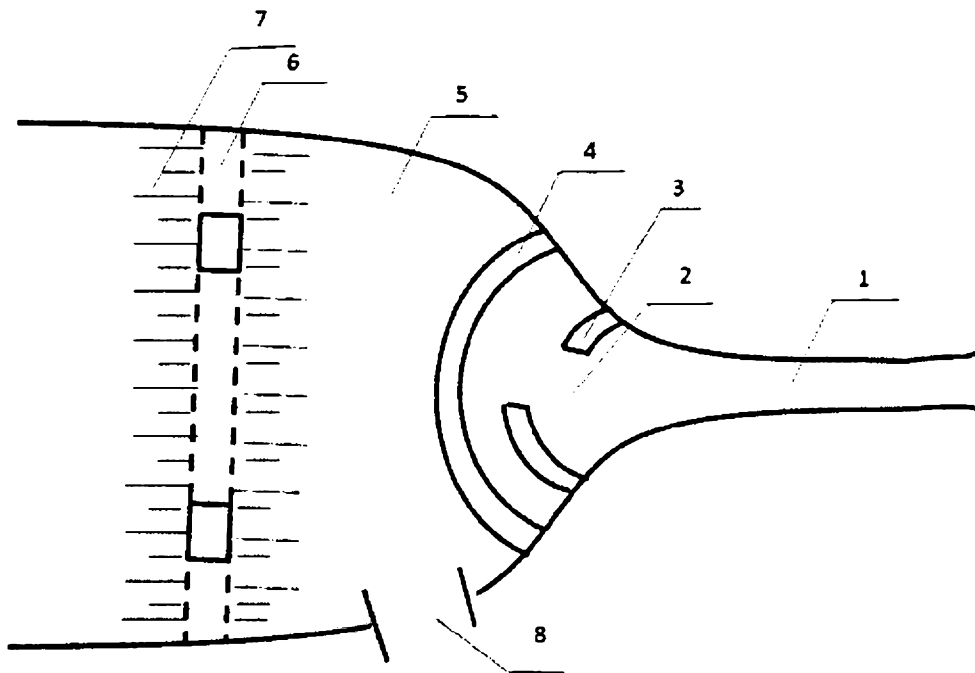


Fig. 1

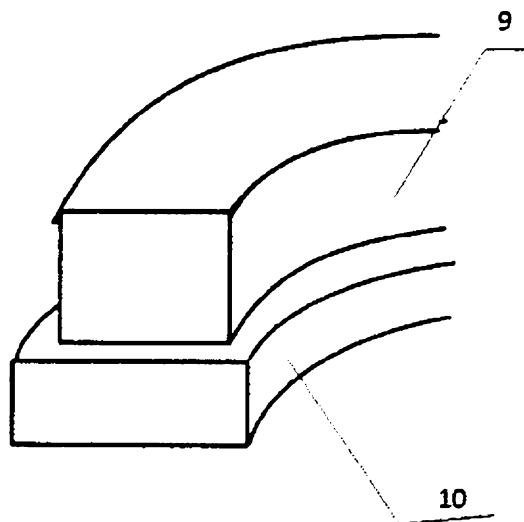


Fig. 2

Fig. 2

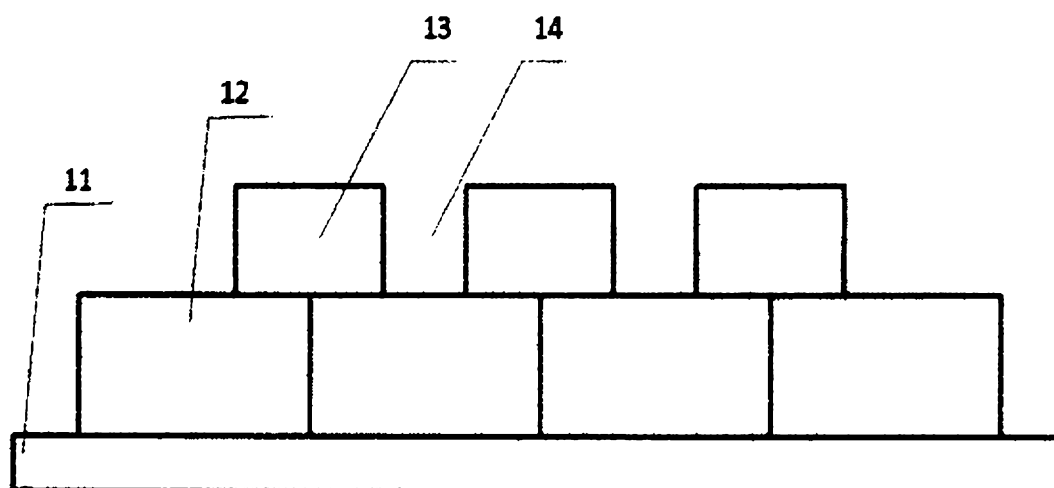


Fig. 3

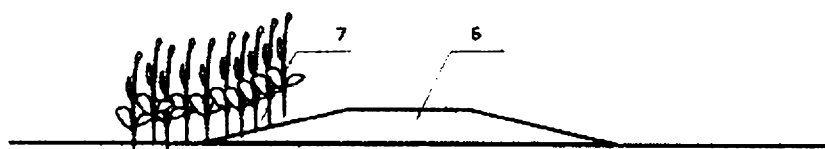


Fig. 4

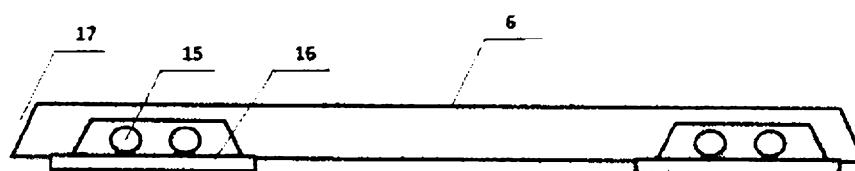


Fig. 5