

Ekohydrologiczna rekultywacja zbiorników rekreacyjnych Arturówek (Łódź) jako modelowe podejście do rekultywacji zbiorników miejskich

Ecohydrologic rehabilitation of recreational reservoirs Arturowek (Lodz) as a model approach to rehabilitation of urban reservoirs



LIFE08 ENV/PL/000517

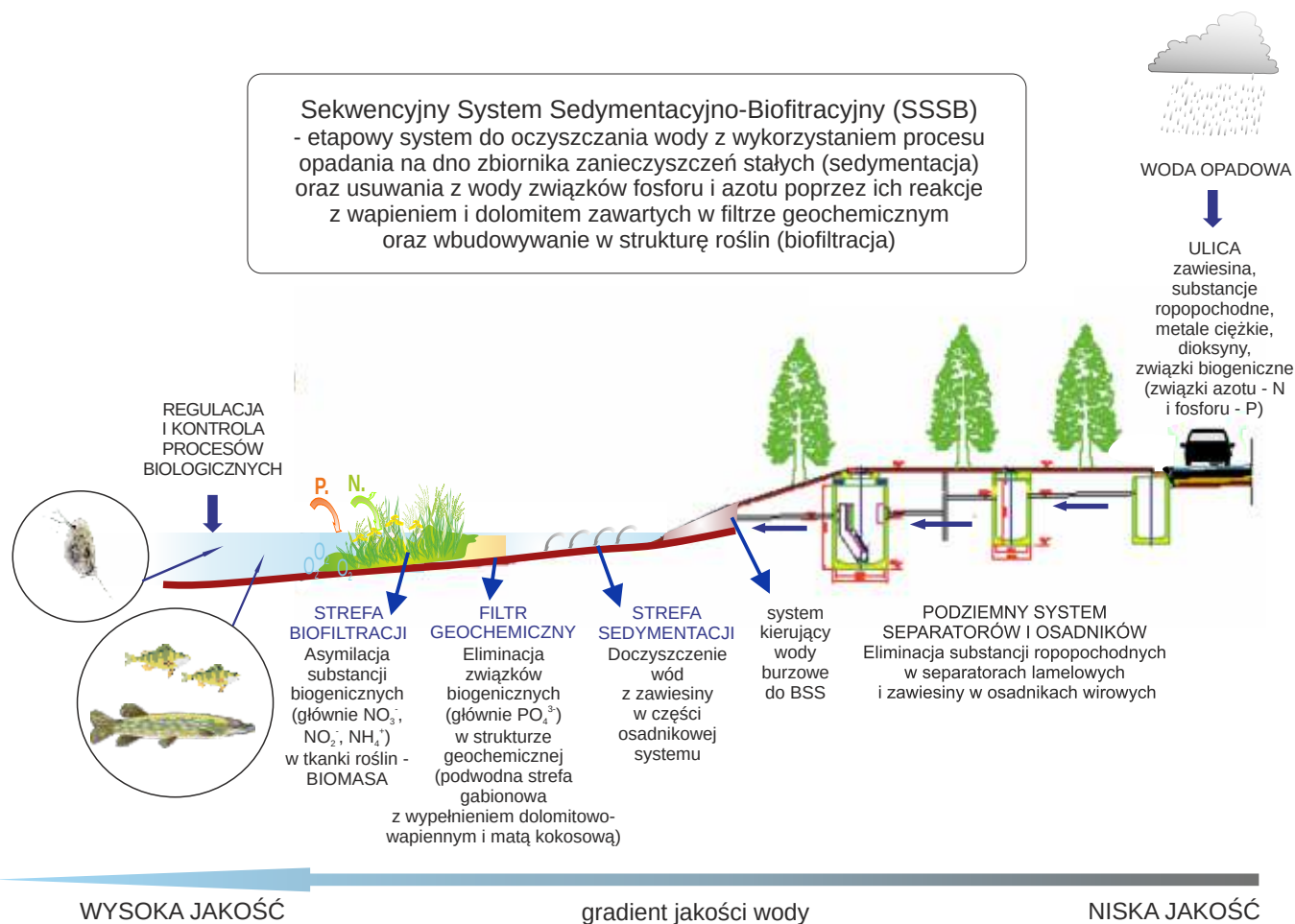
Projekt realizowany w Polsce w latach 2010-2015

Project implemented in Poland in 2010-2015

INSTRUKCJA DLA UŻYTKOWNIKÓW
URZĄDZEŃ TECHNICZNYCH ORAZ
ROZWIĄZAŃ BIOTECHNOLOGICZNYCH

Wstęp

„Ekohydrologiczna rekultywacja zbiorników rekreacyjnych „Arturówek” (Łódź) jako modelowe podejście do rekultywacji zbiorników miejskich” jest przykładem projektu programu LIFE+ o charakterze demonstracyjnym, pokazującym innowacyjne rozwiązania środowiskowe dla ochrony jakości wód obszarów zurbanizowanych przed procesem postępującej eutrofizacji i utrzymania jej dobrej jakości przez długi okres czasu. Podstawą zaproponowanych w projekcie rozwiązań, ograniczających dopływ substancji biogenicznych (związków azotu i fosforu), jest **sekwencyjny system sedymentacyjno-biofiltracyjny (SSSB)**. Rozwiązania oparte o ten model oczyszczają wody opadowe przed ich wprowadzeniem do rzeki czy zbiorników retencyjnych w Arturówku. Elementem unikatowym i nowatorskim zastosowanych systemów SSSB jest usytuowanie większości rozwiązań bezpośrednio w czaszy zbiorników. Zastosowane konstrukcje biotechnologiczne składają się z dwóch części: górnej (sedymentacyjnej) i dolnej (biologicznej), rozdzielonych filtracyjną barierą geochemiczną w formie gabionowych przegród wypełnionych kamieniem dolomitowo-wapiennym. W przypadku obciążenia ściekami deszczowymi odprowadzanymi z ulic system może być rozbudowany o standardowe urządzenia doczyszczające, takie jak separatory i osadniki, które ze względu na posadowienie w gruncie są niewidoczne i nie szpecą krajobrazu. W celu zwiększenia skuteczności funkcjonowania rozwiązań konieczna jest integracja metod inżynierskich z **metodami biotechnologicznymi**, takimi jak: **buforowe strefy nasadzeń roślinnych** czy **pływające wyspy z roślinnością bagienną** oraz **działania biomanipulacyjne**, polegające na wspieraniu rozwoju zooplanktonu żywiącego się fitoplanktonem, poprzez regulację składu gatunkowego i liczebności ryb w rekultywowanych akwenach. Poniżej przedstawiono konstrukcję SSSB wraz z opisem funkcjonowania poszczególnych stref systemu.



Część sedymentacyjna systemu, dzięki stosunkowo dużej powierzchni, pozwala efektywnie przechwytywać transportowane do zbiornika zawiesiny. Jej wielkość jest dostosowana do ilości wody dopływającej ciekami lub kolektorem w czasie opadów. Zbyt mała powierzchnia części sedymentacyjnej niesie ryzyko uszkodzenia przez wody opadowe przegrody gabionowej i/lub roślinności znajdującej się w kolejnych częściach systemu. Dno części sedymentacyjnej najczęściej umocnione jest ażurowymi płytami żelbetowymi ułożonymi na geowłókninie, rozpostartej na żwirowej warstwie odsączającej lub pospółce. Taka konstrukcja, wraz z umocnionym zjazdem, pozwala na łatwe usuwanie nagromadzonego namułu w procesie eksploatacji osadnika. W przypadku systemów sedymentacyjno-biofiltracyjnych stanowiących osobne zbiorniki retencyjne (poza czasem zbiornika) możliwe jest zastosowanie rozwiązań technicznych do regulacji poziomu dopływających wód, co pozwala na czasowe retencjonowanie wód opadowych w systemie poprzez ich spiętrzenie, a następnie ich powolny odpływ w okresie bezopadowym. W przypadku odbioru wód deszczowych z obszarów utwardzonych (np. ulic, chodników, parkingów) konieczne jest połączenie SSSB z **podziemnym systemem separatorów i osadników** służących do wstępnego oczyszczania wód głównie z zawiesiny (piasek, ziemia, liście, gałęzie i inna drobna materia organiczna) oraz substancji ropopochodnych.

Przegroda gabionowa oddzielająca część sedymentacyjną od części biologicznej jest wypełniona kamieniem dolomitowym lub wapiennym i osłonięta od górnej wody matą kokosową. Pełni ona funkcję bariery geochemicznej, zatrzymującej zawiesinę dopływającą do pierwszej części osadnika oraz oczyszczającą przepływającą do kolejnej strefy wodę poprzez chemiczną adsorpcję zanieczyszczeń rozpuszczonych na podłożu dolomitowo-wapiennym. Przegroda gabionowa może posiadać przepusty pozwalające na swobodną migrację ryb.

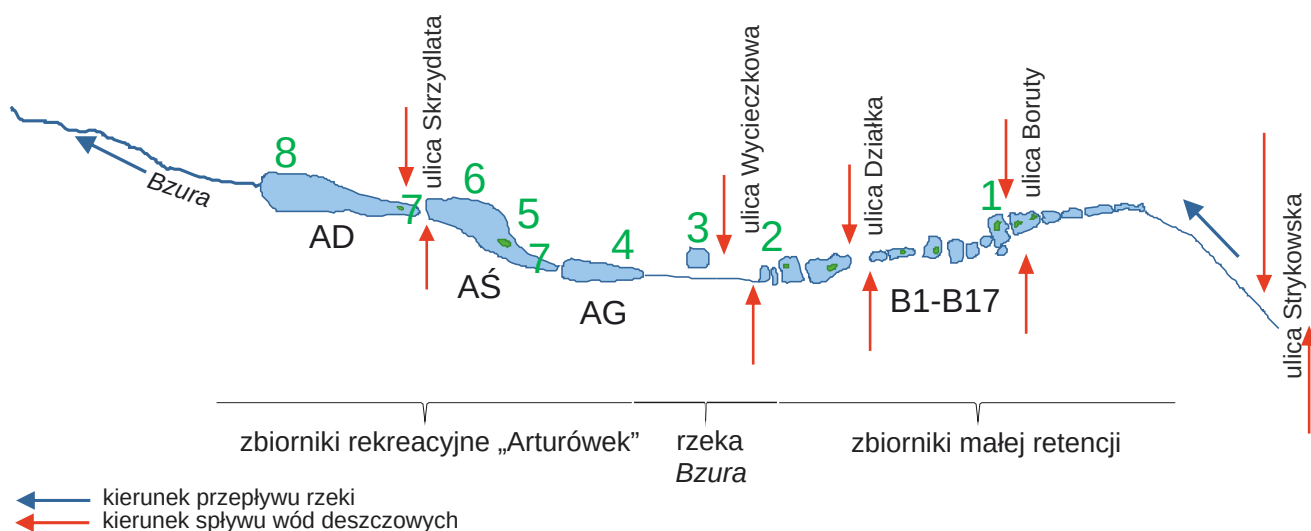
Część biologiczna to strefa znajdująca się poniżej przegrody gabionowej i porośnięta rodzimą roślinnością wodną (np. pałka wąskolistna, pałka szerokolistna, turzyca błotna, turzyca dzióbekowata, turzyca brzegowa, sitowie leśne, manna mielec, kosaciec żółty itp.). Redukuje ona zanieczyszczenia rozpuszczone w wodzie poprzez ich wbudowywanie w biomasę roślinną (fitoremedjacja). Ponadto, poprawia wartość estetyczną i krajobrazową rozwiązań, podnosi bioróżnorodność systemu przyrodniczego i stanowi siedliska dla wielu organizmów wodnych.

W celu zoptymalizowania funkcjonowania ekosystemu wodnego, do którego doprowadzana jest woda oczyszczana przez skonstruowany system, wskazane jest zastosowanie **zabiegów biomanipulacyjnych**, polegającymi na wspieraniu rozwoju zooplanktonu żywiącego się fitoplanktonem, poprzez regulację składu gatunkowego i liczebności ryb w rekultywowanym akwenie.

Celem opracowania jest stworzenie spójnego systemu pozwalającego właścicielom/użytkownikom nieruchomości, na których umiejscowiono projektowe rozwiązania ich właściwe utrzymanie i eksploatację, która zapewni zachowanie dobrego stanu wód rzeki Bzury i zbiorników retencyjnych w Arturówku w dłuższym horyzoncie czasowym.

Część opisowa zastosowanych urządzeń technicznych oraz rozwiązań biotechnologicznych

Zrealizowane w ramach projektu EH-REK rozwiązania systemowe zlokalizowano w zbiornikach retencyjnych oraz w korycie rzeki Bzury na odcinku pomiędzy ulicą Boruty, a ulicą Krasnoludków w Łodzi (Ryc. 1) i opisano szczegółowo w poniższym rozdziale.



LEGENDA: Bzura - rzeka Bzura, AD - zbiornik Arturówek dolny, AŚ - zbiornik Arturówek środkowy, AG - zbiornik Arturówek górny, B1-B17 - sekwencja 17 zbiorników małej retencji w źródłowym odcinku rzeki

Ryc. 1. Lokalizacja rozwiązań demonstracyjnych projektu EH-REK w zlewni rzeki Bzury i zbiorników Arturówek w Łodzi.

- Rozwiązanie 1.** System do podczyszczania rzeki Bzury zasilającej zbiornik Bzura-7 usytuowany poniżej ulicy Boruty w km 166+250 rzeki Bzury
- Rozwiązanie 2.** System do podczyszczania rzeki Bzury zasilającej zbiornik Bzura-17 usytuowany powyżej ulicy Wycieczkowej w km 165+700 rzeki Bzury
- Rozwiązanie 3.** System doczyszczania wód deszczowych z ulicy Wycieczkowej usytuowany na wysokości posesji przy ulicy Wycieczkowej 83 w km 165+650 – 165+600 rzeki Bzury
- Rozwiązanie 4.** System do podczyszczania rzeki Bzury zasilającej zbiornik górny w Arturówku w km 165+344 rzeki Bzury
- Rozwiązanie 5.** System do podczyszczania odpływów wód deszczowych z terenów nieutwardzonych o niskim stopniu urbanizacji przy zbiorniku środkowym w Arturówku, Las Łagiewnicki w km 164+907 rzeki Bzury
- Rozwiązanie 6.** System do podczyszczania wód deszczowych z terenów o niskim stopniu użytkowania i małej powierzchni zlewni przy zbiorniku środkowym w Arturówku, ulica Studencka w km 164+827 rzeki Bzury
- Rozwiązanie 7.** Eksploatacja strefy przybrzeżnej roślinności wynurzonej i wyspy pływającej w zbiorniku dolnym i środkowym w Arturówku
- Rozwiązanie 8.** System do podczyszczania wód deszczowych z terenów o niskim stopniu użytkowania i małej powierzchni zlewni przy zbiorniku dolnym w Arturówku, ulica Studencka w km 164+410 rzeki Bzury
- Rozwiązanie 9.** Tablice informujące o negatywnym wpływie dokarmiania ptactwa wodnego na jakość wód
- Rozwiązanie 10.** Działania biomanipulacyjne polegające na regulacji struktury troficznej ryb zasiedlających zbiorniki retencyjne w Arturówku

Rozwiązanie 1

System do podczyszczania rzeki Bzury zasilającej zbiornik Bzura-7 usytuowany poniżej ulicy Boruty w km 166+250 rzeki Bzury

a.) Informacje ogólne

Charakterystyka systemu:

układ podczyszczający obejmuje: wygrodenie konstrukcją gabionową górnej czaszy zbiornika Bzura-7 zaadoptowanej do funkcji SSSB o powierzchni 150 m².

Zastosowanie:

podczyszczanie wód dopływających do zbiornika z górnej części zlewni rzeki Bzury.

Lokalizacja:

rozwiązanie oznaczone numerem 1 na mapce przedstawionej na [Ryc. 1](#).

b.) Właściciel urządzeń technicznych i rozwiązań biotechnologicznych odpowiedzialny za bieżące utrzymanie i eksploatację

Uniwersytet Łódzki – właściciel/użytkownik konstrukcji SSSB o powierzchni 150 m² (Obręb B-19, działka numer 67).

c.) Zasada funkcjonowania rozwiązania

/1/ wygrodenie konstrukcją gabionową górnej czaszy zbiornika Bzura-7 celem adaptacji do funkcji SSSB odpowiada za: **a)** podczyszczanie wód odprowadzanych z górnej części zlewni rzeki Bzury poprzez sedymentację na drodze wymuszonego spowolnionego przepływu wody i retencję zanieczyszczeń w wygrodenzonej części zbiornika o powierzchni 70 m², **b)** filtrację przez barierę geochemiczną z wkładem dolomitowo-wapiennym (sorpcja substancji biogenicznych z wapniem) i okrywą z maty kokosowej (biofiltracja przez mikroorganizmy), **c)** biofiltrację na drodze zwiększenia oporów przepływu wody oraz powierzchni osadzania w strefie roślinnej oraz retencji zanieczyszczeń w biomase roślinnej. Efektywność urządzenia zmniejsza się po uzyskaniu poziomu piętrzenia przekraczającego wysokość określoną poziomem korony bariery gabionowej ([Ryc. 2](#)).

/2/ nasadzenia roślinne w obrębie czaszy zbiornika mają na celu zwiększenie retencji w biomase związków biogenicznych ([Ryc. 2](#)).

d.) Informacje dotyczące urządzeń

/1/ wygrodenie konstrukcją gabionową górnej czaszy zbiornika Bzura-7 celem adaptacji do funkcji SSSB ma rzędną wynoszącą 228,40 m n.p.m.. Rzędna ta jest o 20 cm niższa od rzędnej piętrzenia zbiornika Bzura-7 wynoszącej 228,60 m n.p.m. i określonej poziomem przepustu na budowli piętrząco-upustowej akwenu. Przegroda gabionowa wypełniona kamieniem dolomitowo-wapiennym o granulacji 12-18 cm ma kształt wycinka koła o długości około 18 m i szerokości 1,0 m. Posadowiona jest na geowłókninie i osłonięta od zewnątrz matą kokosową. W przegrodzie gabionowej na wysokości 0,3 m nad dnem umieszczono dwie rury kierujące wodę w stronę stref zbiornika obsadzonych roślinnością wodną. Jedna z rur o średnicy 0,2 m umieszczona jest od strony północnej przegrody, a druga o średnicy 0,1 m od strony południowej. Po zewnętrznej stronie przegrody gabionowej znajduje się nasyp z piasku średniego o nachyleniu skarpy 1:5, obsadzony roślinnością wodną (pałka wąskolistna, pałka szerokolistna, turzyca błotna, turzyca dzióbkwata, turzyca brzegowa, sitowie leśne, manna mielec, kosaciec żółty itp.). Obszar pomiędzy gabionem a budowlą piętrząco-upustową zbiornika Bzura-6, stanowiący część sedymentacyjną SSSB o powierzchni 70 m², umocniony został płytami ażurowymi typu JOMB ([Ryc. 2](#)).

/2/ nasadzenia roślinne w obrębie czaszy zbiornika wykonane w formie nasadzeń roślinności wodnej w obrębie płytszych partii zbiornika (pałka wąskolistna, pałka szerokolistna, turzycza błotna, turzycza dzióbkowata, turzycza brzegowa, sitowie leśne, manna mielec, kosaciec żółty itp.). Nasadzenia obejmują głównie część akwenu zlokalizowaną w pobliżu SSSB (Ryc 2).

e.) Gospodarowanie systemem w normalnych warunkach użytkowania

Do standardowych czynności eksploatacyjnych należy:

- kontrolowanie stanu wypełnienia namulą części sedymentacyjnej SSSB celem określenia potrzeby jej oczyszczenia; oczyszczenie tego elementu wskazane jest po nagromadzeniu się warstwy namułu o średniej miąższości przekraczającej 15 cm; czyszczenie należy prowadzić w okresie jesiennym w miesiącach listopad-grudzień, tj. po opadnięciu liści z drzew;
- kontrolowanie stanu maty kokosowej okrywającej gabion z wkładem dolomitowo-wapiennym stanowiący barierę geochemiczną i jej wymiana w momencie jej biodegradacji, czyli powstania ubytków prowadzących do odsłaniania konstrukcji gabionu (okres biodegradacji maty wynosi około 2-3 lat);
- wykaszanie i usuwanie biomasy roślinności wodnej i brzegowej zbiornika Bzura-7 pod koniec sezonu wegetacyjnego, ale przed okresem zamierania roślinności, czyli nie wcześniej niż połowa września, ale nie później niż koniec października;
- okresowa wymiana złoża wapienno-dolomitowego – przewidywany okres trwałości i prawidłowego funkcjonowania złoża szacowany jest na okres 6-9 lat; termin wymiany złoża powinien być połączony z okresową wymianą maty kokosowej;
- kontrolowanie ogólnego stanu urządzeń stanowiących konstrukcję SSSB; w przypadku stwierdzenia uszkodzeń lub ubytków należy niezwłocznie podjąć działania naprawcze.

f.) Postępowanie w warunkach długotrwale utrzymujących się opadów atmosferycznych

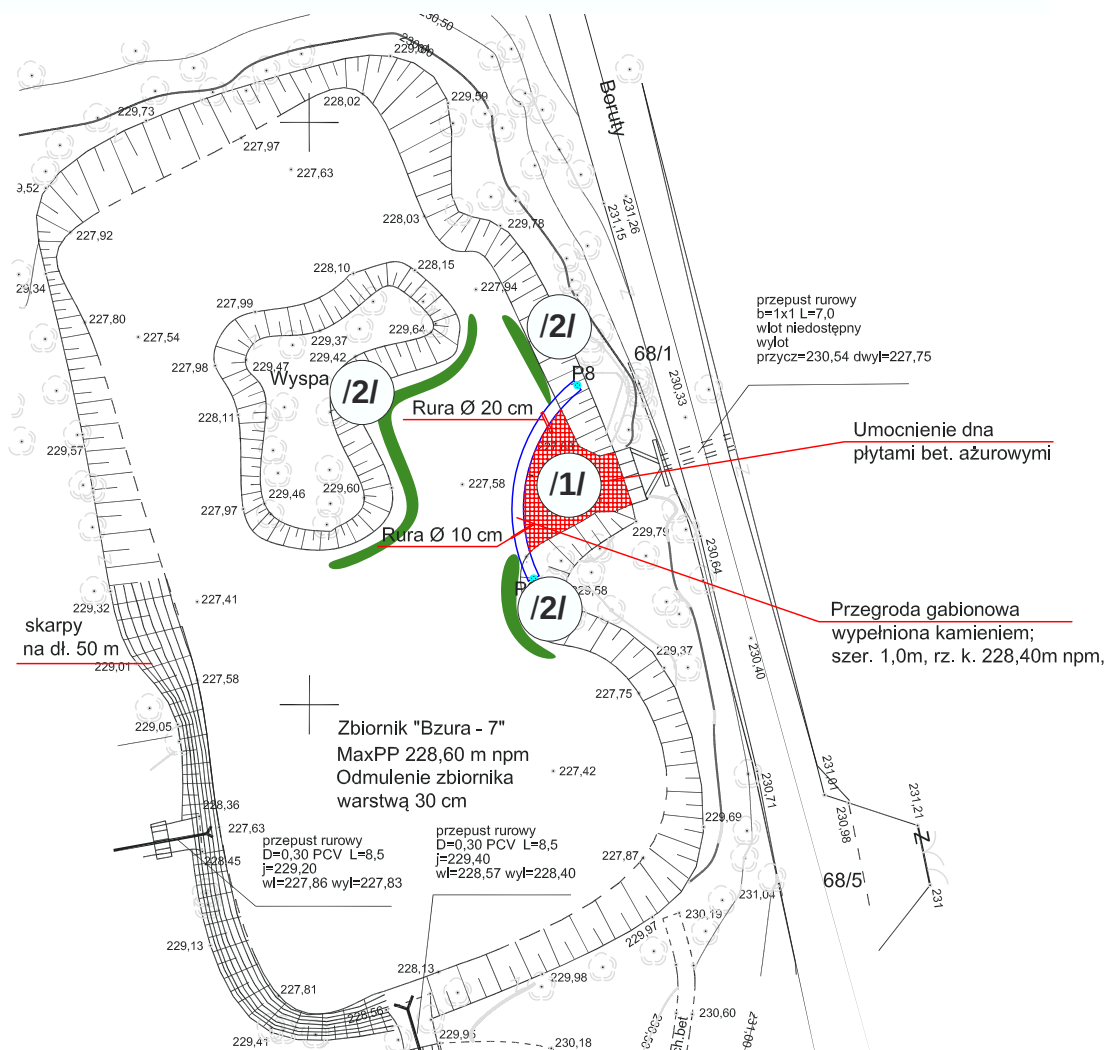
W okresie występowania długotrwałych opadów system wypełnia się wodą do maksymalnej pojemności określonej poprzez poziom przepustu na budowli piętrząco-upustowej zbiornika. Do zadań eksploatacyjnych, szczególnie istotnych w momencie długotrwałych opadów, należy sprawdzanie czy nie zostały rozmyte elementy konstrukcyjne SSSB do podczyszczania wód rzecznych.

g.) Postępowanie w okresie występowania warunków lodowych

W okresie występowania zjawisk lodowych system odprowadza wodę głównie w okresie roztopów. W trakcie roztopów system może wypełniać się wodą do maksymalnej pojemności, określonej poprzez poziom przepustu na budowli piętrząco-upustowej zbiornika. Do zadań eksploatacyjnych, szczególnie istotnych w momencie roztopiania się zalegającego śniegu i lodu, należy sprawdzanie czy nie zostały rozmyte elementy konstrukcyjne SSSB do podczyszczania wód rzecznych.

h.) Łączność i tryb powiadamiania

- w przypadku prac mogących mieć wpływ na organizmy żywe zasiedlające rzekę Bzurę i zbiorniki retencyjne w Arturówku należy informować ZO PZW w Łodzi;
- przypadku prac mogących mieć wpływ na stan sanitarny wód rzeki Bzury i zbiorników retencyjnych w Arturówku należy informować WZMiUW, MOSiR w Łodzi oraz Leśnictwo Miejskie, Zarząd Zieleni Miejskiej w Łodzi.



Ryc. 2. Lokalizacja poszczególnych elementów tworzących system do podczyszczania rzeki Bzury zasilającej zbiornik Bzura-7 usytuowany poniżej ulicy Boruty w km 166+250 rzeki Bzury.

Rozwiązanie 1



Rozwiązanie 2

System do podczyszczania rzeki Bzury zasilającej zbiornik Bzura-17 usytuowany powyżej ulicy Wycieczkowej w km 165+700 rzeki Bzury

a.) Informacje ogólne

Charakterystyka systemu:

układ podczyszczający obejmuje: wygrodenie konstrukcją gabionową górnej czaszy zbiornika retencyjnego zaadoptowanej do funkcji SSSB o powierzchni 100 m².

Zastosowanie:

podczyszczanie wód dopływających do zbiornika z górnej części zlewni rzeki Bzury.

Lokalizacja:

rozwiązanie oznaczone numerem 2 na mapce przedstawionej na [Ryc. 1](#).

b.) Właściciel urządzeń technicznych i rozwiązań biotechnologicznych odpowiedzialny za bieżące utrzymanie i eksploatację

Osoba prywatna – właściciel/użytkownik konstrukcji SSSB o powierzchni 100 m² (Obręb B-19, działka numer 14).

c.) Zasada funkcjonowania rozwiązania

/1/ wygrodenie konstrukcją gabionową górnej czaszy zbiornika Bzura-17 celem adaptacji do funkcji SSSB odpowiada za: **a)** podczyszczanie wód odprowadzanych z górnej części zlewni rzeki Bzury poprzez sedimentację na drodze wymuszonego spowolnionego przepływu wody i retencję zanieczyszczeń w części sedimentacyjnej o powierzchni 50 m², **b)** filtrację przez barierę geochemiczną z wkładem dolomitowo-wapiennym (sorpcja substancji biogenicznych z wapniem) i okrywą z maty kokosowej (biofiltracja przez mikroorganizmy), **c)** biofiltrację na drodze zwiększenia oporów przepływu wody i powierzchni osadzania w strefie roślinnej oraz retencji zanieczyszczeń w biomasie roślinnej. Efektywność urządzenia zmniejsza się po uzyskaniu maksymalnego poziomu piętrzenia ([Ryc. 3](#)).

/2/ nasadzenia roślinne w obrębie czaszy zbiornika dodatkowo mają na celu zwiększyć retencję w biomasie związków biogenicznych ([Ryc. 3](#)).

d.) Informacje dotyczące urządzeń

/1/ wygrodenie konstrukcją gabionową górnej czaszy zbiornika Bzura-17 celem adaptacji do funkcji SSSB usytuowane jest w km 165+700 rzeki Bzury. Poziom piętrzenia regulowany jest zastawkami na budowli piętrząco-upustowej zbiornika Bzura-17, którego NPP określono na poziomie 221,30 m n.p.m., podczas gdy korona przegrody gabionowej usytuowana jest na rzędnej 221,10 m n.p.m. Przegroda gabionowa, wypełniona kamieniem dolomitowo-wapiennym o granulacji 12-18 cm, ma kształt wycinka koła o długości około 15 m i szerokości 0,5 m. Posadowiona jest na geowłókninie i osłonięta od zewnątrz matą kokosową. W północnej części przegrody gabionowej na wysokości 0,3 m nad dnem, umieszczono rurę o średnicy 0,2 m kierującą wodę w stronę strefy zbiornika obsadzonej roślinnością wodną. Obszar pomiędzy gabionem a budowlą piętrząco-upustową zbiornika Bzura-16, pełniący funkcję sedimentacyjną SSSB, umocniony został płytami ażurowymi typu JOMB ([Ryc. 3](#)).

/2/ nasadzenia roślinne w obrębie czaszy zbiornika obsadzone zostały w płytszych jego miejscach roślinnością wodną (pałka wąskolistna, pałka szerokolistna, turzycy błotna, turzycy dzióbekowata, turzycy brzegowa, sitowie leśne, manna mielec, kosaciec żółty itp.). Nasadzenia obejmują głównie centralną i północną część akwenu ([Ryc. 3](#)).

e.) Gospodarowanie systemem doczyszczania wód deszczowych w normalnych warunkach użytkowania

Do standardowych czynności eksploatacyjnych należy:

- kontrolowanie stanu wypełnienia części sedymentacyjnej SSSB celem określenia potrzeby jej oczyszczenia; oczyszczenie tego elementu wskazane jest po nagromadzeniu się warstwy namułu o średniej miąższości przekraczającej 15 cm; czyszczenie należy prowadzić w okresie jesiennym w miesiącach listopad-grudzień, tj. po opadnięciu liści z drzew;
- kontrolowanie stanu maty kokosowej okrywającej gabion z wkładem dolomitowo-wapiennym stanowiący barierę geochemiczną i jej wymiana w momencie jej biodegradacji, czyli powstania ubytków prowadzących do odsłaniania konstrukcji gabionu (okres biodegradacji maty wynosi około 2-3 lat);
- wykaszanie i usuwanie biomasy roślinności wodnej i brzegowej zbiornika Bzura-17 pod koniec sezonu wegetacyjnego, ale przed okresem zamierania roślinności, czyli nie wcześniej niż połowa września, ale nie później niż koniec października;
- okresowa wymiana złoża wapienno-dolomitowego – przewidywany okres trwałości i prawidłowego funkcjonowania złoża szacowany jest na okres 6-9 lat; termin wymiany złoża powinien być połączony z okresową wymianą maty kokosowej;
- kontrolowanie ogólnego stanu urządzeń stanowiących konstrukcję SSSB; w przypadku stwierdzenia uszkodzeń lub ubytków należy niezwłocznie podjąć działania naprawcze.

f.) Postępowanie w warunkach długotrwale utrzymujących się opadów atmosferycznych

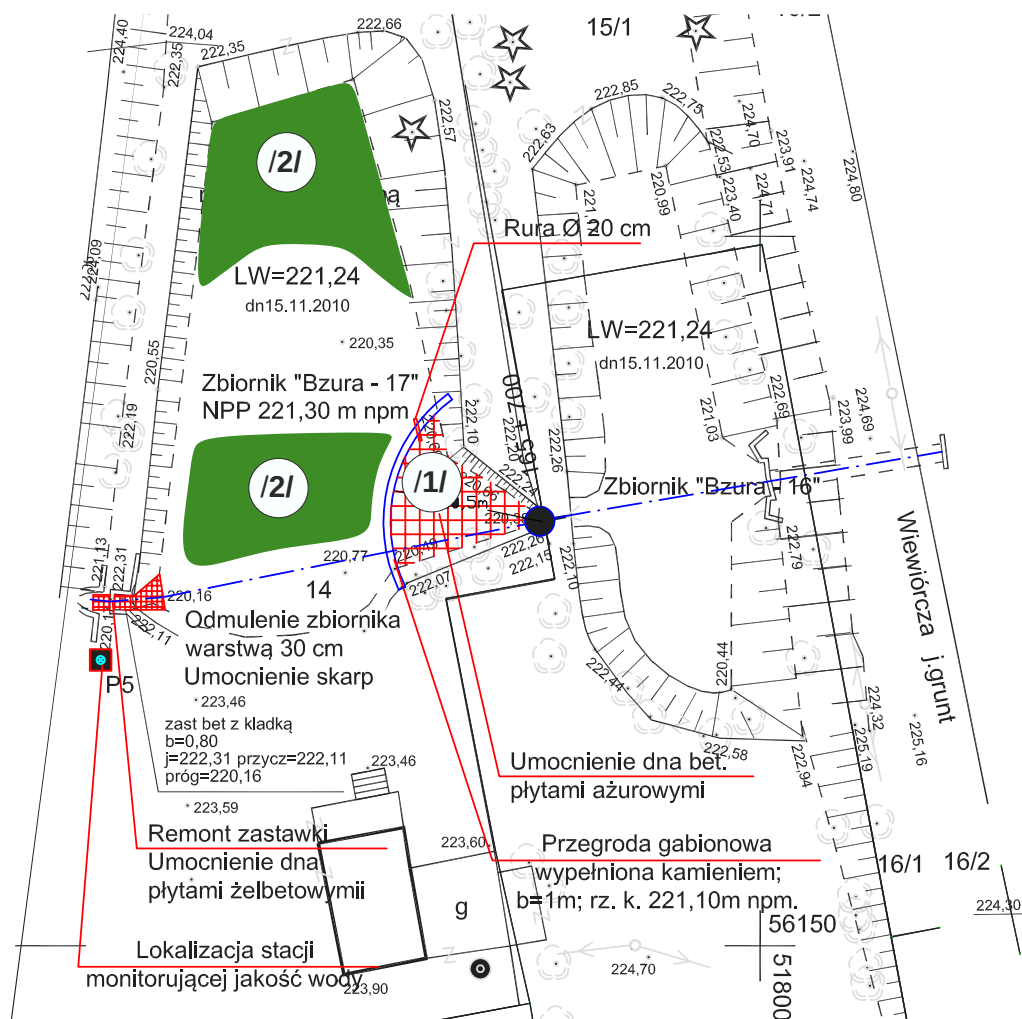
W okresie występowania długotrwałych opadów system wypełnia się wodą do maksymalnej pojemności określonej zastawkami na budowli piętrząco-upustowej zbiornika. Do zadań eksploatacyjnych, szczególnie istotnych w momencie długotrwałych opadów, należy sprawdzanie czy nie zostały rozmyte elementy konstrukcyjne SSSB do podczyszczania wód rzecznych.

g.) Postępowanie w okresie występowania warunków lodowych

W okresie występowania zjawisk lodowych system odprowadza wodę głównie w okresie roztopów. W trakcie roztopów system może wypełniać się wodą do maksymalnej pojemności określonej zastawkami na budowli piętrząco-upustowej zbiornika. Do zadań eksploatacyjnych, szczególnie istotnych w momencie roztopiania się zalegającego śniegu i lodu, należy sprawdzanie czy nie zostały rozmyte elementy konstrukcyjne SSSB do podczyszczania wód rzecznych.

h.) Łączność i tryb powiadamiania

- w przypadku prac mogących mieć wpływ na organizmy żywe zasiedlające rzekę Bzurę i zbiorniki retencyjne w Arturówku należy informować ZO PZW w Łodzi;
- w przypadku prac mogących mieć wpływ na stan sanitarny wód rzeki Bzury i zbiorników retencyjnych w Arturówku należy informować WZMiUW, MOSiR w Łodzi oraz Leśnictwo Miejskie, Zarząd Zieleni Miejskiej w Łodzi.



Ryc. 3. Lokalizacja poszczególnych elementów tworzących system do podczyszczania rzeki Bzury zasilającej zbiornik Bzura-17 usytuowany powyżej ulicy Wycieczkowej w km 165+700.

Rozwiązanie 2



Rozwiązanie 3

System doczyszczania wód deszczowych z ulicy Wycieczkowej usytuowany na wysokości posesji przy ulicy Wycieczkowej 83 w km 165+650 – 165+600 rzeki Bzury

a.) Informacje ogólne

Charakterystyka systemu:

układ doczyszczający obejmuje: system wpustów ulicznych, studnię połączeniową, osadnik spinowy, separator koalescencyjny, studnię wyrównawczą, zbiornik małej retencji zaadaptowany do funkcji SSSB o powierzchni 300 m².

Zastosowanie:

doczyszczanie wód opadowych z utwardzonych ciągów komunikacyjnych, w tym ulicy Wycieczkowej na odcinku od ulicy Kasztelańskiej do ulicy Studenckiej oraz sąsiadującego układu ścieżek rowerowych, pieszych i parkingu. Szacowany odpływ z obszaru utwardzonego o łącznej powierzchni 2,0-3,0 ha, przy średniej przepustowości drogi 30-50 pojazdów w ciągu godziny.

Lokalizacja:

rozwiązanie oznaczone numerem 3 na mapce przedstawionej na [Ryc. 1](#).

b.) Właściciel urządzeń technicznych i rozwiązań biotechnologicznych odpowiedzialny za bieżące utrzymanie i eksploatację

Leśnictwo Miejskie, Zarząd Zieleni Miejskiej w Łodzi – właściciel/użytkownik zbiornika małej retencji zaadaptowanego do funkcji SSSB o powierzchni 300 m² (Obręb B-14, działki numer 2/9, 43).

Zarząd Dróg i Transportu Urzędu Miasta Łodzi – właściciel/użytkownik systemu wpustów ulicznych, studni połączeniowej, osadnika spinowego, separatora lamelowego, studni wyrównawczej (Obręb B-14, działki numer 33/14, 33/16).

Osoby prywatne – właściciel gruntu, w którym usytuowany jest fragment kolektora doprowadzającego wodę do SSSB (Obręb B-14, działki numer 41, 33/17).

c.) Zasada funkcjonowania rozwiązania

/1/ system wpustów ulicznych odpowiada za odprowadzenie ścieków deszczowych i roztopowych z ulicy Wycieczkowej i skierowanie ich do studni połączeniowej ([Ryc. 4](#)).

/2/ studnia połączeniowa odpowiada za sedymentację najcięższych frakcji zawiesiny i skierowanie ścieków deszczowych i roztopowych do osadnika spinowego ([Ryc. 4](#)).

/3/ osadnik spinowy odpowiada za wstępne oczyszczenie ścieków deszczowych i roztopowych poprzez wydzielenie zawiesiny w zainstalowanym pod ziemią osadniku, w którym za sprawą siły grawitacji wspomaganej siłą odśrodkową następuje sedymentacja zawiesiny. Ścieki deszczowe wprowadzane są przewodem wlotowym stycznie do pobocznic, co wymusza ruch wirowy. W miarę zwiększenia napływu ścieki wirują coraz intensywniej. Osadniki oparte na formule wirowej poprzez wydłużenie drogi przepływu, przy zachowaniu jednocześnie niewielkiej powierzchni, pozwalają uzyskać porównywalne efekty zmniejszenia zawiesin przy 2÷5 krotnie większych obciążeniach hydraulicznych. Zdolność do oczyszczania ścieków deszczowych ustaje po przekroczeniu określonej warstwy zanieczyszczeń mineralnych nagromadzonych w osadniku. Osadnik spinowy odprowadza doczyszczone ścieki deszczowe i roztopowe do separatora koalescencyjnego ([Ryc. 4](#)).

/14/ separator koalescencyjny odpowiada za oczyszczanie ścieków deszczowych i roztopowych z substancji ropopochodnych, w oparciu o różnice gęstości. Substancje ropopochodne mają gęstość mniejszą od gęstości wody. Odpowiednia konstrukcja separatora koalescencyjnego umożliwia obniżenie o 95% zawartości substancji ropopochodnych. Zdolność do oczyszczania zanieczyszczeń ustaje po nadmiernym nagromadzeniu tych substancji. Po doczyszczaniu skierowuje ścieki do studni wyrównawczej (Ryc. 4).

/15/ studnia wyrównawcza pełni funkcje regulatora przepływu przez wyrównanie różnic poziomu wód i przekazuje doczyszczane ścieki do zbiornika małej retencji zaadaptowanego do funkcji SSSB (Ryc. 4).

/16/ zbiornik małej retencji zaadaptowany do funkcji SSSB odpowiada za: **a)** końcowy etap oczyszczania ścieków deszczowych i roztopowych poprzez sedymentację na drodze wymuszonego spowolnionego przepływu wody i retencję ścieków w części osadnikowej zbiornika o powierzchni 100 m², **b)** filtrację przez barierę włókniny filtracyjnej (mata nasączona sorbentami związków biogenicznych), następnie barierę geochemiczną z wkładem dolomitowo-wapiennym (sorpcja substancji biogenicznych z wapniem) i okrywą z maty kokosowej (biofiltracja przez mikroorganizmy), **c)** biofiltrację na drodze zwiększenia oporów przepływu wody i powierzchni osadzania w strefie roślinnej oraz retencji zanieczyszczeń w biomase roślinnej. Efektywność urządzenia zmniejsza się po uzyskaniu maksymalnego poziomu piętrzenia. Po doczyszczaniu wody deszczowe i roztopowe kierowane są poprzez budowlę piętrząco-upustową do rzeki Bzury (Ryc. 4).

/17/ budowla piętrząco-upustowa z szandorem szczelinowym ma efektywnie i bezpiecznie retencionować wodę opadową w zbiorniku poprzez jej chwilowe podpiętrzenie, a następnie powolne jej uwolnienie w ciągu kilku/kilkunastu kolejnych godzin (w zależności od intensywności opadu), przygotowując zbiornik na kolejną falę powodziową (Ryc. 4).

d.) Informacje dotyczące urządzeń

/1/ system wpustów ulicznych zbudowany jest z czterech wpustów krawężnikowo-jezdniowych klasy C250 z żeliwa szarego z korpusem wypełnionym betonem połączonych ze studnią połączeniową rurami kielichowymi PVC-U Wavin „lite” klasy SN 8 , SDR 34 Φ 400 ułożonymi ze spadkiem $i=2\%$ (Ryc. 4).

/2/ studnia połączeniowa jest to studnia rewizyjna wykonana z prefabrykowanych elementów betonowych o średnicy wewnętrznej Φ 1500 i głębokości 1,50 m, odbierająca ścieki deszczowe z czterech wpustów krawężnikowo-jezdniowych i przekierowująca je do osadnika spinowego **/3/**. Ścieki odprowadzane są poprzez rury kielichowe PVC-U Wavin „lite” klasy SN 8 , SDR 34 Φ 600 ułożone ze spadkiem $i=1,4\%$ (Ryc. 4).

/3/ osadnik spinowy pełni funkcję osadnika zawieszin mineralnych typu TRAP-BX o pojemności 8 m³. Jest to zbiornik żelbetowy o średnicy zewnętrznej Φ 2800, głębokości 3,0 m i zdolności kumulacji warstwy zawieszin mineralnych o maksymalnej miąższości 820 mm. Osadnik odbiera ścieki deszczowe ze studni połączeniowej **/2/** i po doczyszczaniu skierowuje je do separatora koalescencyjnego **/4/**. Ścieki odprowadzane są poprzez rury kielichowe PVC-U Wavin „lite” klasy SN 8 , SDR 34 Φ 600 (Ryc. 4).

/4/ separator koalescencyjny z by-passem SEKOW-B NG 40/400 stanowi zbiornik żelbetowy o średnicy zewnętrznej Φ 2300, głębokości 2,95 m i zdolności kumulacji warstwy substancji ropopochodnych o maksymalnej grubości 137 mm. Separator odbiera ścieki deszczowe z osadnika spinowego **/3/** i po ich doczyszczaniu kieruje je do studni wyrównawczej **/5/**. Ścieki odprowadzane są poprzez rury kielichowe PVC-U Wavin „lite” klasy SN 8 , SDR 34 Φ 600 ułożone ze spadkiem 2 % (Ryc. 4).

/15/ studnia wyrównawcza (przepadowa) jest to studnia rewizyjna z prefabrykowanych elementów betonowych o średnicy wewnętrznej Φ 1500 i głębokości 1,50 m, odbierająca doczyszczone ścieki deszczowe z separatora koalescencyjnego **/14/** i kierująca je do zbiornika małej retencji SSSB **/16/** poprzez rurę PVC-U Φ 600 o długości 12,6 m ułożoną ze spadkiem 1,6 %. Wylot zlokalizowany jest na wysokości 165+635 km rzeki Bzury na rzędnej 219,86 m n.p.m. Wylot rurociągu obudowany jest kamieniem (Ryc. 4).

/16/ zbiornik małej retencji zaadaptowany do funkcji SSSB ma powierzchnię 300 m² i NPP na rzędnej 220,25 m n.p.m. wyznaczonej zastawkami budowli piętrząco-upustowej. SSSB przeznaczony jest przegrodą gabionową w stosunku 1/3 – część osadnikowa i 2/3 – część biologiczna. Przegroda gabionowa, wypełniona kamieniem dolomitowo-wapiennym o granulacji 12-18 cm, o długości około 20 m, szerokości 1,0 m i rzędnej korony 220,05 m n.p.m. posadowiona jest na geowłókninie i osłonięta od zewnątrz matą kokosową. Dno części zbiornika pełniącej rolę osadnika umocnione jest płytami JOMB. W obrębie części sedymentacyjnej zainstalowany jest stalowy stelaż podtrzymujący ramy z włókniną filtracyjną (mata nasączona sorbentami związków biogenicznych). Doczyszczone ścieki deszczowe odprowadzane są przez budowlę piętrząco-upustową do rzeki Bzury w km 165+600 (Ryc. 4).

/17/ budowla piętrząco-upustowa z zastawkami szczelinowymi skonstruowana jest w taki sposób, że w każdej z zastawek (szandorów) zamykających odpływ w budowli piętrząco-upustowej wykonano otwór szczelinowy o długości równej 2/3 szerokości zastawki i wysokości od 0,5 do 1,5 cm, za wyjątkiem górnego szandora, w którym wycięcie jest w formie v-kształtnego odpływu o wcięciu wynoszącym 15 cm.

e.) Gospodarowanie systemem doczyszczania wód deszczowych w normalnych warunkach użytkowania

Do standardowych czynności eksploatacyjnych należy:

- kontrolowanie drożności wpustów ulicznych oraz kolejnych elementów systemu doczyszczania, a w szczególności kraty i zastawek budowli piętrząco-upustowej przy zbiorniku małej retencji układu SSSB szczególnie w okresie jesiennym;
- kontrolowanie stanu pokryw studzienek wjazdowych zamykających studnie, separatory i osadniki;
- kontrolowanie stanu wypełnienia studni, separatorów i osadników oraz ich oczyszczanie poprzez usuwanie nieczystości przy użyciu wozu asenizacyjnego, nie rzadziej niż dwukrotnie w ciągu roku, w tym raz na początku wiosny i raz w okresie jesieni; usunięty namul należy utylizować zgodnie z obowiązującymi przepisami;
- kontrolowanie stanu kolumn filtracyjnych z pianki poliuretanowej PU w separatorze koalescencyjnym; wymiana niezbędna jest po zmianie koloru pianki filtracyjnej z niebieskiego na czarny oraz widocznymi śladami nagromadzonych substancji ropopochodnych;
- kontrolowanie stanu wypełnienia części sedymentacyjnej zbiornika małej retencji zaadaptowanego do funkcji SSSB oraz oczyszczanie jej poprzez wywóz nieczystości przy użyciu wozu asenizacyjnego dwukrotnie w ciągu roku, w tym raz na początku wiosny i raz w okresie jesieni; usunięty namul należy utylizować zgodnie z obowiązującymi przepisami;
- kontrolowanie stanu maty filtracyjnej zamontowanej na ramach w części sedymentacyjnej zbiornika i wymienianie jej co najmniej raz w roku wiosną lub jesienią; wskazane jest połączenie wymiany maty filtracyjnej z oczyszczaniem części sedymentacyjnej zbiornika małej retencji zaadaptowanego do funkcji SSSB;
- kontrolowanie stanu maty kokosowej okrywającej gabion z wkładem dolomitowo-wapiennym stanowiący barierę geochemiczną i jej wymiana w momencie jej biodegradacji, czyli powstania ubytków prowadzących do odsłaniania konstrukcji gabionu (okres biodegradacji maty wynosi około 2-3 lat);

- wykaszanie i usuwanie biomasy roślinności wodnej i brzegowej zbiornika pod koniec sezonu wegetacyjnego, ale przed okresem zamierania roślinności, czyli nie wcześniej niż połowa września, ale nie później niż koniec października;
- okresowa wymiana złoża wapienno-dolomitowego – przewidywany okres trwałości i prawidłowego funkcjonowania złoża szacowany jest na okres 6-9 lat; termin wymiany złoża powinien być połączony z okresową wymianą maty kokosowej;
- kontrolowanie ogólnego stanu urządzeń stanowiących konstrukcję SSSB **161**, w tym umocnień skarpy przy ulicy Wycieczkowej, skarp zbiornika małej retencji oraz mnicha spustowego zaadaptowanego do funkcji SSSB, gabionów z wkładem dolomitowo-wapiennym stanowiących barierę geochemiczną. W przypadku stwierdzenia uszkodzeń lub ubytków należy niezwłocznie podjąć działania naprawcze.

f.) Postępowanie w warunkach długotrwale utrzymujących się opadów atmosferycznych

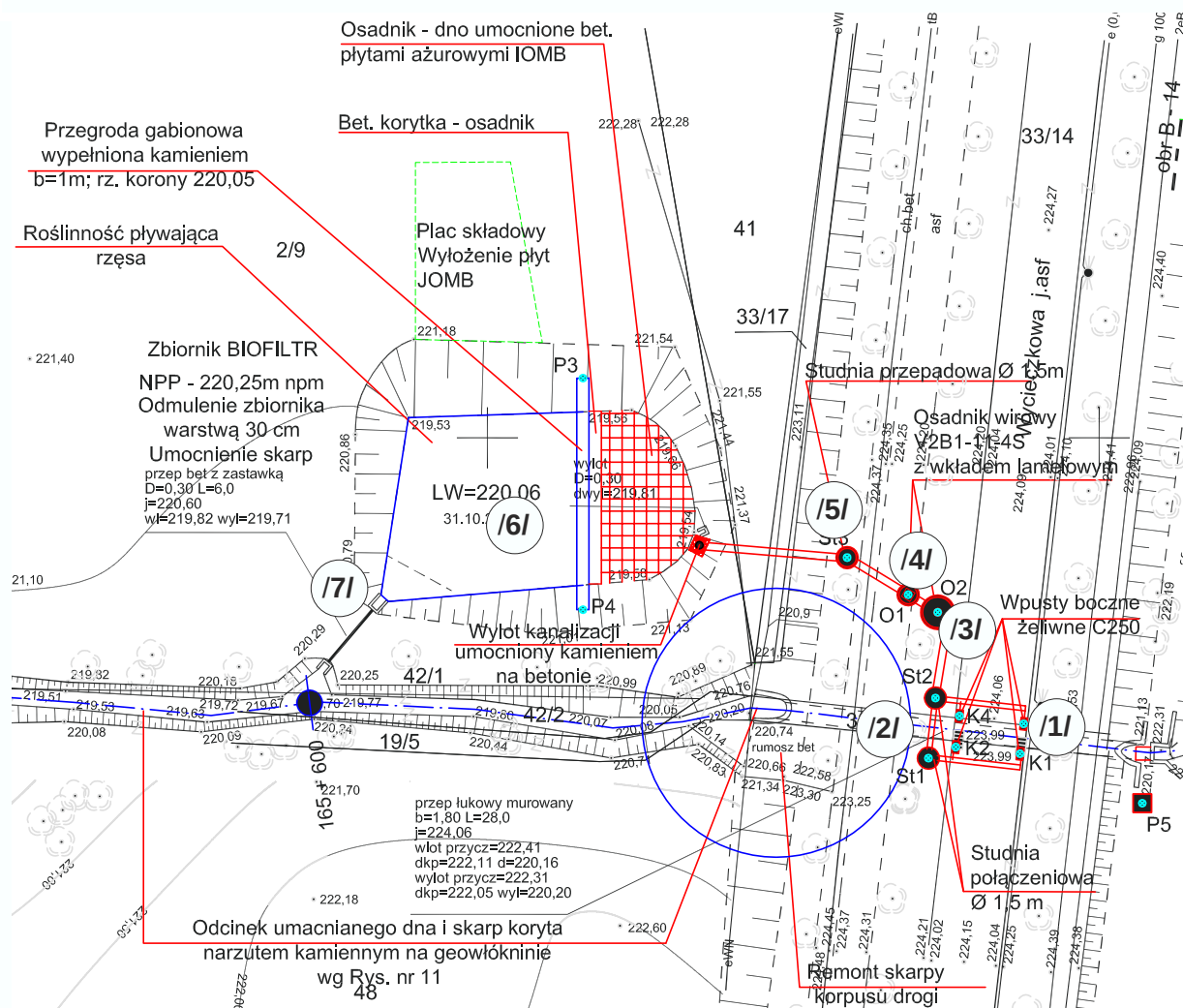
W okresie występowania długotrwałych opadów system wypełnia się wodą do maksymalnej pojemności określonej poprzez usytuowanie kolektorów odprowadzających wodę z urządzeń technicznych (stałe rzędne piętrzenia) oraz zastawki na budowli piętrząco-upustowej zbiornika małej retencji zaadaptowanego do funkcji SSSB (możliwość regulacji poziomu piętrzenia zastawkami budowli piętrząco-upustowej). Do zadań eksploatacyjnych, szczególnie istotnych w momencie długotrwałych opadów, należy sprawdzanie drożności systemu poczynając od wpustów ulicznych poprzez kolejne elementy systemu doczyszczania, kończąc na odpływie wód do rzeki Bzury, oraz czy nie zostały rozmyte elementy konstrukcyjne SSSB. W przypadku braku przepływu podjąć czynności udrażniające system.

g.) Postępowanie w okresie występowania warunków lodowych

W okresie występowania zjawisk lodowych system odprowadza wodę głównie w okresie roztopów. W trakcie roztopów system może wypełniać się wodą do maksymalnej pojemności, określonej poprzez usytuowanie kolektorów odprowadzających wodę z urządzeń technicznych (stałe rzędne piętrzenia) oraz zastawki na budowli piętrząco-upustowej zbiornika małej retencji zaadaptowanego do funkcji SSSB (możliwość regulacji poziomu piętrzenia zastawkami budowli piętrząco-upustowej). Do zadań eksploatacyjnych, szczególnie istotnych w momencie roztapiania się zalegającego śniegu i lodu, należy sprawdzanie czy zachowana została drożność systemu wpustów ulicznych oraz kolejnych elementów systemu doczyszczania, kończąc na odpływie wód do rzeki Bzury, oraz czy nie zostały rozmyte elementy konstrukcyjne SSSB. W przypadku braku przepływu podjąć czynności udrażniające system.

h.) Łączność i tryb powiadamiania

- w przypadku prac mogących mieć wpływ na organizmy żywe zasiedlające rzekę Bzurę i zbiorniki retencyjne w Arturówku należy informować ZO PZW w Łodzi;
- w przypadku prac mogących mieć wpływ na stan sanitarny wód rzeki Bzury i zbiorników retencyjnych w Arturówku należy informować WZMiUW, MOSiR w Łodzi.



Ryc. 4. Lokalizacja poszczególnych elementów tworzących system doczyszczania wód deszczowych z ulicy Wycieczkowej usytuowany na wysokości posesji przy ulicy Wycieczkowej 83 w km 165+650 - 165+600 rzeki Bzury.

Rozwiązanie 3



Rozwiązanie 4

System do podczyszczania rzeki Bzury zasilającej zbiornik górny w Arturówku w km 165+344

a.) Informacje ogólne

Charakterystyka systemu:

układ doczyszczający obejmuje: konstrukcję sekwencyjnego systemu sedymentacyjno-biofiltracyjnego o powierzchni 1200 m² w górnej części czaszy zbiornika usytuowaną na wlocie rzeki do zbiornika; w skład systemu wchodzi: część osadnikowa zawiesziny mineralnej skonstruowana poprzez wydzielenie przegrodą gabionową przestrzeni o powierzchni 70 m², utwardzony zjazd do osadnika o powierzchni 24 m², grobla ziemna z 2 przepustami okularowymi, szpalerowe nasadzenia krzewów ograniczające dostęp do konstrukcji gabionowych i grobli.

Zastosowanie:

podczyszczanie niewielkich cieków miejskich zasilających miejskie zbiorniki retencyjne w wody opadowe. System zastosowano na rzece ze średnim przepływem ok. 4 dm³s⁻¹, wzrastającym w okresie opadów do ok. 80-100 dm³s⁻¹ oraz przepływem maksymalnym ok. 180 dm³s⁻¹.

Lokalizacja:

rozwiązanie oznaczone numerem 4 na mapce przedstawionej na [Ryc. 1](#).

b.) Właściciel urządzeń technicznych i rozwiązań biotechnologicznych odpowiedzialny za bieżące utrzymanie i eksploatację

Leśnictwo Miejskie, Zarząd Zieleni Miejskiej w Łodzi – właściciel/użytkownik konstrukcji SSSB o powierzchni 1200 m² oraz szpalerowego nasadzenia krzewów (Obręb B-14, działki numer 18/4, 19/3, 19/4, 23/5).

Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Łodzi – właściciel i użytkownik koryta rzeki Bzury (Obręb B-14, działki numer 18/5, 19/5, 23/6, 33/15).

c.) Zasada funkcjonowania rozwiązania

/1/ osadnik zawiesziny mineralnej z przegrodą gabionową skonstruowany w celu sedymentacji najcięższych frakcji zawiesziny wprowadzanej do zbiornika górnego w Arturówku wraz z wodami rzeki Bzury ([Ryc. 5](#)).

/2/ utwardzony zjazd służący do wykonywania prac eksploatacyjnych w osadniku umożliwienie dojazdu pojazdów mechanicznych obsługujących osadnik zawiesziny mineralnej ([Ryc. 5](#)).

/3/ grobla ziemna z dwoma przepustami okularowymi usytuowana poprzecznie do długiej osi zbiornika i stanowiąca podłoże roślinności wodnej. Konstrukcja zwiększa efektywność procesu sedymentacji drobnej materii mineralnej (pomiędzy budowlą gabionową a groblą ziemną) wprowadzanej rzeką do zbiornika poprzez spowolnienie przepływu i jej sedymentację na powierzchni około 6500 m². Efektywność rozwiązania zmniejsza się w okresie zimowym, po wykoszeniu strefy. Po doczyszczeniu wody deszczowe i roztopowe kierowane są do zbiornika górnego w Arturówku ([Ryc. 5](#)).

/4/ szpalerowe nasadzenia krzewów pełnią rolę ograniczenia dostępu do konstrukcji gabionowych i grobli ([Ryc. 5](#)).

d.) Informacje dotyczące urządzeń

/1/ osadnik zawiesziny mineralnej z przegrodą gabionową to osadnik o powierzchni 70 m² usytuowany w km 165+344 rzeki Bzury. Koronę przegrody gabionowej ustalono na rzędnej 217,70 m n.p.m., tj. 0,2 m poniżej NPP zbiornika górnego w Arturówku. Przegroda gabionowa wypełniona kamieniem dolomitowo-wapiennym o granulacji 12-18 cm tworzy łagodny łuk o długości około 20 m i opierający się o obydwa brzegi zbiornika. Przegroda o szerokości 1 m posadowiona jest na geowłókninie i osłonięta od zewnątrz matą kokosową. Gabiony posadowione są na sobie w dwóch warstwach, w taki sposób, że co drugi gabion jest wyższy o 0,3 m, co umożliwia pozostawienie w koronie przegrody okien migracyjnych dla organizmów wodnych. Po zewnętrznej stronie przegrody gabionowej brak jest podparcia w formie nasypu. Dno osadnika umocnione jest płytami JOMB grubości 12 cm ułożonymi na geowłókninie, celem ułatwienia okresowego usuwania osadów. Wlot do osadnika na odcinku 8 m umocniony jest narzutem kamiennym, a brzegi umocnione kiszka faszynową (Ryc. 5).

/2/ utwardzony zjazd służący do wykonywania prac eksploatacyjnych w osadniku stworzony jest poprzez umocnienie geokrata powierzchni 24 m² południowej skarpy zbiornika górnego w Arturówku na wysokości osadnika zawiesziny mineralnej. Geokraty ułożone są na geowłókninie separacyjno-filtracyjnej (400 g m⁻²) oraz żwirowej podsypce. Geokraty wypełnione są materiałem mineralnym i obsiane trawą (Ryc. 5).

/3/ grobla ziemna z dwoma przepustami okularowymi jest konstrukcją usytuowaną w km 165+315 rzeki Bzury charakteryzującą się łagodnym nachyleniem skarp (1:5) przy zachowaniu trapezowego przekroju poprzecznego. Szczyt grobli usytuowany 0,2 m poniżej NPP zbiornika górnego w Arturówku. Szerokość grobli wynosi 3,0 m, a jej maksymalna wysokość 1,0 m. Skarpy i korona grobli ubezpieczone zostały matą kokosową i nasadzeniami roślinnymi. Po bokach grobli umieszczone zostały 2 przepusty okularowe umożliwiające przepływ wody w przypadku napełniania lub opróżniania zbiornika. Każdy przepust składa się z dwóch rur PE DN 300 SN 8 o średnicy 0,3 m posadowionych na ławie żwirowej i geowłókninie. W okolicach przepustów skarpy grobli zabezpieczono na łącznej powierzchni 20 m² poprzez brukowanie i zalanie szczelin zaprawą cementową (Ryc. 5).

/4/ szpalerowe nasadzenia krzewów zaczynają się około 5 m poniżej grobli i tworzą ciąg roślinności sięgający do wlotu rzeki Bzury do zbiornika górnego w Arturówku. Do nasadzeń wykorzystano rodzime gatunki krzewów: leszczynę oraz kalinę koralową.

e.) Gospodarowanie systemem podczyszczania wód rzecznych w normalnych warunkach użytkowania

Do standardowych czynności eksploatacyjnych należy:

- kontrolowanie stanu wypełnienia osadnika zawiesziny mineralnej z przegrodą gabionową, oraz oczyszczanie osadnika ręcznie lub mechanicznie przy niskim stanie wód w zbiorniku lub z wykorzystaniem wozu asenizacyjnego. Czyszczenie należy przeprowadzać przynajmniej dwukrotnie w ciągu roku, w tym raz na początku wiosny i raz w okresie jesieni;
- kontrolowanie stanu maty kokosowej okrywającej gabion z wkładem dolomitowo-wapiennym stanowiący barierę geochemiczną i jej wymiana w momencie jej biodegradacji, czyli powstania ubytków prowadzących do odsłaniania konstrukcji gabionu (okres biodegradacji maty wynosi około 2-3 lat);
- okresowa wymiana złoża wapienno-dolomitowego – przewidywany okres trwałości i prawidłowego funkcjonowania złoża szacowany jest na okres 6-9 lat; termin wymiany złoża powinien być połączony z okresową wymianą maty kokosowej;

- kontrolowanie stanu wypełnienia części biofiltracyjno-sedymentacyjnej usytuowanej między groblą ziemną a przegrodą gabionową, a w przypadku stwierdzenia znacznego wypełnienia oczyszczanie jej w okresie jesienno-zimowym, optymalnie w okresie z niskim stanem wód, nie częściej jednak niż raz na 4-5 lat;
- wykaszanie i usuwanie biomasy roślinności wodnej i brzegowej porastającej groblę oraz część biofiltracyjno-sedymentacyjną pod koniec sezonu wegetacyjnego, ale przed okresem zamierania roślinności, czyli nie wcześniej niż połowa września, ale nie później niż koniec października;
- kontrolowanie ogólnego stanu konstrukcji stanowiących system podczyszczania wód rzecznych. W przypadku stwierdzenia uszkodzeń lub ubytków należy niezwłocznie podjąć działania naprawcze.

f.) Postępowanie w warunkach długotrwanie utrzymujących się opadów atmosferycznych

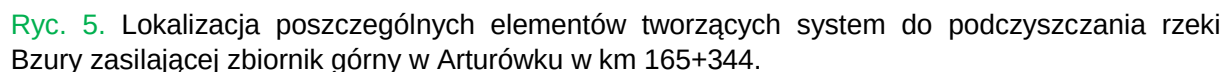
W okresie występowania długotrwałych opadów system wypełnia się wodą do maksymalnej pojemności określonej poprzez zastawki na budowli piętrząco-upustowej zbiornika górnego w Arturówku. Do zadań eksploatacyjnych, szczególnie istotnych w momencie długotrwałych opadów, należy sprawdzanie czy nie zostały rozmyte elementy konstrukcyjne SSSB do podczyszczania wód rzecznych.

g.) Postępowanie w okresie występowania warunków lodowych

W okresie występowania zjawisk lodowych system odprowadza wodę głównie w okresie roztopów. W trakcie roztopów system może wypełniać się wodą do maksymalnej pojemności, określonej poprzez zastawki na budowli piętrząco-upustowej zbiornika górnego w Arturówku. Do zadań eksploatacyjnych, szczególnie istotnych w momencie roztopiania się zalegającego śniegu i lodu, należy sprawdzanie czy nie zostały rozmyte elementy konstrukcyjne SSSB do podczyszczania wód rzecznych.

h.) Łączność i tryb powiadamiania

- w przypadku prac mogących mieć wpływ na organizmy żywe zasiedlające rzekę Bzurę i zbiorniki retencyjne w Arturówku należy informować ZO PZW w Łodzi;
- w przypadku prac mogących mieć wpływ na stan sanitarny wód rzeki Bzury i zbiorników retencyjnych w Arturówku należy informować WZMiUW, MOSiR w Łodzi.



A scenic view of a river flowing through a lush green forest. The river is bordered by dense vegetation and trees, with a small waterfall or dam visible in the distance.

Rozwiązanie 5

System do podczyszczania odpływów wód deszczowych z terenów nieutwardzonych o niskim stopniu urbanizacji przy zbiorniku środkowym w Arturówku, Las Łagiewnicki w km 164+907 rzeki Bzury

a.) Informacje ogólne

Charakterystyka systemu:

układ doczyszczający obejmuje: wygrodzenie konstrukcją gabionową strefy brzegowej zbiornika retencyjnego zaadoptowanej do funkcji SSSB o powierzchni 120 m².

Uwaga: w górnej części zbiornika środkowego w Arturówku znajduje się strefa roślinności szuwarowej – procedura postępowania opisana została w rozwiązaniu 7 niniejszej instrukcji.

Zastosowanie:

doczyszczanie wód opadowych z terenów nieutwardzonych (terenów zielonych: parki, skwery, trawniki, obszar lasu) oraz sąsiadującego układu nieutwardzonych ścieżek rowerowych i pieszych doprowadzanych otwartym rowem z terenu Lasu Łagiewnickiego.

Lokalizacja:

rozwiązanie oznaczone numerem 5 na mapce przedstawionej na [Ryc. 1](#).

b.) Właściciel urządzeń technicznych i rozwiązań biotechnologicznych odpowiedzialny za bieżące utrzymanie i eksploatację

Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji w Łodzi – właściciel/użytkownik konstrukcji SSSB o powierzchni 120 m² (Obręb B-14, działka numer 19/1).

Leśnictwo Miejskie, Zarząd Zieleni Miejskiej w Łodzi – właściciel/użytkownik rowu leśnego doprowadzającego wody opadowe do zbiornika środkowego w Arturówku (Obręb B14, działka numer 18/4).

c.) Zasada funkcjonowania rozwiązania

/1/ akwen zaadoptowany do funkcji SSSB poprzez wygrodzenie konstrukcją gabionową strefy brzegowej zbiornika retencyjnego odpowiada za oczyszczanie wód deszczowych i roztopowych odprowadzanych z Lasu Łagiewnickiego poprzez: **a)** sedymentację na drodze wymuszonego spowolnionego przepływu wody i retencję zanieczyszczeń w części osadnikowej SSSB o powierzchni 40 m², **b)** filtrację przez barierę geochemiczną z wkładem dolomitowo-wapiennym (sorpcja substancji biogenicznych z wapniem) i okrywą z maty kokosowej (biofiltracja przez mikroorganizmy), **c)** biofiltrację na drodze zwiększenia oporów przepływu wody oraz powierzchni osadzania w strefie roślinnej i retencji zanieczyszczeń w biomasie roślinnej. Efektywność urządzenia zmniejsza się po uzyskaniu maksymalnego poziomu piętrzenia. Po doczyszczaniu wody deszczowe i roztopowe kierowane są do zbiornika środkowego w Arturówku ([Ryc. 6](#)).

d.) Informacje dotyczące urządzeń

/1/ akwen zaadoptowany do funkcji SSSB poprzez wygrodzenie konstrukcją gabionową strefy brzegowej zbiornika retencyjnego posiada część osadnikową o powierzchni 40 m² usytuowaną w km 164+907 rzeki Bzury i odbierającą wody opadowe z rowu leśnego poprzez przepust $\Phi 300$. NPP konstrukcji ustalono koroną przegrody gabionowej na rzędnej 215,74 m n.p.m. Przegroda gabionowa wypełniona kamieniem dolomitowo-wapiennym o granulacji 12-18 cm tworzy półkole o długości około 18 m i 5 m średnicy. Przegroda o szerokości 1 m posadowiona jest na geowłókninie i osłonięta od zewnątrz matą kokosową. Po zewnętrznej stronie przegrody gabionowej znajdują się nasypy z piasku średniego o nachyleniu skarp 1:5 i obsadzone

roślinnością wodną (pałka wąskolistna, pałka szerokolistna, turzyca błotna, turzyca dzióbkowata, turzyca brzegowa, sitowie leśne, manna mielec, kosaciec żółty itp.). Wprowadzone wody deszczowe do zbiornika środkowego w Arturówku w zależności od poziomu piętrzenia tego akwenu przedostają się poprzez infiltrację lub dopływ bezpośredni przez strefę roślinności porastającą skarpe przegrody gabionowej (Ryc. 6).

e.) Gospodarowanie systemem doczyszczania wód deszczowych w normalnych warunkach użytkowania

Do standardowych czynności eksploatacyjnych należy:

- kontrolowanie stanu wypełnienia części sedymentacyjnej SSSB celem określenia potrzeby jej oczyszczenia; oczyszczenie tego elementu wskazane jest po nagromadzeniu się warstwy namułu o średniej miąższości przekraczającej 15 cm; czyszczenie należy prowadzić w okresie jesiennym w miesiącach listopad-grudzień, tj. po opadnięciu liści z drzew; usunięty namuł należy utylizować zgodnie z obowiązującymi przepisami;
- kontrolowanie stanu maty kokosowej okrywającej gabion z wkładem dolomitowo-wapiennym stanowiący barierę geochemiczną i jej wymiana w momencie jej biodegradacji, czyli powstania ubytków prowadzących do odsłaniania konstrukcji gabionu (okres biodegradacji maty wynosi około 2-3 lat);
- wykaszanie i usuwanie biomasy roślinności wodnej i brzegowej SSSB pod koniec sezonu wegetacyjnego, ale przed okresem zamierania roślinności, czyli nie wcześniej niż połowa września, ale nie później niż koniec października;
- okresowa wymiana złoża wapienno-dolomitowego – przewidywany okres trwałości i prawidłowego funkcjonowania złoża szacowany jest na okres 6-9 lat; termin wymiany złoża powinien być połączony z okresową wymianą maty kokosowej;
- kontrolowanie ogólnego stanu urządzeń stanowiących konstrukcję SSSB; w przypadku stwierdzenia uszkodzeń lub ubytków należy niezwłocznie podjąć działania naprawcze.

f.) Postępowanie w warunkach długotrwale utrzymujących się opadów atmosferycznych

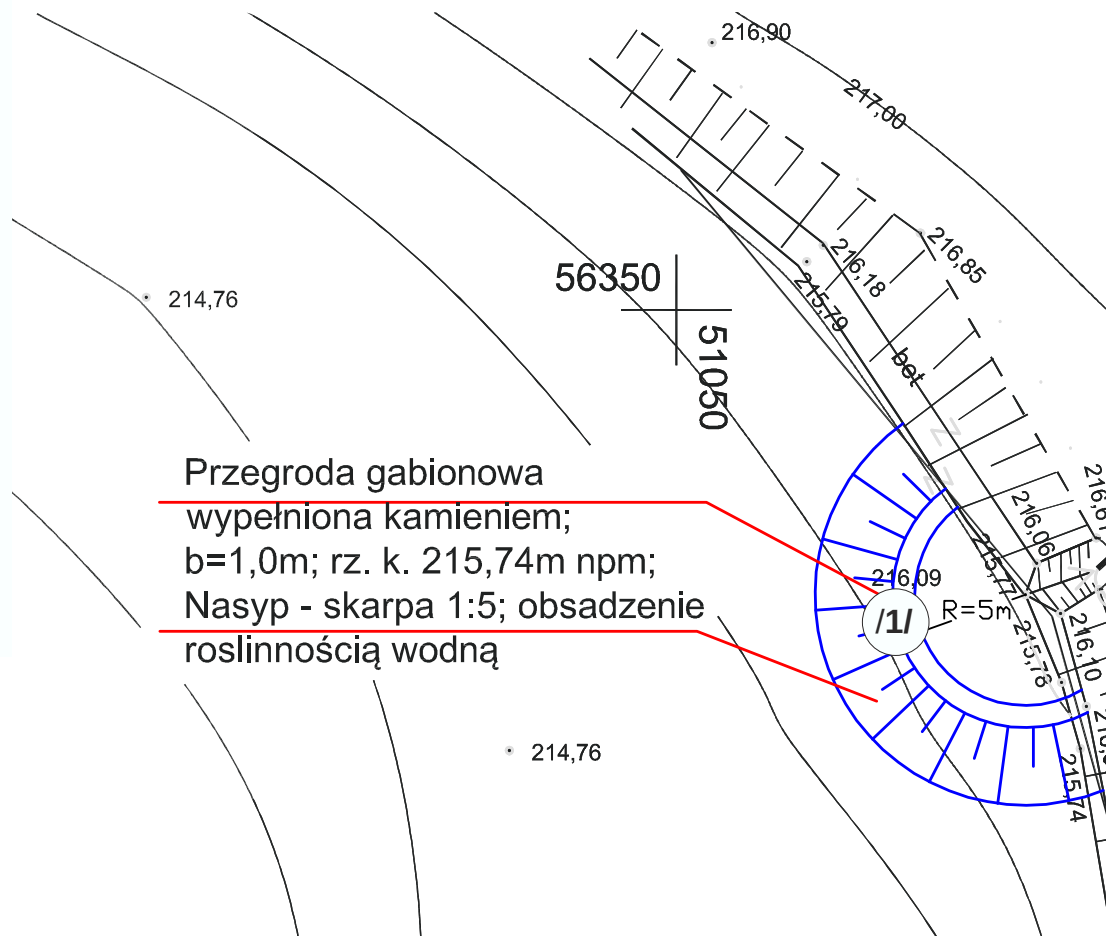
W okresie występowania długotrwałych opadów system wypełnia się wodą do maksymalnej pojemności określonej poprzez zastawki na budowli piętrząco-upustowej zbiornika środkowego w Arturówku. Do zadań eksploatacyjnych, szczególnie istotnych w momencie długotrwałych opadów, należy sprawdzanie drożności przepustu rowu leśnego oraz czy nie zostały rozmyte elementy konstrukcyjne SSSB.

g.) Postępowanie w okresie występowania warunków lodowych

W okresie występowania zjawisk lodowych system odprowadza wodę głównie w okresie roztopów. W trakcie roztopów system może wypełniać się wodą do maksymalnej pojemności, określonej poprzez zastawki na budowli piętrząco-upustowej zbiornika środkowego w Arturówku. Do zadań eksploatacyjnych, szczególnie istotnych w momencie roztopiania się zalegającego śniegu i lodu, należy sprawdzanie drożności przepustu rowu leśnego oraz czy nie zostały rozmyte elementy konstrukcyjne SSSB.

h.) Łączność i tryb powiadamiania

- w przypadku prac mogących mieć wpływ na organizmy żywe zasiedlające rzekę Bzurę i zbiorniki retencyjne w Arturówku należy informować ZO PZW w Łodzi;
- w przypadku prac mogących mieć wpływ na stan sanitarny wód rzeki Bzury i zbiorników retencyjnych w Arturówku należy informować WZMiUW w Łodzi.



Ryc. 6. Lokalizacja poszczególnych elementów tworzących system do podczyszczania odpływów wód deszczowych z terenów nieutwardzonych o niskim stopniu urbanizacji przy zbiorniku środkowym w Arturówku, Las Łagiewnicki w km 164+907 rzeki Bzury

Rozwiązanie 5



Rozwiązanie 6

System do podczyszczania wód deszczowych z terenów o niskim stopniu użytkowania i małej powierzchni zlewni przy zbiorniku środkowym w Arturówku, ulica Studencka w km 164+827 rzeki Bzury

a.) Informacje ogólne

Charakterystyka systemu:

układ doczyszczający obejmuje: płytę ściekową typu korytkowego z kratkami ściekowymi, studnię połączeniową, osadnik spinowy, separator koalescencyjny, wygradzenie konstrukcją gabionową strefy brzegowej zbiornika retencyjnego zaadoptowanej do funkcji SSSB o powierzchni 100 m².

Uwaga: w górnej części zbiornika środkowego w Arturówku znajduje się strefa roślinności szuwarowej – procedura postępowania opisana została w rozwiązaniu 7 niniejszej instrukcji.

Zastosowanie:

doczyszczanie wód opadowych z utwardzonych ciągów komunikacyjnych, w tym ulicy Studenckiej, parkingu, dachu hotelowego oraz sąsiadującego układu ścieżek rowerowych i pieszych. Szacowany odpływ z obszaru utwardzonego o łącznej powierzchni 1,0 ha, przy średniej przepustowości drogi poniżej 10 pojazdów w ciągu godziny.

Lokalizacja:

rozwiązanie oznaczone numerem 6 na mapce przedstawionej na [Ryc. 1](#).

b.) Właściciel urządzeń technicznych i rozwiązań biotechnologicznych odpowiedzialny za bieżące utrzymanie i eksploatacje

Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji w Łodzi – właściciel i użytkownik wpustów ulicznych, studni połączeniowej, osadnika spinowego, separatora koalescencyjnego oraz konstrukcji SSSB o powierzchni 100 m² (Obręb B-14, działki numer 18/3, 19/1).

Zarząd Dróg i Transportu Urzędu Miasta Łodzi – właściciel/użytkownik systemu wpustów ulicznych, studni połączeniowej, osadnika spinowego, separatora lamelowego, studni wyrównawczej (Obręb B-14, działka numer 17/2).

c.) Zasada funkcjonowania rozwiązania

/1/ system płyt ściekowych typu korytkowego i kratek ściekowych służy odprowadzaniu ścieków deszczowych i roztopowych z ulicy Studenckiej i skierowaniu ich do studni połączeniowej ([Ryc. 7](#)).

/2/ studnia połączeniowa służy sedymentacji najcięższych frakcji zawiesiny i skierowaniu ścieków deszczowych i roztopowych do osadnika wirowego ([Ryc. 7](#)).

/3/ osadnik spinowy służy wstępnemu oczyszczeniu ścieków deszczowych i roztopowych poprzez wydzielenie zawiesiny w zainstalowanym pod ziemią osadniku, w którym za sprawą siły grawitacji wspomaganej siłą odśrodkową następuje sedymentacja zawiesiny. Ścieki deszczowe wprowadzane są przewodem wlotowym stycznie do pobocznic, co wymusza ruch wirowy. W miarę zwiększenia napływu ścieki wirują coraz intensywniej. Osadniki oparte na formule wirowej poprzez wydłużenie drogi przepływu, przy zachowaniu jednocześnie niewielkiej powierzchni, pozwalają uzyskać porównywalne efekty zmniejszenia zawiesin przy 2÷5 krotnie większych obciążeniach hydraulicznych. Zdolność do oczyszczania ścieków deszczowych ustaje po przekroczeniu określonej warstwy zanieczyszczeń mineralnych. Osadnik spinowy odprowadza doczyszczony ściek deszczowy i roztopowy do separatora koalescencyjnego ([Ryc. 7](#)).

/4/ separator koalescencyjny odpowiada za oczyszczanie ścieków deszczowych i roztopowych z substancji ropopochodnych, w oparciu o różnice gęstości. Substancje ropopochodne mają gęstość mniejszą od gęstości wody; odpowiednia konstrukcja separatora koalescencyjnego umożliwia obniżenie o 95% zawartości substancji ropopochodnych. Zdolność do oczyszczania zanieczyszczeń ustaje po nadmiernym nagromadzeniu tych substancji. Po doczyszczaniu ścieki kierowane są do studni wyrównawczej (Ryc. 7).

/5/ akwen zaadoptowany do funkcji SSSB poprzez wygradzenie konstrukcją gabionową strefy brzegowej zbiornika retencyjnego odpowiada za końcowy etap oczyszczania ścieków deszczowych i roztopowych poprzez: **a)** sedymentację na drodze wymuszonego spowolnionego przepływu wody i retencję ścieków w części sedymentacyjnej o powierzchni 30 m², **b)** filtrację przez barierę geochemiczną z wkładem dolomitowo-wapiennym (sorpcja substancji biogenicznych z wapniem) i okrywą z maty kokosowej (biofiltracja przez mikroorganizmy), **c)** biofiltrację na drodze zwiększenia oporów przepływu wody i powierzchni osadzania w strefie roślinnej oraz retencji zanieczyszczeń w biomase roślinnej. Efektywność urządzenia zmniejsza się po uzyskaniu maksymalnego poziomu piętrzenia. Po doczyszczaniu wody deszczowe i roztopowe kierowane są do zbiornika środkowego w Arturówku (Ryc. 7).

d.) Informacje dotyczące urządzeń

/1/ system płyt ściekowych typu korytkowego i kratek ściekowych zbudowany jest z betonowych płyt ściekowych typu korytkowego o wymiarach 60x50x15 cm z dwoma kratkami ściekowymi połączonych ze studnią połączeniową rurami o średnicy $\Phi 100$ (Ryc. 7).

/2/ studnia połączeniowa to studnia rewizyjna skonstruowana z prefabrykowanych elementów betonowych o średnicy wewnętrznej $\Phi 1200$, odbierająca ścieki deszczowe z dwóch wpustów krawężnikowo-jezdniowych i przekierowująca je do osadnika spinowego. Studnia połączeniowa odbiera także ścieki deszczowe odprowadzane z terenu OWH Prząśniczka. Ścieki odprowadzane są poprzez rury kielichowe PVC-U Wavin „lite” klasy SN 4, SDR 41 $\Phi 315$ ułożone ze spadkiem $i=1,0\%$ (Ryc. 7).

/3/ osadnik spinowy typu TRAP-BX ma pojemność 1 m³ i tworzy zbiornik żelbetowy o średnicy zewnętrznej $\Phi 1240$, głębokości 1,48 m i zdolności kumulacji warstwy zawiesin mineralnych o maksymalnej miąższości wynoszącej 640 mm. Osadnik odbiera ścieki deszczowe ze studni połączeniowej /2/ i po doczyszczaniu kieruje je do separatora koalescencyjnego /4/. Ścieki odprowadzane są poprzez rury kielichowe PVC-U Wavin „lite” klasy SN 4, SDR 41 $\Phi 315$ ułożone ze spadkiem $i=1,0\%$ (Ryc. 7).

/4/ separator koalescencyjny z by-passem SEKOW-B NG 10/100 tworzy zbiornik żelbetowy o średnicy zewnętrznej $\Phi 1500$, głębokości 1,26 m i zdolności kumulacji warstwy substancji ropopochodnych o maksymalnej grubości 106 mm. Separator odbiera ścieki deszczowe z osadnika spinowego /3/ i po doczyszczaniu kieruje je do SSSB /5/. Ścieki odprowadzane są poprzez rury kielichowe PVC-U Wavin „lite” klasy SN 4, SDR 41 $\Phi 315$ ułożone ze spadkiem $i=2,0\%$ (Ryc. 7).

/5/ akwen zaadoptowany do funkcji SSSB poprzez wygradzenie konstrukcją gabionową strefy brzegowej zbiornika retencyjnego usytuowany jest w km 164+827 rzeki Bzury. Korona przegrody gabionowej skonstruowana jest na rzędnej 215,74 m n.p.m, tj. 0,2 m poniżej NPP zbiornika środkowego Arturówka. Przegroda gabionowa wypełniona kamieniem dolomitowo-wapiennym o granulacji 12-18 cm tworzy ćwiartkę łuku o długości około 15 m i 5 m średnicy i z jednej strony dochodzi do betonowego muru ze stalowym ogrodzeniem oddzielającego nabrzeże z pomostami do cumowania łódek i kajaków. Przegroda o szerokości 1 m posadowiona jest na geowłókninie

i osłonięta od zewnątrz matą kokosową. Wewnątrz przegrody gabionowej umieszczona jest kierownica hamująca napływająca wodę w formie dwóch wycinków koła wykonanych z elementów betonowych o średnicy 800 mm. Po zewnętrznej stronie przegrody gabionowej znajduje się nasyp z piasku średniego o nachyleniu skarpy 1:5 i obsadzony roślinnością wodną (pałka wąskolistna, pałka szerokolistna, turzyca błotna, turzyca dzióbkwata, turzyca brzegowa, sitowie leśne, manna mielec, kosaciec żółty itp.). Wprowadzone ścieki deszczowe do zbiornika środkowego w Arturówku w zależności od poziomu piętrzenia tego akwenu przedostają się poprzez infiltrację lub dopływ bezpośredni przez strefę roślinności porastającą skarpe przegrody gabionowej (Ryc. 7).

e.) Gospodarowanie systemem doczyszczania wód deszczowych w normalnych warunkach użytkowania

Do standardowych czynności eksploatacyjnych należy:

- kontrolowanie drożności wpustów ulicznych oraz kolejnych elementów systemu doczyszczania, szczególnie w okresie jesiennym;
- kontrolowanie stanu pokryw studzienek włazowych zamykających studnie, separatory i osadniki;
- kontrolowanie stanu wypełnienia studni, separatorów i osadników oraz ich oczyszczanie poprzez usuwanie nieczystości przy użyciu wozu asenizacyjnego przynajmniej raz w roku, na początku wiosny lub w okresie jesieni; usunięty namuł należy utylizować zgodnie z obowiązującymi przepisami;
- kontrolowanie stanu kolumn filtracyjnych z pianki poliuretanowej PU w separatorze koalescencyjnym; wymiana niezbędna jest po zmianie koloru pianki filtracyjnej z niebieskiego na czarny oraz z widocznymi śladami nagromadzonych substancji ropopochodnych;
- kontrolowanie stanu wypełnienia części sedymentacyjnej SSSB oraz oczyszczanie jej poprzez usuwanie nieczystości ręcznie lub przy użyciu wozu asenizacyjnego raz na 3-5 lat lub w przypadku nagromadzenia się warstwy namułu o średniej miąższości przekraczającej 15 cm, czyszczenie należy prowadzić w okresie jesiennym w miesiącach listopad-grudzień, tj. po opadnięciu liści z drzew; usunięty namuł należy utylizować zgodnie z obowiązującymi przepisami;
- kontrolowanie stanu maty kokosowej okrywającej gabion z wkładem dolomitowo-wapiennym stanowiący barierę geochemiczną i jej wymiana w momencie jej biodegradacji, czyli powstania ubytków prowadzących do odsłaniania konstrukcji gabionu (okres biodegradacji maty wynosi około 2-3 lat);
- wykaszanie i usuwanie biomasy roślinności wodnej i brzegowej SSSB pod koniec sezonu wegetacyjnego, ale przed okresem zamierania roślinności, czyli nie wcześniej niż połowa września, ale nie później niż koniec października;
- okresowa wymiana złoża wapienno-dolomitowego – przewidywany okres trwałości i prawidłowego funkcjonowania złoża szacowany jest na okres 6-9 lat; termin wymiany złoża powinien być połączony z okresową wymianą maty kokosowej;
- kontrolowanie ogólnego stanu urządzeń stanowiących konstrukcję SSSB, gabionów z wkładem dolomitowo-wapiennym stanowiących barierę geochemiczną. W przypadku stwierdzenia uszkodzeń lub ubytków należy niezwłocznie podjąć działania naprawcze.

f.) Postępowanie w warunkach długotrwale utrzymujących się opadów atmosferycznych

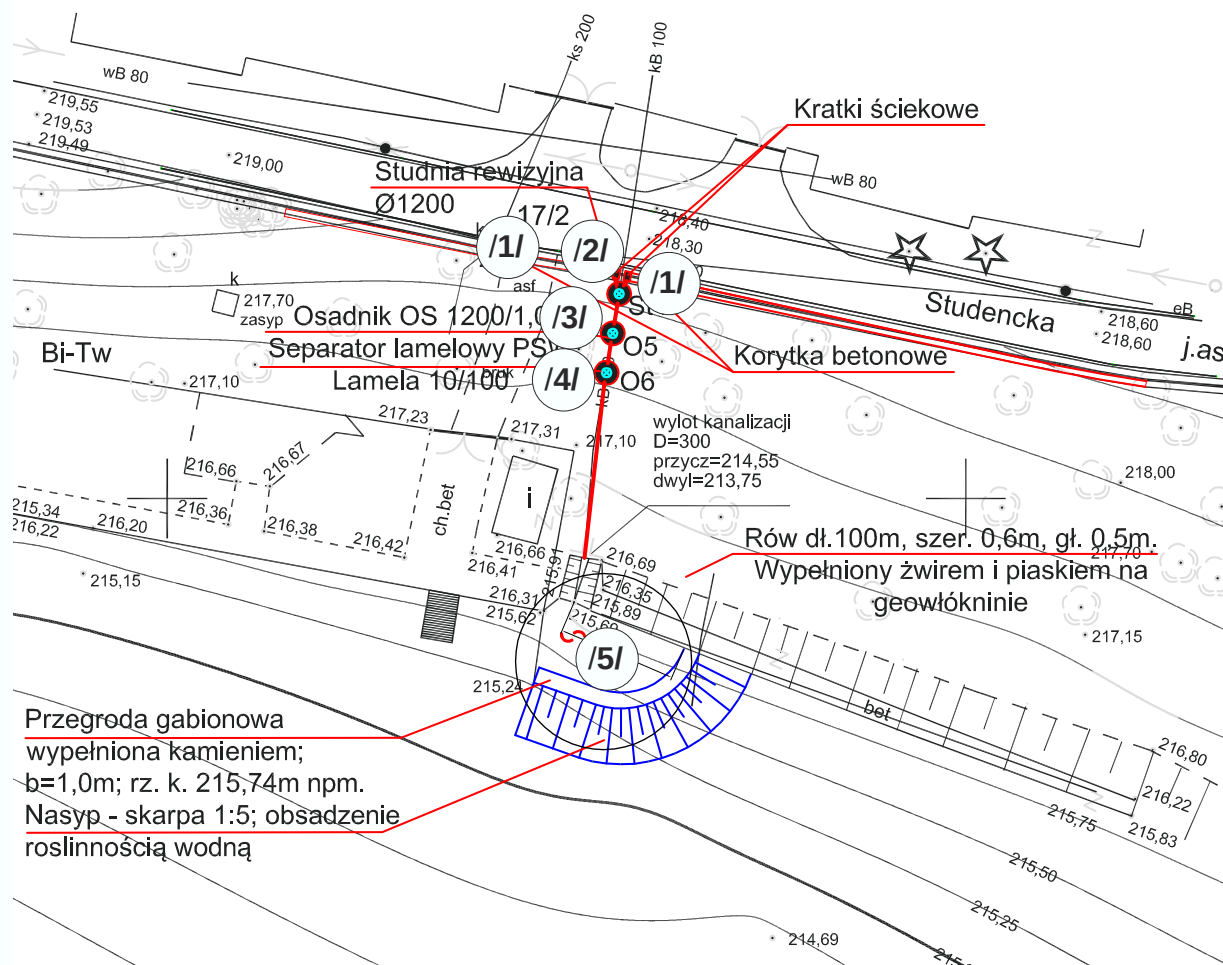
W okresie występowania długotrwałych opadów system wypełnia się wodą do maksymalnej pojemności określonej poprzez zastawki na budowli piętrząco-upustowej zbiornika środkowego w Arturówku. Do zadań eksploatacyjnych, szczególnie istotnych w momencie długotrwałych opadów, należy sprawdzanie drożności systemu od wpustów ulicznych poprzez kolejne elementy systemu doczyszczającego, kończąc na odpływie wód do SSSB oraz czy nie zostały rozmyte elementy konstrukcyjne SSSB. W przypadku braku przepływu podjąć czynności udrażniające system.

g.) Postępowanie w okresie występowania warunków lodowych

W okresie występowania zjawisk lodowych system odprowadza wodę głównie w okresie roztopów. W trakcie roztopów system może wypełniać się wodą do maksymalnej pojemności, określonej poprzez zastawki na budowli piętrząco-upustowej zbiornika środkowego w Arturówku. Do zadań eksploatacyjnych, szczególnie istotnych w momencie roztapiania się zalegającego śniegu i lodu, należy sprawdzanie drożności systemu od wpustów ulicznych poprzez kolejne elementy systemu doczyszczającego, kończąc na odpływie wód do SSSB oraz czy nie zostały rozmyte elementy konstrukcyjne SSSB. W przypadku braku przepływu podjąć czynności udrażniające system.

h.) Łączność i tryb powiadamiania

- w przypadku prac mogących mieć wpływ na organizmy żywe zasiedlające rzekę Bzurę i zbiorniki retencyjne w Arturówku należy informować ZO PZW w Łodzi;
- w przypadku prac mogących mieć wpływ na stan sanitarny wód rzeki Bzury i zbiorników retencyjnych w Arturówku należy informować WZMiUW w Łodzi



Ryc. 7. Lokalizacja poszczególnych elementów tworzących system do podczyszczania wód deszczowych z terenów o niskim stopniu użytkowania i małej powierzchni zlewni przy zbiorniku środkowym w Arturówku, ulica Studencka w km 164+827 rzeki Bzury.

Rozwiązanie 6



Rozwiązanie 7

Eksploatacja strefy przybrzeżnej roślinności wynurzonej i wyspy pływającej w zbiorniku dolnym i środkowym w Arturówku

a.) Informacje ogólne

Charakterystyka systemu:

strefa roślinności szuwarowej, pływająca wyspa z roślinnością bagienną

Zastosowanie:

zagospodarowanie brzegu zbiornika szuwarową roślinnością przybrzeżną (ekotonową, buforową; **Ryc. 8**) oraz w formie pływającej wyspy i jej właściwa eksploatacja pozwala na usuwanie ze zbiornika wraz z biomasą roślin znacznych ilości pierwiastków biogenicznych zakumulowanych w ich tkankach. Ponadto, półnaturalna strefa roślinności przybrzeżnej, jako alternatywa dla regularnych kształtów zbiorników i umocnionych brzegów, ma pozytywny wpływ na wiele aspektów funkcjonowania zbiornika: stanowi siedliska (kryjówki, miejsca żerowania i rozrodu) dla dużej liczby gatunków ptaków, ryb i bezkręgowców, w tym zooplanktonowych filtratorów – poprawiających jakość wody w zbiorniku; podtrzymuje bioróżnorodność w zbiorniku i jego otoczeniu; poprawia estetykę zbiornika jako miejsca rekreacji i tworzy bardziej kameralne i atrakcyjne miejsca wypoczynku.

Lokalizacja:

rozwiązanie oznaczone numerem 7 na mapce przedstawionej na **Ryc. 1**.

b.) Właściciel urządzeń technicznych i rozwiązań biotechnologicznych odpowiedzialny za bieżące utrzymanie i eksploatację

Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji w Łodzi – właściciel i użytkownik stref roślinności szuwarowej oraz wyspy pływającej w zbiornikach dolnym i środkowym w Arturówku (Obręb B-14, działki numer 6/1, 19/1, 19/2, 21/1, 21/3, 22/1).

Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Łodzi – właściciel i użytkownik koryta rzeki Bzury (Obręb B-14, działka numer 21/2).

c.) Zasada funkcjonowania rozwiązania

pływająca wyspa z roślinnością bagienną ma na celu retencję w tkankach roślin związków biogenicznych, pełni rolę siedliskotwórczą dla organizmów wodnych i wodno-błotnych oraz funkcję estetyczną.

strefy ekotonowe w postaci nasadzeń roślinności szuwarowej zatrzymują w tkankach związki biogeniczne, pełnią rolę siedliskotwórczą dla organizmów wodnych i wodno-błotnych oraz funkcję estetyczną.

d.) Informacje dotyczące urządzeń

pływająca wyspa z roślinnością bagienną o powierzchni 100 m² zbudowana jest z trzech warstw: **a)** wysokowytrzymałej, stabilizowanej siatki polipropylenowej, **b)** pianki wypornościowej i **c)** maty kokosowej z roślinnością wodną. Konstrukcja stanowi system elastyczny i odporny na działanie mrozu i fal, dzięki czemu może funkcjonować przez wiele lat. Wyspa zakotwiczona jest w górnej części zbiornika dolnego w Arturówku, tuż poniżej konstrukcji piętrząco-upustowej zbiornika środkowego.

strefy ekotonowe w postaci nasadzeń roślinności szuwarowej obejmują północny i południowy brzeg zbiornika dolnego w Arturówku w jego górnej części, bezpośrednio poniżej konstrukcji piętrząco-upustowej zbiornika środkowego i tworzą ciąg roślinności pokrywający linię obu brzegów na długości około 20 m; drugą strefą jest północny i południowy brzeg zbiornika środkowego w Arturówku w jego górnej części, bezpośrednio poniżej konstrukcji piętrząco-upustowej zbiornika górnego z roślinnością pokrywającą linię obu brzegów na długości około 40 m. Do nasadzeń wykorzystano rodzime gatunki roślin wodnych, takie jak: pałka wąskolistna i szerokolistna, trzcina, tatarak, jeżogłówka, skrzyp, sit i manna mielec.

e.) Gospodarowanie systemem podczyszczania wód rzecznych w normalnych warunkach użytkowania

Do standardowych czynności eksploatacyjnych należy:

- wykaszanie i usuwanie biomasy roślinności wodnej i brzegowej zbiornika oraz wyspy pływającej pod koniec sezonu wegetacyjnego, ale przed okresem zamierania roślinności, czyli nie wcześniej niż połowa września, ale nie później niż koniec października;
- kontrolowanie ogólnego stanu wyspy pływającej oraz nasadzeń.

f.) Postępowanie w warunkach długotrwale utrzymujących się opadów atmosferycznych

Nie dotyczy.

g.) Postępowanie w okresie występowania warunków lodowych

Nie dotyczy.

h.) Łączność i tryb powiadamiania

Nie dotyczy.

Ryc. 8. Strefy przybrzeżnej roślinności ekotonowej na zbiorniku dolnym w Arturówku.

Rozwiązanie 7



Rozwiązanie 8

System do podczyszczania wód deszczowych z terenów o niskim stopniu użytkowania i małej powierzchni zlewni przy zbiorniku dolnym w Arturówku, ulica Studencka w km 164+410 rzeki Bzury

a.) Informacje ogólne

Charakterystyka systemu:

układ doczyszczający obejmuje: osadnik spinowy na istniejącym systemie odprowadzania wód opadowych, wygrodzenie konstrukcją gabionową strefy brzegowej zbiornika retencyjnego zaadoptowanej do funkcji SSSB o łącznej powierzchni 150 m².

Zastosowanie:

doczyszczanie wód opadowych z terenów nieutwardzonych (terenów zielonych: parki, skwery, trawniki, obszar lasu) systemem otwartego rowu przechodzącego w zamknięty kanał zrzucający wody bezpośrednio do zbiornika dolnego.

Lokalizacja:

rozwiązanie oznaczone numerem 8 na mapce przedstawionej na [Ryc. 1](#).

b.) Właściciel urządzeń technicznych i rozwiązań biotechnologicznych odpowiedzialny za bieżące utrzymanie i eksploatację

Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji w Łodzi – właściciel i użytkownik osadnika spinowego oraz konstrukcji SSSB o powierzchni 150 m² (Obręb B-14, działki numer 6/1, 21/1).

c.) Zasada funkcjonowania rozwiązania

/1/ osadnik spinowy służy do wstępnego oczyszczania wód deszczowych i roztopowych pochodzących z terenu Lasu Łagiewnickiego poprzez wydzielenie zawiesiny w zainstalowanym pod ziemią osadniku, w którym za sprawą siły grawitacji wspomaganej siłą odśrodkową następuje sedymentacja zawiesiny. Ścieki deszczowe wprowadzane są przewodem wlotowym stycznie do pobocznic, co wymusza ruch wirowy. W miarę zwiększenia napływu ścieki wirują coraz intensywniej. Osadniki oparte na formule wirowej poprzez wydłużenie drogi przepływu, przy zachowaniu jednocześnie niewielkiej powierzchni, pozwalają uzyskać porównywalne efekty zmniejszenia zawiesin przy 2÷5 krotnie większych obciążeniach hydraulicznych. Zdolność do oczyszczania ścieków deszczowych ustaje po przekroczeniu określonej warstwy zanieczyszczeń mineralnych. Osadnik spinowy odprowadza doczyszczony ścieki deszczowe i roztopowe do separatora akwenu zaadoptowanego do funkcji SSSB ([Ryc. 9](#)).

/2/ akwen zaadoptowany do funkcji SSSB poprzez wygrodzenie konstrukcją gabionową strefy brzegowej zbiornika retencyjnego odpowiada za końcowy etap oczyszczania ścieków deszczowych i roztopowych poprzez sedymentację na drodze: **a)** wymuszonego spowolnionego przepływu wody i retencję ścieków w części sedymentacyjnej SSSB o powierzchni 40 m², **b)** filtrację przez barierę geochemiczną z wkładem dolomitowo-wapiennym (sorpcja substancji biogenicznych z wapniem) i okrywą z maty kokosowej (biofiltracja przez mikroorganizmy), **c)** biofiltrację na drodze zwiększenia oporów przepływu wody i powierzchni osadzania w strefie roślinnej oraz retencji zanieczyszczeń w biomase roślinnej. Efektywność urządzenia zmniejsza się po uzyskaniu maksymalnego poziomu piętrzenia. Po doczyszczeniu wody deszczowe i roztopowe kierowane są do zbiornika dolnego w Arturówku ([Ryc. 9](#)).

d.) Informacje dotyczące urządzeń

/1/ osadnik spinowy typu TRAP-BX ma pojemność 1 m³ i jest zbiornikiem żelbetowym o średnicy zewnętrznej Φ 1240, głębokości 1,48 m i zdolności kumulacji warstwy zawiesin mineralnych o maksymalnej miąższości wynoszącej 640 mm. Osadnik odbiera ścieki deszczowe z obszaru leśnego i po ich doczyszczaniu kieruje je do części akwenu zaadoptowanego do funkcji SSSB. Ścieki odprowadzane są poprzez rury kielichowe PVC-U Wavin „lite” klasy SN 4, SDR 41 Φ 315 ułożone ze spadkiem $i=1,0\%$ (Ryc. 9).

/2/ akwen zaadoptowany do funkcji SSSB poprzez wygrodenienie konstrukcją gabionową strefy brzegowej zbiornika retencyjnego usytuowany jest w km 164+410 rzeki Bzury. Korona przegrody gabionowej ustalona na rzędnej 213,80 m n.p.m., tj. 0,2 m poniżej NPP zbiornika dolnego w Arturówku. Przegroda gabionowa wypełniona kamieniem dolomitowo-wapiennym o granulacji 12-18 cm tworzy półokrąg o długości ok. 20 m i średnicy ok. 5 m. Przegroda o szerokości 1 m posadowiona jest na geowłókninie i osłonięta od zewnątrz matą kokosową. Po zewnętrznej stronie przegrody gabionowej znajduje się nasyp z piasku średniego o nachyleniu skarpy 1:5 i obsadzony jest roślinnością wodną (pałka wąskolistna, pałka szerokolistna, turzyca błotna, turzyca dzióbkwata, turzyca brzegowa, sitowie leśne, manna mielec, kosaciec żółty itp.). Wprowadzone ścieki deszczowe do zbiornika dolnego w Arturówku w zależności od poziomu piętrzenia tego akwenu przedostają się poprzez infiltrację lub dopływ bezpośredni przez strefę roślinności porastającą skarpe przegrody gabionowej (Ryc. 9).

e.) Gospodarowanie systemem doczyszczania wód deszczowych w normalnych warunkach użytkowania

Do standardowych czynności eksploatacyjnych należy:

- kontrolowanie stanu pokryw studzienek włazowych zamykających studnie, separatory i osadniki;
- kontrolowanie stanu wypełnienia studni, separatorów i osadników oraz ich oczyszczanie poprzez usuwanie nieczystości przy użyciu wozu asenizacyjnego raz na dwa lata (może zająć potrzeba częstszego czyszczenia w latach mokrych), na początku wiosny lub w okresie jesieni; usunięty namul należy utylizować zgodnie z obowiązującymi przepisami;
- kontrolowanie stanu wypełnienia części sedymentacyjnej SSSB oraz oczyszczanie jej poprzez usuwanie nieczystości ręcznie lub przy użyciu wozu asenizacyjnego raz na 3-5 lat lub w przypadku nagromadzenia się warstwy namułu o średniej miąższości przekraczającej 15 cm; czyszczenie należy prowadzić w okresie jesiennym w miesiącach listopad-grudzień, tj. po opadnięciu liści z drzew; usunięty namul należy utylizować zgodnie z obowiązującymi przepisami;
- kontrolowanie stanu maty kokosowej okrywającej gabion z wkładem dolomitowo-wapiennym stanowiący barierę geochemiczną i jej wymiana w momencie jej biodegradacji, czyli powstania ubytków prowadzących do odsłaniania konstrukcji gabionu (okres biodegradacji maty wynosi około 2-3 lat);
- wykaszanie i usuwanie biomasy roślinności wodnej i brzegowej SSSB pod koniec sezonu wegetacyjnego, ale przed okresem zamierania roślinności, czyli nie wcześniej niż połowa września, ale nie później niż koniec października;
- okresowa wymiana złoża wapienno-dolomitowego – przewidywany okres trwałości i prawidłowego funkcjonowania złoża szacowany jest na okres 6-9 lat; termin wymiany złoża powinien być połączony z okresową wymianą maty kokosowej;
- kontrolowanie ogólnego stanu urządzeń stanowiących konstrukcję SSSB, gabionów z wkładem dolomitowo-wapiennym stanowiących barierę geochemiczną; w przypadku stwierdzenia uszkodzeń lub ubytków należy niezwłocznie podjąć działania naprawcze.

f.) Postępowanie w warunkach długotrwanie utrzymujących się opadów atmosferycznych

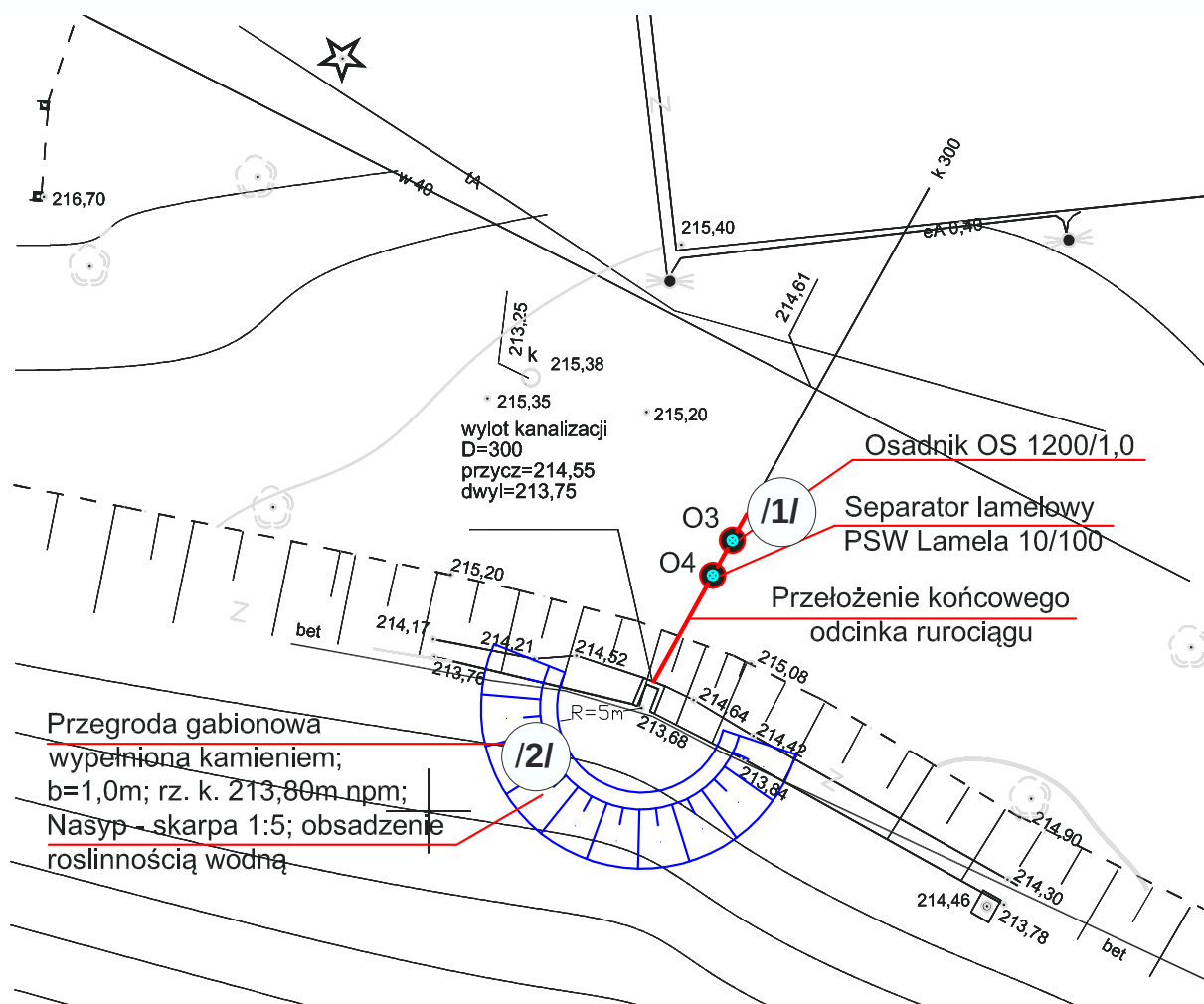
W okresie występowania długotrwałych opadów system wypełnia się wodą do maksymalnej pojemności określonej poprzez zastawki na budowli piętrząco-upustowej zbiornika środkowego w Arturówku. Do zadań eksploatacyjnych, szczególnie istotnych w momencie długotrwałych opadów, należy sprawdzanie drożności systemu od rowu leśnego do wylotu kolektora deszczowego w części osadnikowej SSSB oraz czy nie zostały rozmyte elementy konstrukcyjne SSSB. W przypadku braku przepływu podjąć czynności udrażniające system.

g.) Postępowanie w okresie występowania warunków lodowych

W okresie występowania zjawisk lodowych system odprowadza wodę głównie w okresie roztopów. W trakcie roztopów system może wypełniać się wodą do maksymalnej pojemności, określonej poprzez zastawki na budowli piętrząco-upustowej zbiornika środkowego w Arturówku. Do zadań eksploatacyjnych, szczególnie istotnych w momencie roztapiania się zalegającego śniegu i lodu, należy sprawdzanie drożności systemu od rowu leśnego do wylotu kolektora deszczowego w części osadnikowej SSSB oraz czy nie zostały rozmyte elementy konstrukcyjne SSSB. W przypadku braku przepływu podjąć czynności udrażniające system.

h.) Łączność i tryb powiadamiania

- w przypadku prac mogących mieć wpływ na organizmy żywe zasiedlające rzekę Bzurę i zbiorniki retencyjne w Arturówku należy informować ZO PZW w Łodzi;
- w przypadku prac mogących mieć wpływ na stan sanitarny wód rzeki Bzury i zbiorników retencyjnych w Arturówku należy informować WZMiUW w Łodzi.



Ryc. 9. Lokalizacja poszczególnych elementów tworzących system do podczyszczania wód deszczowych z terenów o niskim stopniu użytkowania i małej powierzchni zlewni przy zbiorniku dolnym w Arturówku, ulica Studencka w km 164+410 rzeki Bzury.

Rozwiązanie 8



Rozwiązanie 9

Tablice informujące o negatywnym wpływie dokarmiania ptactwa wodnego na jakość wód

a.) Informacje ogólne

Charakterystyka systemu:

układ tablic obejmuje: trzy tablice umieszczone przy zbiornikach dolnym, środkowym i górnym w Arturówku w miejscach uczęszczanych przez osoby dokarmiające ptactwo wodne.

Zastosowanie:

Działanie edukacyjne polegające na uświadamianiu osobom odwiedzającym Arturówek negatywnego wpływu dokarmiania ptactwa wodnego na środowisko wodne jak i same ptaki.

Lokalizacja:

Tablice usytuowane są w sąsiedztwie rozwiązań oznaczonych numerami 4, 6, 7 na [Ryc. 1](#).

b.) Właściciel urządzeń technicznych i rozwiązań biotechnologicznych odpowiedzialny za bieżące utrzymanie i eksploatację

Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji w Łodzi – właściciel/użytkownik terenu w miejscu lokalizacji tablic przy zbiorniku środkowym i dolnym w Arturówku (Obręb B-14, działki numer 6/1, 18/3).

Leśnictwo Miejskie, Zarząd Zieleni Miejskiej w Łodzi – właściciel/użytkownik terenu w miejscu lokalizacji tablicy przy zbiorniku górnym w Arturówku (Obręb B-14, działki numer 18/4).

c.) Zasada funkcjonowania rozwiązania

działanie edukacyjne ma na celu doprowadzenie do ograniczenia zasilania zbiorników w związku azotu i fosforu wprowadzane do wód wraz z wrzucanym do wody pokarmem, oraz w wyniku ograniczenia dokarmiania ptactwa wodnego wraz ze zmniejszeniem ilości odchodów wprowadzanych do zbiornika przez ptactwo wodne. Czynniki te stanowią poważne źródło eutrofizacji wód, prowadzące do powstawania zakwitów sinic w zbiorniku. Stado 50 kaczek bytujących na zbiorniku wnosi do wody rocznie ok. 1,36 kg N i 0,59 kg P. Taka ilość substancji biogenicznych to pożywka, która może spowodować wzrost od 500 kg do 1 tony sinic. Nadmiernie dokarmiane ptactwo wydala nawet dwukrotnie więcej azotu i fosforu, a niewykorzystany pokarm ulega rozkładowi, wtórnie zanieczyszczając wodę ([Ryc. 10](#)).

d.) Informacje dotyczące urządzeń

działanie edukacyjne – metalowe tablice informacyjno-edukacyjne z nadrukowaną informacją o szkodliwości dokarmiania ptactwa wodnego ([Ryc. 10](#)).

e.) Gospodarowanie systemem doczyszczania wód deszczowych w normalnych warunkach użytkowania

Do standardowych czynności obsługowych należy:

- kontrolowanie ogólnego stanu tablic informacyjno-edukacyjnych; w przypadku stwierdzenia uszkodzeń należy niezwłocznie podjąć działania naprawcze.

f.) Postępowanie w warunkach długotrwale utrzymujących się opadów atmosferycznych

Nie dotyczy.

g.) Postępowanie w okresie występowania warunków lodowych

Nie dotyczy.

h.) Łączność i tryb powiadamiania

- w przypadku zniszczenia tablic informować użytkowników danego terenu, tj. MOSiR w Łodzi lub Leśnictwo Miejskie w Łodzi.

Ryc. 10. Tablica informująca o wpływie dokarmiania ptactwa wodnego na jakość wody.



Rozwiązanie 9



Rozwiązanie 10

Działania biomanipulacyjne polegające na regulacji struktury troficznej ryb zasiedlających zbiorniki retencyjne w Arturówku

a.) Informacje ogólne

Charakterystyka systemu:

działania biomanipulacyjne obejmują: regulację zespołu ryb w kierunku ograniczenia udziału gatunków zooplanktonożernych i zwiększenia udziału gatunków ryb drapieżnych.

Zastosowanie:

regulacja struktury zespołu ryb w zbiornikach w Arturówku.

Lokalizacja:

Zbiornik górny, środkowy i dolny w Arturówku.

b.) Właściciel urządzeń technicznych i rozwiązań biotechnologicznych odpowiedzialny za bieżące utrzymanie i eksploatację

Zarząd Okręgu Polskiego Związku Wędkarskiego w Łodzi – użytkownik rybacki górnego, środkowego i dolnego zbiornika w Arturówku.

c.) Zasada funkcjonowania rozwiązania

racjonalna gospodarka rybacko-wędkarska ukierunkowana jest na działania ograniczające udział gatunków zooplanktonożernych i zwiększenie udziału gatunków ryb drapieżnych w akwenach (Ryc. 11). Realizowana jest ona poprzez odpowiednią strukturę zarybieniową oraz regulacje dotyczące amatorskiego połowu ryb.

d.) Informacje dotyczące urządzeń

racjonalna gospodarka rybacko-wędkarska wymaga wprowadzenia i respektowania odpowiednich zapisów dotyczących nakładów rzeczowo-finansowych w zakresie struktury zarybieniowej do operatu rybackiego oraz ograniczeń dotyczących połowu gatunków drapieżnych do instrukcji wydawanej osobom uprawnionym do wędkowania w zbiornikach retencyjnych w Arturówku.

e.) Gospodarowanie systemem doczyszczania wód deszczowych w normalnych warunkach użytkowania

Do standardowych czynności eksploatacyjnych należy:

- realizowanie zarybień zgodnie z zapisami operatu rybackiego;
- kontrolowanie przestrzegania ograniczeń w wędkowaniu zapisanych w instrukcji dla wędkarzy.

f.) Postępowanie w warunkach długotrwale utrzymujących się opadów atmosferycznych

Nie dotyczy.

g.) Postępowanie w okresie występowania warunków lodowych

- w przypadku długotrwałego zalodzenia rozważyć konieczność wykonania otworów napowietrzających (przerębli).

h.) Łączność i tryb powiadamiania

- w przypadku naruszenia przepisów z zakresu przepisów wynikających z Ustawy o rybactwie śródlądowym informować ZO PZW w Łodzi, Państwową Straż Rybacką, ewentualnie inne służby mundurowe, tj. Policję lub Straż Miejską.

Ryc. 11. Szczupak – najczęściej polecany gatunek ryby drapieżnej wykorzystywany w biomanipulacji.



Rozwiązanie 10





Sugerowane cytowanie / Suggested citation

Zbigniew Kaczkowski, Tomasz Jurczak, Iwona Wagner, Małgorzata Łapińska, Maciej Zalewski. 2015. Ekohydrologiczna rekultywacja zbiorników rekreacyjnych „Arturowek” (Łódź) jako modelowe podejście do rekultywacji zbiorników miejskich (LIFE08 ENV/PL/000517 EH-REK). INSTRUKCJA DLA UŻYTKOWNIKÓW URZĄDZEŃ TECHNICZNYCH ORAZ ROZWIĄZAŃ BIOTECHNOLOGICZNYCH. Łódź. Ecohydrologic rehabilitation of recreational reservoirs 'Arturowek' (Lodz) as a model approach to rehabilitation of urban reservoirs (LIFE08 ENV/PL/000517 EH-REK). THE INSTRUCTION FOR THE USERS OF TECHNICAL DEVICES AND BIOTECHNOLOGICAL DEVICES. Lodz.

Partnerzy projektu / Project Partners

FINANSOWANIE / FINANCING

Komisja Europejskiej, LIFE+
European Commission, LIFE+
Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
National Fund for Environmental Protection and Water Management
Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi
Regional Fund for Environmental Protection and Water Management in Lodz



WFOŚiGW w Łodzi

KOORDYNACJA / COORDINATION

Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska,
Katedra Ekologii Stosowanej
University of Lodz, Faculty of Biology and Environmental Protection,
Department of Applied Ecology



Uniwersytet
ŁÓDZKI



WYDZIAŁ
BIOLOGII
i OCHRONY
ŚRODOWISKA



BENEFICJENCI / BENEFICIARIES

Miasto Łódź
The City of Lodz
Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji
Municipal Centre of Sport and Recreation
Łódzka Spółka Infrastrukturalna
Infrastructure Company in Lodz



KONTAKT / CONTACT

Katedra Ekologii Stosowanej
Department of Applied Ecology
ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź
tel.: 42 635 44 38, 635 45 30
fax: 42 665 58 19
www.kes.uni.lodz.pl
arturowek@biol.uni.lodz.pl

WSPÓŁPRACA NAUKOWA
SCIENTIFIC COOPERATION
Europejskie Regionalne
Centrum Ekohydrologii PAN
European Regional
Centre for Ecohydrology PAS
ul. Tylna 3, 90-364 Łódź
www.erce.unesco.lodz.pl



www.arturowek.pl



Organizacja Narodów
Zjednoczonych do Spraw
Oświaty, Nauki i Kultury



Europejskie Regionalne
Centrum Ekohydrologii
pod auspicjami UNESCO

