

# KONCEPCJA REKULTYWACJI STAWÓW STEFAŃSKIEGO I STAWÓW JANA W ŁODZI

opracowana w ramach projektu  
**EH-REK**

**EH-REK: Ekohydrologiczna rekultywacja  
zbiorników rekreacyjnych „Arturówek” (Łódź)  
jako modelowe podejście do rekultywacji  
zbiorników miejskich**

## **Autorzy:**

Tomasz Jurczak  
Zuzanna Oleksińska  
Zbigniew Kaczkowski  
Wojciech Frątczak  
Agnieszka Bednarek  
Iwona Wagner  
Maciej Zalewski



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

## KONCEPCJA REKULTYWACJI STAWÓW STEFAŃSKIEGO I STAWÓW JANA W ŁODZI opracowana w ramach projektu EH-REK

LIFE08 ENV/PL/000517

Finansowanie



WFOŚiGW w Łodzi

Koordinacja



Uniwersytet  
ŁÓDZKI



KATEDRA EKOLOGII STOSOWANEJ  
UNIWERSYTETU ŁÓDZKIEGO

Beneficjenci



2014

**Autorzy opracowania**

Tomasz Jurczak (Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Ekologii Stosowanej)  
Zuzanna Oleksińska (Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Ekologii Stosowanej)  
Zbigniew Kaczkowski (Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Ekologii Stosowanej)  
Wojciech Frątczak (Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie)  
Agnieszka Bednarek (Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Ekologii Stosowanej)  
Iwona Wagner (Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Ekologii Stosowanej; Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii Polskiej Akademii Nauk)  
Maciej Zalewski (Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Ekologii Stosowanej; Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii Polskiej Akademii Nauk)

**Zdjęcia**

Tomasz Jurczak

**Redakcja i korekta**

Zdzisław Gralka

**Projekt okładki**

Małgorzata Łapińska

Na okładce wykorzystano fotografię autorstwa Tomasza Jurczaka

Publikacja dofinansowana ze środków Komisji Europejskiej (LIFE08 ENV/PL/000517) oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie

Publikacja jest dystrybuowana bezpłatnie

© Copyright by Katedra Ekologii Stosowanej, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki, 2014

**Druk**

AGENT PR

## Spis treści

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Wstęp .....                                                                  | 5  |
| Podstawy opracowania koncepcji .....                                         | 6  |
| Projekt EH-REK .....                                                         | 9  |
| Projekt GEOWŁÓKNA .....                                                      | 12 |
| Analiza i propozycje działań rekultywacyjnych innych łódzkich zbiorników.... | 15 |
| Stawy Stefańskiego.....                                                      | 17 |
| Proponowane rozwiązania .....                                                | 21 |
| Stawy Jana.....                                                              | 24 |
| Proponowane rozwiązania .....                                                | 27 |
| Literatura .....                                                             | 31 |
| Spis rycin.....                                                              | 33 |
| Spis tabel .....                                                             | 34 |





## Wstęp

Ekosystemy wodne w obszarach zurbanizowanych są szczególnie podatne na zanieczyszczenia związane z presją człowieka na środowisko. Zwarta zabudowa miasta oraz duże uszczelnienie powierzchni terenu powodują, iż w trakcie opadów deszczu i roztopów zanieczyszczenia spłukiwane są z terenów jezdni, chodników, parkingów. Dalej są one transportowane systemem kanalizacji deszczowej do rzek i zbiorników retencyjnych, gdzie stają się problemem natury estetycznej i zdrowotnej. Jednym z najistotniejszych problemów jest przyspieszenie procesu eutrofizacji zbiorników, czego skutkiem są występujące w okresie lata zakwity glonów i sinic. Pojawienie się w zbiorniku sinic, mogących produkować toksyny, zmusza do wyłączenia go z użytkowania rekreacyjnego, ze względu na zagrożenie zdrowotne.

Inicjatywy dążące do minimalizacji skutków eutrofizacji w tradycyjnym ujęciu skupiały się na technicznym rozwiązaniu problemu, pomijając aspekty biologiczne i środowiskowe. Takie podejście, szeroko stosowane na świecie, nie sprawdziło się jednak i w wielu rekultywowanych ekosystemach degradacja postępuje. Utrzymanie wysokiej jakości wód zbiorników, na poziomie umożliwiającym ich rekreacyjne wykorzystanie, w połączeniu z funkcją odwadniania miasta staje się nie lada wyzwaniem dla właściwego zarządzania ekosystemami wodnymi w obszarach zurbanizowanych.

Celem tego opracowania jest stworzenie koncepcji rekultywacji najważniejszych łódzkich zbiorników rekreacyjnych w oparciu o dostępną wiedzę oraz wyniki projektów realizowanych przez Katedrę Ekologii Stosowanej UŁ, a w szczególności projektu EH-REK.

## Podstawy opracowania koncepcji

Katedra Ekologii Stosowanej Uniwersytetu Łódzkiego od wielu lat pracuje nad zagadnieniami związanymi z ochroną i zarządzaniem ekosystemami wodnymi w obszarach miejskich. W swoich badaniach skupia się na wykorzystaniu metod ekohydrologicznych (Zalewski 2008), to znaczy takich, które zakładają wzajemną regulację procesów biologicznych i procesów hydrologicznych w ekosystemach oraz łączenie rozwiązań biologicznych (m.in. tworzenia stref buforowych, biomanipulacji) z technicznymi sposobami poprawy jakości środowiska.

Pierwszym przykładem tego typu działań był projekt **SWITCH**<sup>1</sup> realizowany w latach 2006–2011 przez Uniwersytet Łódzki i Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii pod auspicjami UNESCO w Łodzi we współpracy z Urzędem Miasta Łodzi, który jako kluczowy partner w projekcie umożliwił testowanie i wdrażanie innowacyjnych rozwiązań ekohydrologicznych w praktyce (Gortat 2006; Waack-Zajac 2007; Wagner i in. [red.] 2008, 2009; Bergier i in. 2014). W ramach projektu opracowano koncepcję Błękitno-Zielonej Sieci Łodzi (Zalewski i in. 2012), która jest ideą łączącą oraz rozszerzającą dotychczasowe opracowania dotyczące elementów przyrodniczych i zielonych elementów architektonicznych Łodzi i regionu łódzkiego. Zakłada ona wykorzystanie istniejącego systemu rzek oraz obszarów zielonych miasta jako podstawy dla funkcjonalnej, ekonomicznej i logicznej organizacji przestrzeni. Korzyści płynące z funkcjonowania Błękitno-Zielonej Sieci w Łodzi to: pozytywny wpływ na jakość życia i zdrowie mieszkańców, poprawa jakości środowiska, a tym samym obniżenie kosztów jego zarządzania, a także poprawa bezpieczeństwa ekologicznego oraz publicznego i wzrost atrakcyjności miasta. Jej istotą i nowym elementem jest retencjonowanie doczyszczonych w wyniku zastosowania biotechnologii ekohydrologicznych wód opadowych, które stanowią cenny zasób dla Łodzi.

---

<sup>1</sup> Zrównoważone zasoby wodne dla miasta przyszłości (6FP EC, GOCE 018530).



Koncepcja Błękitno-Zielonej Sieci stała się motywacją do pracy nad rehabilitacją wchodzących w jej obszar rzek łódzkich. Jednym z takich działań jest projekt **EH-REK**<sup>2</sup>, realizowany we współpracy z UMŁ oraz Łódzką Spółką Infrastrukturalną. Projekt współfinansowany jest ze środków Komisji Europejskiej (Instrument Finansowy LIFE+), Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi.

Wiele rzek zasilających zbiorniki miejskie przepływa również przez tereny rolnicze i narażona jest tym samym na dopływ znacznych ilości substancji biogenicznych spłukiwanych z pól i upraw. Do opracowania koncepcji rekultywacji wykorzystano również wiedzę i doświadczenie pozyskane dzięki realizacji projektu badawczego, prowadzonego w systemach rolniczych – **GEOWŁÓKNA**<sup>3</sup> finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

---

<sup>2</sup> „Ekohydrologiczna rekultywacja zbiorników rekreacyjnych Arturówek (Łódź) jako modelowe podejście do rekultywacji zbiorników miejskich” (LIFE08 ENV/PL/000517).

<sup>3</sup> Opracowanie modelowych geowłókninowych, biodegradowalnych źródeł biologicznych do rekultywacji zanieczyszczeń azotowych i fosforowych w zagrożonych obszarach krajo-  
brazu rolniczego (14006106/2009).

## Projekt EH-REK

Celem realizowanego od roku 2010 projektu jest poprawa jakości wód w miejskich zbiornikach rekreacyjnych, a w szczególności eliminacja zakwitów sinicowych, poprzez zastosowanie nowatorskich rozwiązań z zakresu biotechnologii ekosystemowych i ekohydrologii. Miejszem demonstracyjnym projektu są zbiorniki rekreacyjne znajdujące się w Lesie Łagiewnickim, na terenie obiektu rekreacyjno-wypoczynkowego Arturówek. Testowane tu rozwiązania mogą być podstawą do stosowania ich na innych zdegradowanych zbiornikach.

Innowacyjny charakter projektu EH-REK polega na integracji tradycyjnych rozwiązań technicznych, takich jak podziemny system separatorów i osadników montowany na istniejących systemach kanalizacji deszczowej, z metodami biologicznymi tj. strefami roślinności wodnej wraz z barierami geochemicznymi, które redukują ładunki substancji biogenicznych i zawiesiny odprowadzanych z wodami opadowymi do zbiorników. Dodatkowo w czaszy zbiornika zastosowano zabiegi polegające na doborze właściwej struktury zespołu ryb, tworzeniu stref roślinności przybrzeżnej i wysp pływających (Jurczak i in. 2012). Podejście zintegrowane pozwala na stworzenie przyjaznych dla środowiska obiektów z jednej strony pełniących funkcje krajobrazowe (możliwość retencji wody w krajobrazie, zwiększenie różnorodności biologicznej), z drugiej zaś oczyszczające wody deszczowe zasilające zbiorniki.

Dla osiągnięcia wyznaczonego celu projektu zaproponowano trójstopniowe podejście obejmujące:

- 1) identyfikację zagrożeń zbiorników i szans na ich rehabilitację,
- 2) opracowanie i wdrożenie rozwiązań systemowych dla redukcji tych zagrożeń i maksymalizacji szans,
- 3) optymalizację wdrożonych rozwiązań systemowych i analizę ich efektywności.

W latach 2010–2011 w ramach projektu realizowane były prace mające na celu identyfikację źródeł zanieczyszczeń oraz określenie ich bilansu zlewniowego. Dane te posłużyły do przygotowania opracowania



pt. „Ekohydrologiczna rekultywacja zbiorników rekreacyjnych Arturówek (Łódź) jako modelowe podejście do rekultywacji zbiorników miejskich (EH-REK). Analiza zagrożeń i szans” (Jurczak i in. 2012) oraz stworzenia modelu obliczeniowego, który ma służyć m.in. urzędnikom i planistom jako narzędzie w zarządzaniu ekosystemami wodnymi w obszarach zurbanizowanych.



Ryc. 2. Proces ekohydrologicznej adaptacji czaszy zbiornika Arturówek Górny w Sekwencyjny System Sedymentacyjno-Biofiltracyjny jako jedno z działań wykonanych w ramach projektu EH-REK

W roku 2012 na podstawie opracowanej koncepcji rekultywacji zbiorników w Arturówku, wykonano projekt techniczny, przeprowadzono stosowne uzgodnienia i uzyskano odpowiednie pozwolenia.

W okresie od stycznia do czerwca 2013 roku na podstawie zgromadzonej dokumentacji realizowane były prace inwestycyjne obejmujące następujące zadania:

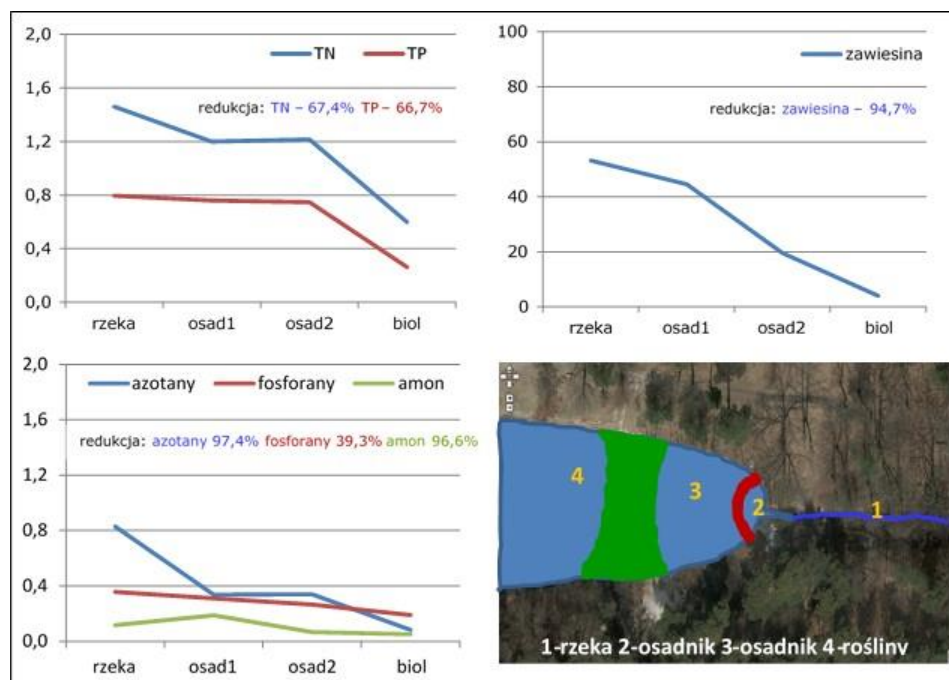
- Adaptację ekohydrologiczną dwóch zbiorników małej retencji zlokalizowanych powyżej zbiorników Arturówek,
- Konstrukcję Sekwencyjnego Systemu Sedymentacyjno-Biofiltracyjnego (SSSB) do przejmowania wód deszczowych z ulicy Wycieczkowej,
- Adaptację ekohydrologiczną czaszy zbiornika górnego Arturówek,



- Konstrukcja stref buforowych i mat roślinności pływającej,
- Usuwanie osadów dennych ze zbiornika dolnego i środkowego w Arturówku.

Po zakończonych pracach inwestycyjnych stacja sanitarno-epidemiologiczna w Łodzi dopuściła zbiornik w Arturówku do użytkowania rekreacyjnego.

Wstępne wyniki badań prowadzone w ramach projektu EH-REK w roku 2013 przez pracowników Katedry Ekologii Stosowanej UŁ wykazały, iż zastosowane rozwiązania skutecznie poprawiają jakość wody w zbiornikach w Arturówku i eliminują zakwity sinic.



Ryc. 3. Skuteczność Sekwencyjnego Systemu Sedymentacyjno-Biofiltracyjnego skonstruowanego na zbiorniku Arturówek Górny w redukcji substancji biogenicznych i zawiesiny [ $\text{mg dm}^{-3}$ ]

## Projekt GEOWŁÓKNA

Jednym z powodów eutrofizacji zbiorników miejskich jest dopływ substancji biogenicznych z położonych na obrzeżach miasta podzlewni rolniczych. Zastosowanie biotechnologii wykorzystujących proces denitryfikacji daje ogromne możliwości efektywnej ochrony wód gruntowych i zasilanych przez nie wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniami azotanowymi.

Opracowane przez Katedrę Ekologii Stosowanej złoża denitryfikacyjne charakteryzują się wysoką redukcją azotanów (Bednarek i in. 2010, 2014a, 2014b). Mogą stanowić rozwiązanie komplementarne dla stref buforowych, chroniąc wody powierzchniowe przed zanieczyszczeniami obszarowymi, przy czym ich stosowanie nie ingeruje w krajobraz. Dodatkowo są to rozwiązania trwałe. Wyniki badań wskazują, że bariery skutecznie minimalizują ilość zanieczyszczeń azotanowych przez okres, co najmniej, 15 lat.

W zlewniach zbiornika Czarnocin i Sulejowskiego (woj. łódzkie), przetestowano podziemne bariery denitryfikacyjne, na bazie różnych materiałów węglowych jak: paździerze lniane, słoma, trociny sosnowe, węgiel brunatny z wapnem ogrodniczym oraz ich mieszanek. Prowadzono także monitoring efektywności tych złóż.

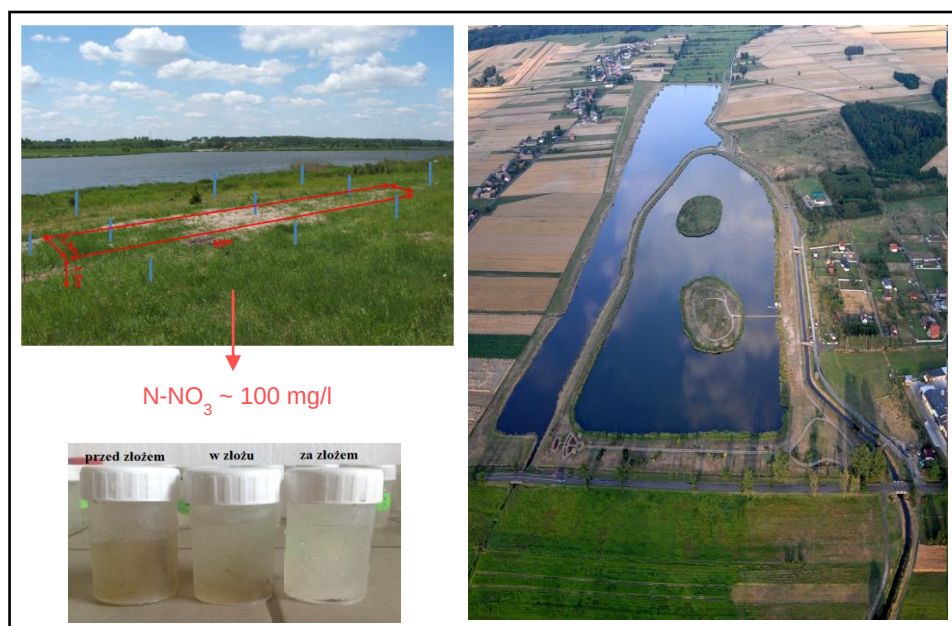
Badania sugerują, że najlepszy stosunek kosztów budowy bariery do jej skuteczności (redukcji azotanów na drodze denitryfikacji) ma miejsce przy zastosowaniu tej techniki bioremediacji do rekultywacji punktowych źródeł zanieczyszczeń. Średnie zanieczyszczenia azotanami emitowane ze źródeł punktowych (składowiska obornika) w badanym okresie mieściły się w zakresie od  $300 \text{ mg dm}^{-3}$  to  $1150 \text{ mg dm}^{-3}$ , natomiast ze źródeł obszarowych (nawożone pole) od  $50 \text{ mg dm}^{-3}$  to  $100 \text{ mg dm}^{-3}$ .

Tab. 1. Zestawienie danych dotyczących redukcji azotanów w różnych typach złóż denitryfikacyjnych

| Źródło zanieczyszczenia |                    | Materiał wsadowy                 | Średnia redukcja (%) | Najwyższe stężenie $\text{NO}_3^-$ ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) | Maksymalna redukcja (%) |
|-------------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Obszarowe               | pola uprawne       | paździerz lniany                 | 50                   | 68,9                                                       | 88,0                    |
|                         | gospodarstwo rolne | słoma owsiana i trociny sosnowe  | 22                   | 97,9                                                       | 58,9                    |
| Punktowe                | obornik (krowi)    | węgiel brunatny i kreda jeziorna | 75                   | 1153                                                       | 84,8                    |
|                         | obornik (krowi)    | paździerz lniany                 | 51                   | 339                                                        | 94,8                    |
|                         | obornik (świński)  | trociny sosnowe                  | 85                   | 361                                                        | 95,0                    |



Ryc. 4. Etapy konstrukcji złoża denitryfikacyjnego do rekultywacji punktowych źródeł zanieczyszczeń



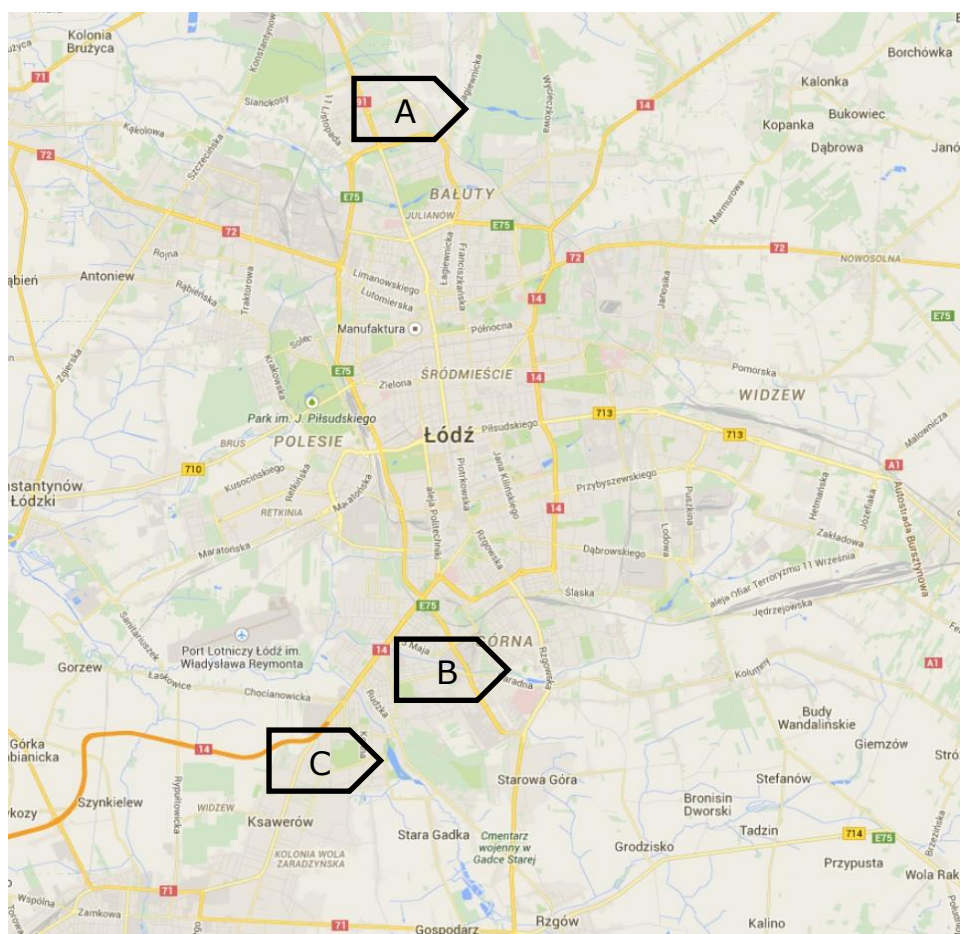
Ryc. 5. Złoże denitryfikacyjne do rekultywacji obszarowych źródeł zanieczyszczeń (Zbiornik Czarnocin)

## **Analiza i propozycje działań rekultywacyjnych innych łódzkich zbiorników**

Ograniczona dostępność miejsc rekreacyjnych w Łodzi powoduje, iż obszary takie jak Arturówek są miejscem cennym dla jej mieszkańców. Dostęp do dobrej jakości wody jest więc priorytetem w zarządzaniu i prawidłowym funkcjonowaniu tych ekosystemów. Wiedza i doświadczenie pozyskane w ramach realizowanych projektów została wykorzystana do opracowania koncepcji rekultywacji innych zbiorników rekreacyjnych, stanowiących elementy Błękitno-Zielonej Sieci Łodzi. Ze względu na ich znaczenie, szczegółową koncepcją objęto zbiorniki Stawy Jana i Stawy Stefańskiego, które podobnie jak zbiorniki Arturówek, są miejscem wypoczynku i aktywności fizycznej wielu Łodzian. Ich stosunkowo mała pojemność i długi czas retencji wody sprzyjają powstawaniu zakwitów glonów i sinic, które są obserwowane na tych zbiornikach już od kilku lat.

Celem niniejszego opracowania jest zwrócenie uwagi na problemy stanowiące zagrożenie dla funkcjonowania obu akwenów oraz zaproponowanie działań ochronnych (ograniczających dopływ zanieczyszczeń) i rekultywacyjnych (przywracających naturalny charakter ekosystemów) poprawiających jakość wody. Ponadto zaproponowano działania wspomagające długotrwałe utrzymanie osiągniętych efektów.





Ryc. 6. Lokalizacja zbiorników rekreacyjnych na mapie Miasta Łodzi (Dane mapy © 2015 Google). A – Arturówek; B – Stawy Jana; C – Stawy Stefańskiego

## Stawy Stefańskiego

Stawy Stefańskiego stanowią dwa połączone ze sobą zbiorniki: główny (SS) służący jako kąpielisko i mniejszy zbiornik górny (SO) będący osadnikiem oraz zbiornikiem wędkarskim. Stawy położone są w południowej-zachodniej części Łodzi, ograniczone od wschodu ulicą Patriotyczną, od zachodu ulicą Rudzką, od północy ulicą Farną, zaś od południa ulicą Zastawną.

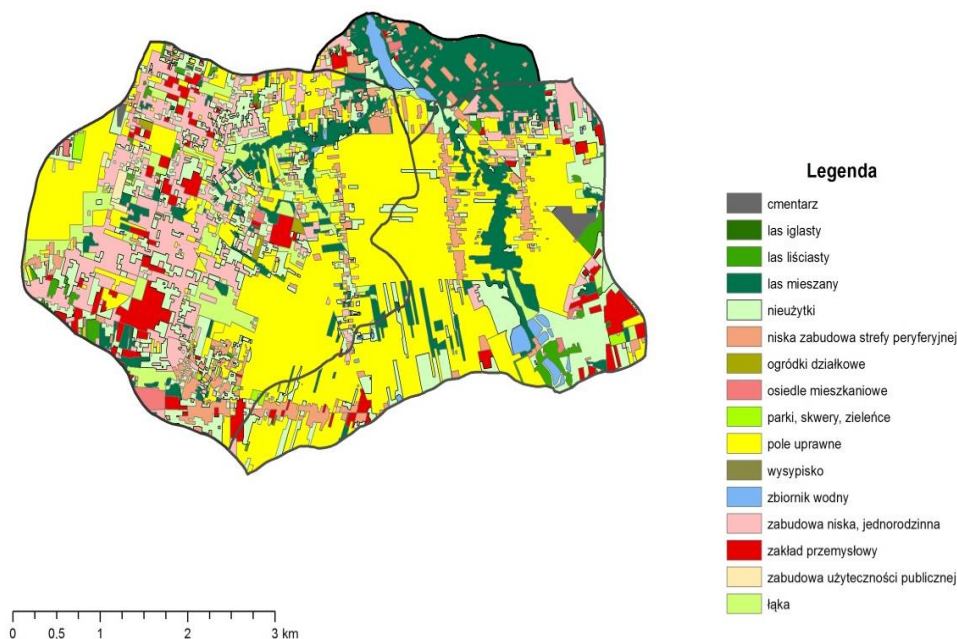
Tab. 2. Podstawowe parametry zbiorników Stawy Stefańskiego

|    | Powierzchnia<br>[ha] | Pojemność<br>[m <sup>3</sup> ] | Średnia głębokość<br>[m] |
|----|----------------------|--------------------------------|--------------------------|
| SS | 11,5                 | 200 000                        | 1,74                     |
| SO | 1,85                 | 32 000                         | 1,73                     |

Stawy zasilane są przez dwie rzeki: Ner dopływający do osadnika oraz Gadkę wpływającą bezpośrednio do zbiornika głównego. Zbiornik powstał w okresie międzywojennym, w wyniku spiętrzenia wód Neru za pomocą zapory czołowej. Budowle wchodzące w skład zbiornika zostały wyremontowane w roku 1995. W okresie jesiennym zbiornik jest częściowo opróżniany, natomiast wiosną (marzec–kwiecień) ponownie napełniany wodą (Urząd Wojewódzki w Łodzi, 1995).

Wody dopływające do zbiorników pochodzą z trzech zlewni: bezpośredniej zlewni stawów, zlewni rzeki Gadki i zlewni Neru, o łącznej powierzchni 2385 ha. Od północy zbiorniki otaczają lasy oraz, w mniejszym stopniu, osiedla mieszkaniowe. Od południa rzeki przepływają przez tereny rolnicze oraz wieś Ksawerów (Gadka) i miasto Rzgów (Ner).



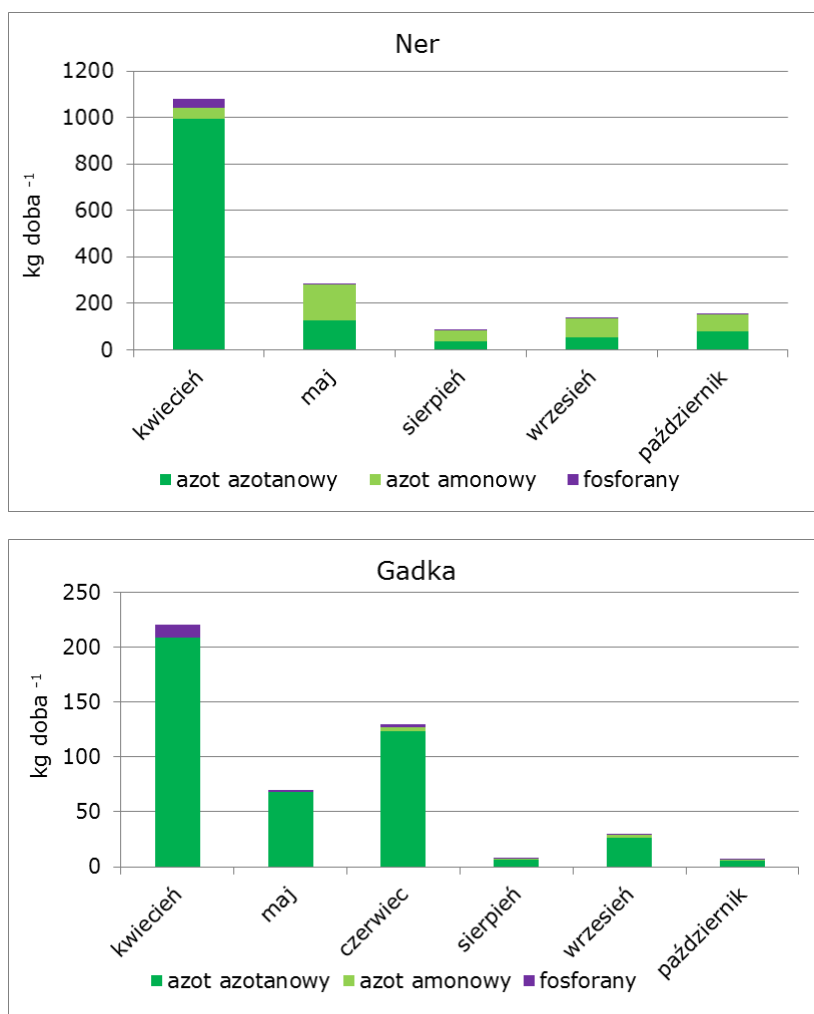


Ryc. 7. Zagospodarowanie zlewni Stawów Stefańskiego w Łodzi (pola uprawne i ogrodnictwa 38,45%, tereny zielone 36,11%, tereny zabudowane 18,42%, zabudowa przemysłowa 5,02%, zbiorniki 1,4%, tereny luźnej zabudowy 0,6%) (Z. Oleksińska)

Ner jest największą rzeką, która przepływa, i której źródła znajdują się w Łodzi. Na obszarze miasta podzielona jest na dwa fragmenty. Pierwszy mierzący około 11 km stanowi odcinek źródłowy, zaś drugi mający długość 11,5 km wpływa do Łodzi na wysokości Parku 1-maja, w którym znajdują się badane zbiorniki. W Stawach Stefańskiego Ner łączy się z rzeką Gdanką.

Obszar źródłowy Gdanki znajduje się na terenie gminy Pabianice. Jej zlewnia o powierzchni 1200 ha znajduje się na obszarze trzech jednostek administracyjnych: m. Pabianice, gm. Pabianice i m. Łódź. W granicach Łodzi rzeka przepływa przez teren dzielnicy Górna ma długości 1300 m. Koryto rzeki jest nieuregulowane (Założenia polityki ekologicznej Miasta Łodzi; Urząd Miasta Łodzi, Wydział Ochrony Środowiska; Jan Dielh; Łódź, 1999).

Pomimo redukcji ładunku zanieczyszczeń w rzekach spowodowanej przez upadek przemysłu jakość wód we wszystkich ciekach w obrębie Łodzi nie spełnia wymagań III klasy czystości (Liszewski 2001).

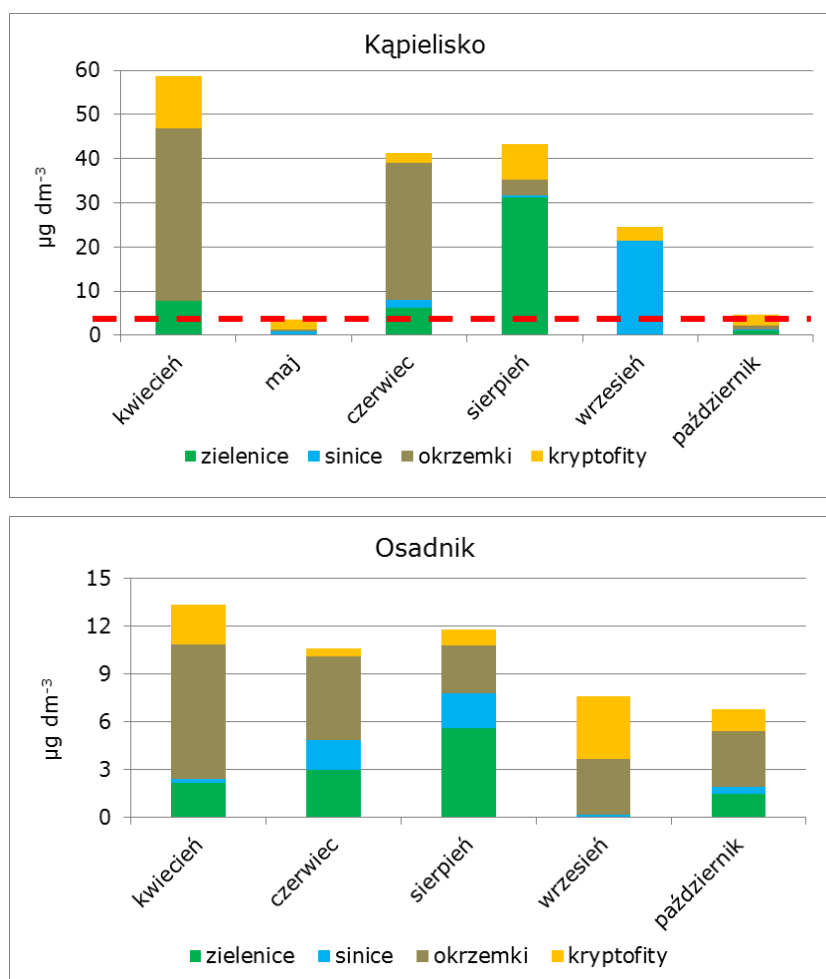


Ryc. 8. Średnie dobowe dopływy jonów azotanowych, amonowych i fosforanowych z wodami rzek Ner i Gadka w latach 2012–2013. Uwaga! Pojedynczy pomiar kwietniowy obrazuje stężenie substancji dopływających do zbiornika z wodami roztopowymi

Tab. 3. Porównanie średniego stężenia jonów [mg dm<sup>-3</sup>] azotanowych, amonowych i fosforanowych i średniego przepływu [m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>] w rzekach Ner i Gadka w latach 2012–2013

| Średnie stężenie jonów | N–NO <sub>3</sub> | N–NH <sub>4</sub> | P–PO <sub>3</sub> | Średni przepływ |
|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Ner                    | 5,54              | 2,68              | 0,64              | 0,260           |
| Gadka                  | 48,81             | 1,17              | 1,26              | 0,025           |

Każdego roku zbiornik kąpieliskowy jest wyłączany z użytku w okresie letnim z uwagi na pojawiające się zakwity glonów. Na podstawie badań mikroskopowych i fluorymetrycznego badania zawartości chlorofilu *a* wykazano występowanie potencjalnie toksycznych gatunków sinic z rodzajów *Microcystis*, *Aphanizomenon* i *Anabaena* w obu zbiornikach.

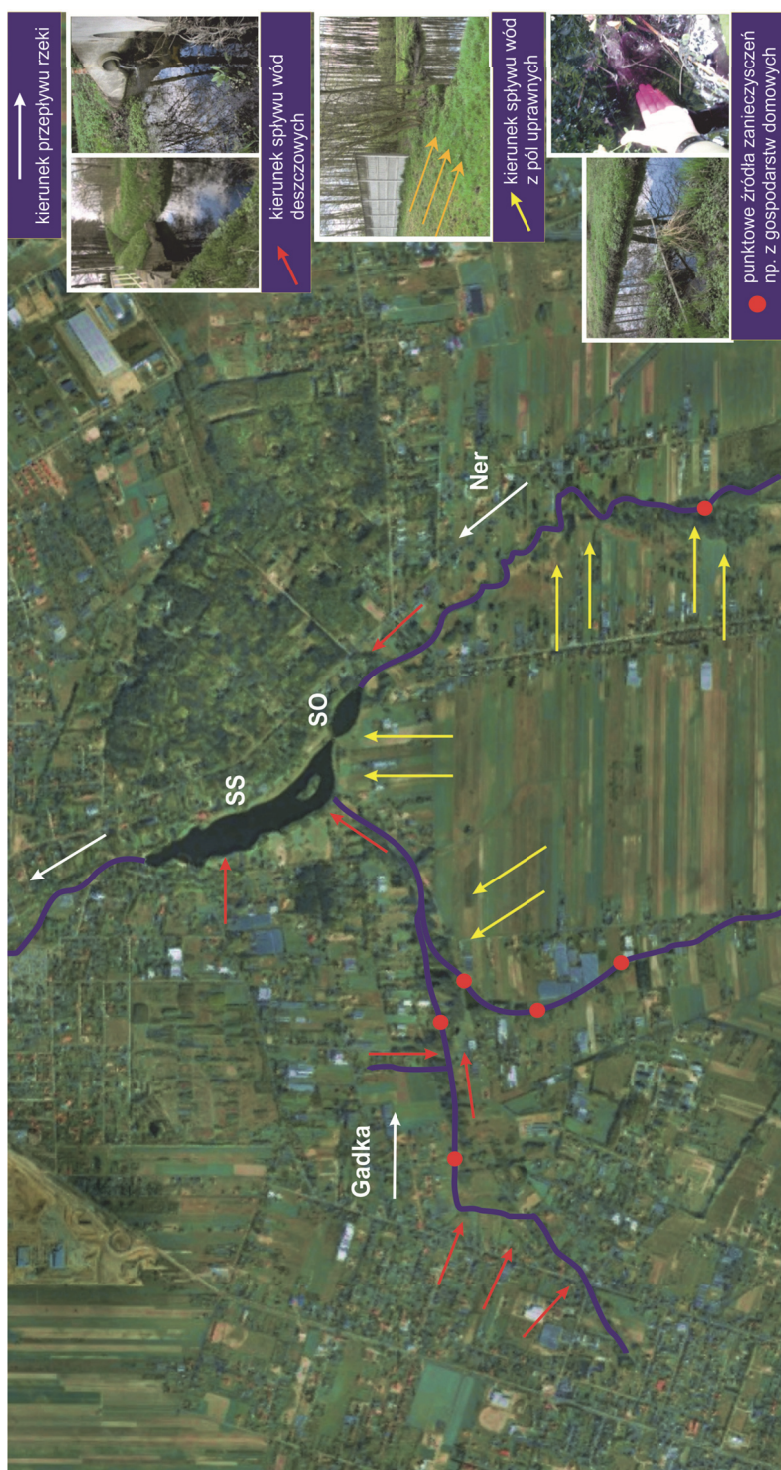


Ryc. 9. Średnie stężenie chlorofilu *a* [ $\mu\text{g dm}^{-3}$ ] w latach 2012–2013 w zbiornikach Stawy Stefańskiego. Czerwoną linią zaznaczono stężenie chlorofilu *a* ( $20 \mu\text{g dm}^{-3}$ ), powyżej którego przyjmuje się występowanie zakwitu

## Proponowane rozwiązania

W oparciu o wykonaną „Analizę porównawczą zbiorników Stawy Jana i Stawy Stefańskiego pod kątem ich rekultywacji” (Tarka 2014) oraz dostępne materiały i wyniki badań zaproponowano w ramach koncepcji rozwiązania dla zbiorników Stawy Stefańskiego w Łodzi obejmujące następujące działania:

- 1) usunięcie wszelkich wlotów wód deszczowych i systemów kanalizacyjnych do czaszy zbiornika,
- 2) odmulenie zbiornika i podjęcie działań ograniczających ewentualny proces zasilania wewnętrznego,
- 3) przekształcenie czaszy SO w Sekwencyjny System Sedymentacyjno-Biofiltracyjny,
- 4) konstrukcja Sekwencyjnego Systemu Sedymentacyjno-Biofiltracyjnego do dopływie rzeki Gadki do zbiornika Stawy Stefańskiego,
- 5) optymalizacja struktury biologicznej w zbiorniku poprzez zabiegi biomanipulacyjne,
- 6) konstrukcja ścian denitryfikacyjnych w miejscach bezpośredniego kontaktu rzek z terenami upraw rolniczych i ogrodniczych,
- 7) konstrukcja stref buforowych roślinności w miejscach bezpośredniego kontaktu rzek z terenami upraw rolniczych i ogrodniczych,
- 8) wyznaczenie miejsc dokarmiania ptactwa wodnego poza obszarami zbiorników.



Ryc. 10. Lokalizacja punktowych i obszarowych źródeł zanieczyszczeń Stawów Stefańskiego



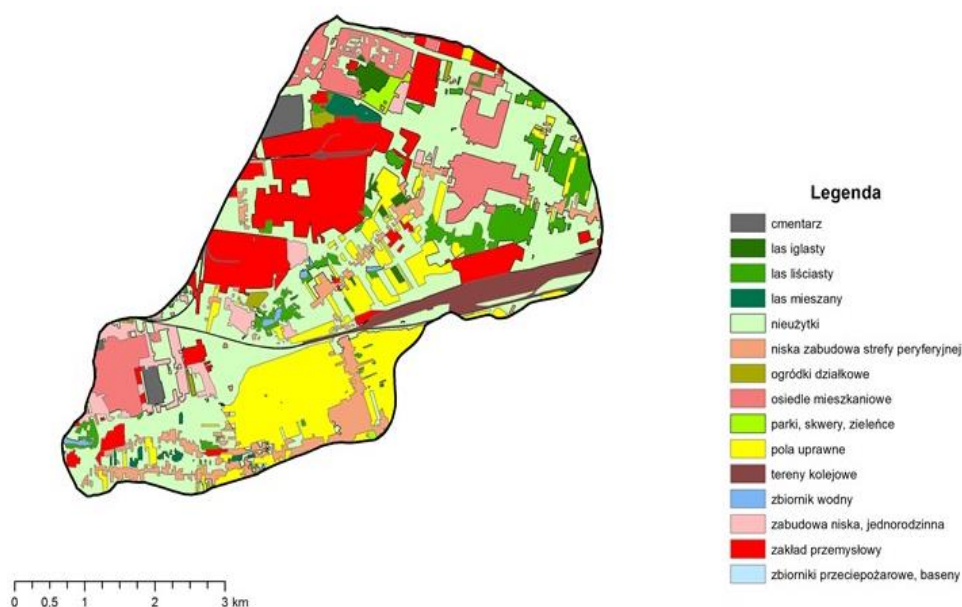


Ryc. 11. Proponowana lokalizacja Sekwencyjnych Systemów Sedymentacyjno-Biofiltracyjnych oraz złóż denitryfikacyjnych



## Stawy Jana

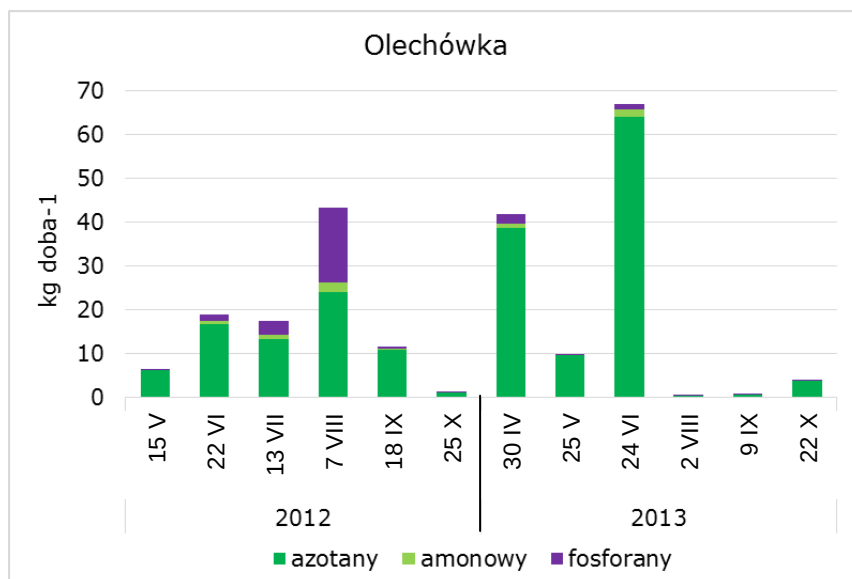
Zbiornik Stawy Jana położony jest w południowej części Łodzi przy ulicy Rzgowskiej. Jego pojemność to ok. 44500 m<sup>3</sup>, natomiast powierzchnia wynosi ok. 4,3 ha. Zasilają go wody niewielkiej rzeki Olechówki. Zbiornik powstał w wyniku spiętrzenia jej wód za pomocą zapory czołowej. Podobnie jak Stawy Stefańskiego budowle wchodzące w skład zbiornika zostały wyremontowane w roku 1995. W tym okresie dokonano również oczyszczenia zbiornika poprzez usunięcie osadów dennych.



Ryc. 12. Zagospodarowanie zlewni Stawów Jana w Łodzi (tereny zielone 38,07% tereny zabudowane 22,34% zabudowa ciężka 20,43% pola uprawne i ogrodnictwa 16,61% tereny luźnej zabudowy 2,18%, zbiorniki 0,38%) (Z. Oleksińska)

W okresie jesiennym zbiornik jest opróżniany, natomiast wiosną ponownie spiętrza się wody rzeki Olechówki, w celu wypełnienia go wodą (Urząd Wojewódzki w Łodzi 1996). Zlewnie bezpośrednią zbiornika stanowią: obszary zieleni miejskiej od południa, natomiast od strony wschodniej, zachodniej i północnej przeważa zabudowa handlowo-usługowa oraz obiekty użyteczności publicznej. W bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika znajduje się silnie rozwinięta infrastruktura drogowa (skrzyżowanie ulicy Rzgowskiej z ulicą Paradną).

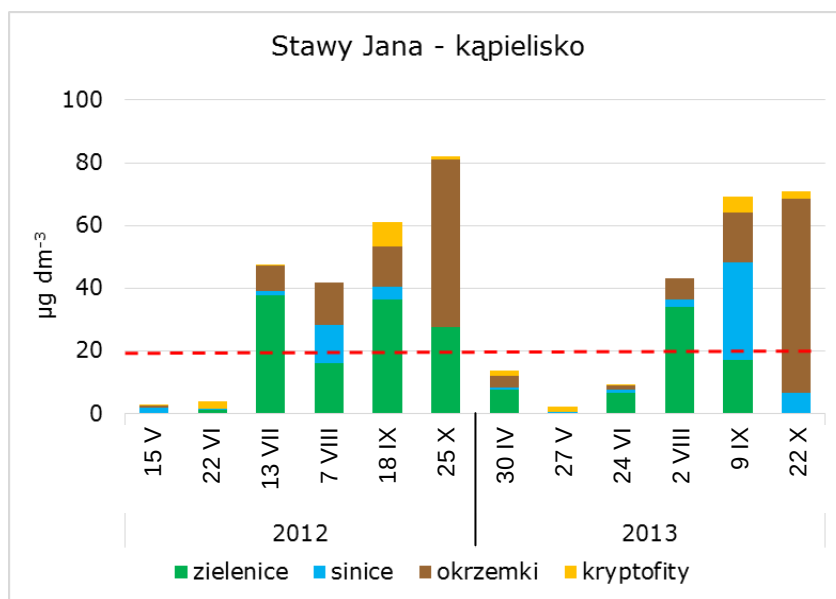
Olechówka jest niewielką rzeką o długości ok. 12,5 km. Cały ciek wodny jest skanalizowany i znajduje się w granicach administracyjnych Łodzi (Bieżanowski 2003). Obszar źródłowy rzeki znajdują się w Parku „U Źródeł Olechówki”. W górnym biegu zlewnia zagospodarowana jest polami uprawnymi i terenami zieleni miejskiej oraz w niewielkim stopniu osiedłami mieszkaniowymi z zabudową jednorodzinną. Począwszy od ulicy Rzgowskiej i dalej poniżej zbiornika Stawy Jana, zlewnia rzeki ma charakter typowo miejski, włączając w to osiedla mieszkaniowe, infrastrukturę drogową, obiekty użyteczności publicznej oraz zakłady przemysłowe. Na podstawie obserwacji terenowych poniżej zbiornika stwierdzono liczne punktowe źródła zanieczyszczeń w postaci wylotów kanalizacji burzowej bezpośrednio do rzeki.



Ryc. 13. Dobowe dopływy jonów azotanowych, amonowych i fosforanowych z wodami rzeki Olechówka w latach 2012–2013. (Por. Ryc. 6)

Średnie stężenia jonów ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) w rzece Olechówka w latach 2012–2013 wynosiło:  $\text{N-NO}_3 = 2,612$ ,  $\text{N-NH}_4 = 0,054$  oraz  $\text{P-PO}_3 = 0,180$ , przy średnim przepływie wynoszącym  $0,11 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .

Pomimo znacznie niższego ładunku substancji biogenicznych dopływających do zbiornika Stawy Jana, w porównaniu z ładunkami wprowadzanymi do Stawów Stefańskiego, w zbiorniku obserwowane są zakwity glonów. Zbiornik jest w tym czasie wyłączany z rekreacyjnego użytkowania.



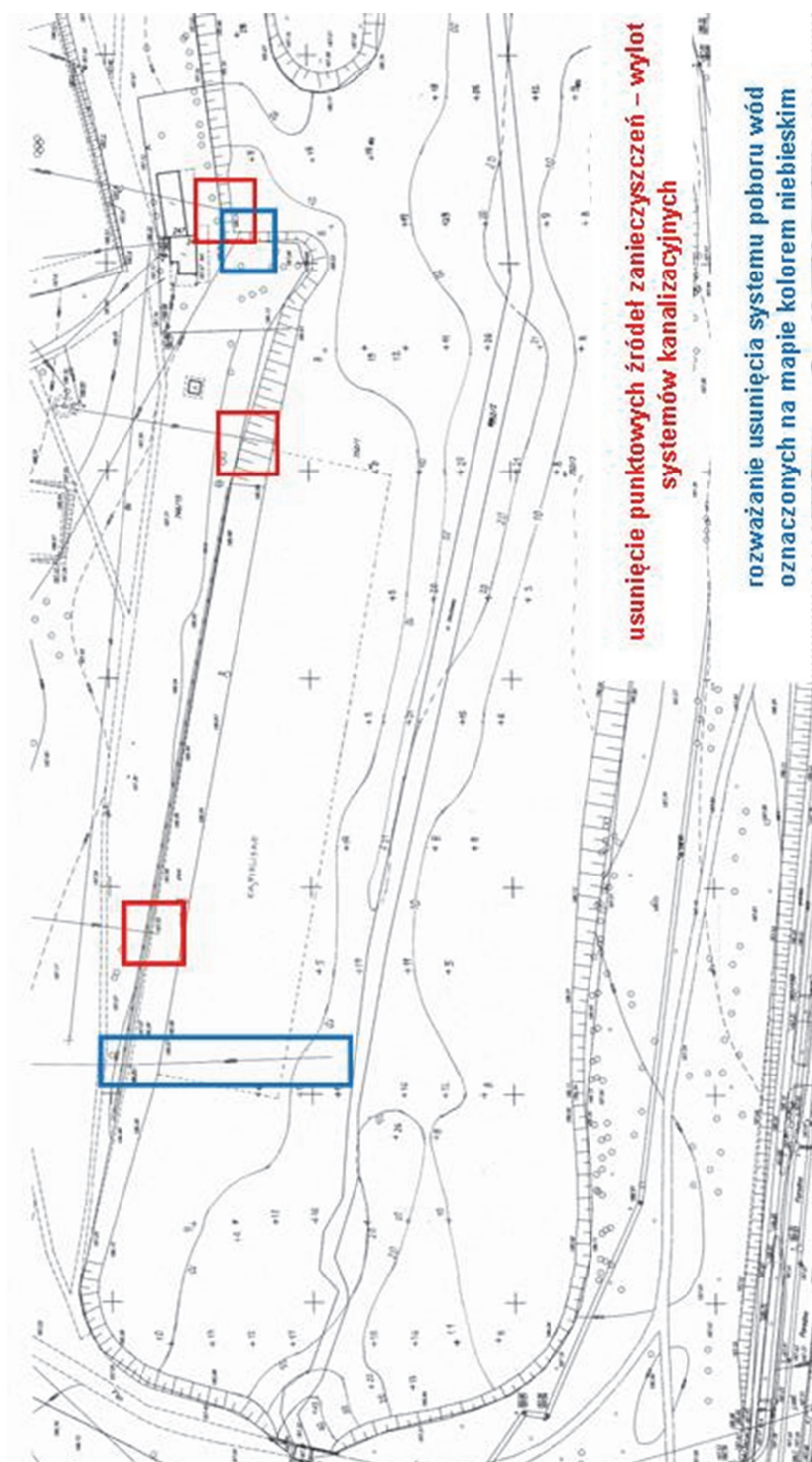
Ryc. 14. Średnie stężenie chlorofilu a [ $\mu\text{g dm}^{-3}$ ] w latach 2012–2013 w zbiorniku Stawy Jana. Czerwoną linią zaznaczono stężenie chlorofilu a ( $20 \mu\text{g dm}^{-3}$ ), powyżej którego przyjmuje się występowanie zakwitu

## Proponowane rozwiązania

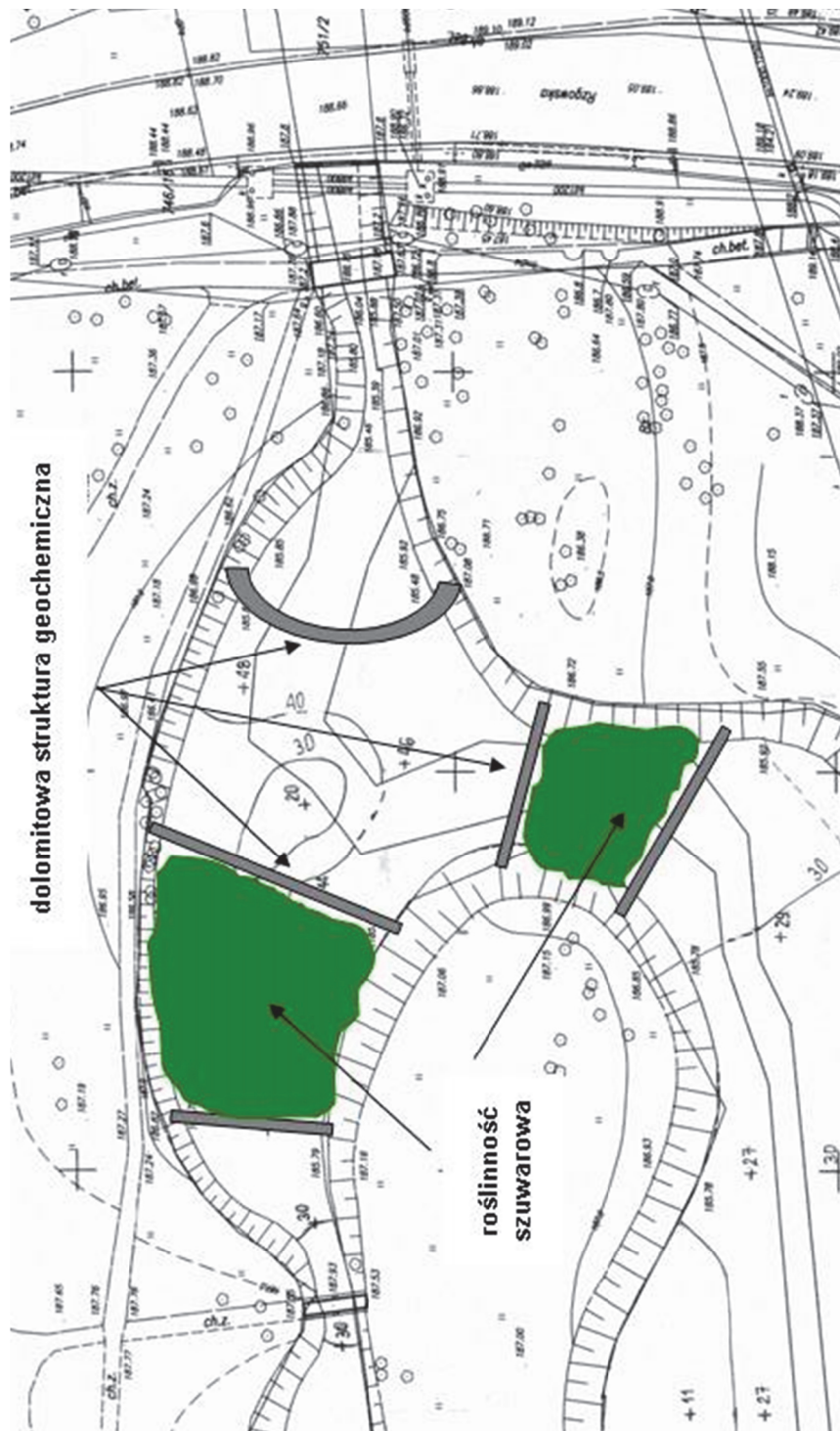
W oparciu o wykonaną „Analizę porównawczą zbiorników Stawy Jana i Stawy Stefańskiego pod kątem ich rekultywacji” (Tarka 2014) oraz dostępne materiały i wyniki badań zaproponowano koncepcyjne rozwiązania dla zbiorników Stawy Jana w Łodzi obejmujące następujące działania:

- usunięcie wszelkich wlotów wód deszczowych i systemów kanalizacyjnych do czaszy zbiornika,
- odmulenie zbiornika i podjęcie działań ograniczających proces zasilania wewnętrznego,
- konstrukcja Sekwencyjnego Systemu Sedymentacyjno-Biofiltracyjnego (SSSB) w górnej części zbiornika na wlocie wód rzeki Olechówki do akwenu,
- optymalizacja struktury biologicznej w zbiorniku,
- przywrócenie naturalnego charakteru koryta rzeki Olechówki powyżej zbiornika Stawy Jana,
- wyznaczenie miejsc dokarmiania ptactwa wodnego poza obszarem zbiornika.

Koncepcja ta wraz z dokumentacją projektową wykonaną na zlecenie MOSiR w Łodzi oraz wszelkimi uzgodnieniami i pozwoleniami stanowi dokumentację na podstawie, której możliwe jest skuteczne wykonanie rekultywacji akwenu. Prace te mogą zostać zrealizowane wraz z pracami konserwacyjnymi zbiornik wodny Stawy Jana w Łodzi, zgodnie z dokumentacją opracowaną na zlecenie MOSiR w marcu 2014 roku.

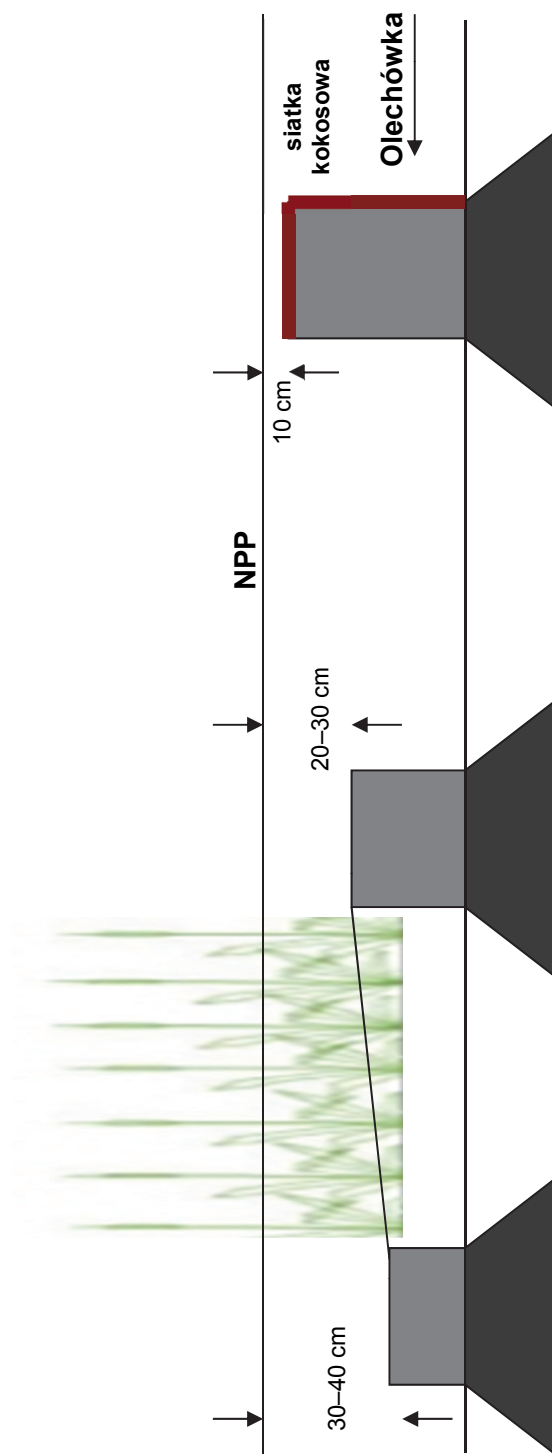


Ryc. 15. Proponowane podstawowe zabiegi rekultywacyjne dla Stawów Jana towarzyszące bagrowaniu zbiornika



Ryc. 16. Koncepcja konstrukcji SSSB w górnej części czasy zbiornika Stawy Jana





Ryc. 17. Schemat SSSB projektowanego dla zbiornika Stawy Jana

## Literatura

- Bednarek A., Zalewski M., Mankiewicz-Boczek J., 2014, *Denitrification ditches as a bioremediation tool for the removal of the nitrogen pollution and protection of groundwater in rural area*, [w:] J. Skowronek [ed.], *Innovative solutions for revitalisation of degraded areas* (pol. *Innowacyjne rozwiązania rewitalizacji terenów zdegradowanych*), p. 223–231.
- Bednarek A., Szklarek S., Zalewski M., 2014, *Nitrogen pollution removal from area of intensive farming – comparison of various denitrification biotechnologies*, "Ecohydrology & Hydrobiology" 14, p. 132–141.
- Bednarek A., Stolarska M., Ubraniak M., Zalewski M., 2010, *Application of permeable reactive barrier for reduction of nitrogen load in the agricultural areas – preliminary results*, "Ecohydrology & Hydrobiology" 10, No. 2–4, 355–362.
- Bergier T., Kronenberg J., Wagner I., 2014, *Woda w mieście. Zrównoważony Rozwój – Zastosowania*, Nr 5/2014; <http://www.sendzimir.org.pl/magazyn5>.
- Bieżanowski W., 2003, *Łódka i inne rzeki łódzkie*, Wydawnictwo Towarzystwo Opieki nad Zabytkami w Łodzi, Zora, wyd. II, Łódź.
- Dielh J., 1999, *Założenia polityki ekologicznej Miasta Łodzi*, Urząd Miasta Łodzi, Wydział Ochrony Środowiska, Łódź.
- Gortat B., 2006, *Reanimacja konieczna – powrót rzeki Sokołówki*, „Kronika Miasta Łodzi” 4, [www.uml.lodz.pl/img/kronika/KML2006\\_4\\_5.rtf](http://www.uml.lodz.pl/img/kronika/KML2006_4_5.rtf).
- Jurczak T., Szczepańska A., Izydorczyk K., Zalewski M., 2007, *Możliwość zastosowania ekohydrologii w celu redukcji zakwitów w zbiornikach wodnych na terenie miasta Łodzi*, [w:] K. Gwoździński (red.), *Bory Tucholskie i inne obszary leśne. Ochrona, monitoring, edukacja*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Jurczak T., Wagner I., Zalewski M., 2012, *Ekohydrologiczna rekultywacja zbiorników rekreacyjnych Arturówek (Łódź) jako modelowe podejście do rekultywacji zbiorników miejskich (EH-REK). Analiza zagrożeń i szans*, Katedra Ekologii Stosowanej, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki.
- Liszewski S., 2001, *Atlas Miasta Łodzi*, Urząd Miasta Łodzi, Wydział Geodezji i Kartografii, Łódź.
- Tarka R., 2014, *Analiza porównawcza zbiorników Stawy Jana i Stawy Stefańskiego pod kątem ich rekultywacji*, Praca magisterska wykonana w Katedrze Ekologii Stosowanej UŁ, czerwiec.
- Tusiński J., 2014, *Konserwacja zbiornika wodnego Stawy Jana w Łodzi polegająca na usunięciu namułu z dna, naprawie bystrotoku i umocnień brzegowych oraz zabezpieczeniu antykorozyjnym elementów stalowych*, Poddębice, marzec.

- Urząd wojewódzki w Łodzi, 1996, Decyzja numer OS.IVA.6210/2/0-1b/43/96, Łódź 1996-05-07.
- Urząd Wojewódzki w Łodzi, 1995.
- Waack-Zajac A., 2007, *Łódzkie rzeki i ich renaturyzacja*, „Przegląd Komunalny” 5, [www.komunalny.pl/cik/index.php?r=artykul&id=7370](http://www.komunalny.pl/cik/index.php?r=artykul&id=7370).
- Wagner I., Marshalek J., Breil P. (red.), 2008, *Aquatic habitats in sustainable urban water management: Science, policy and practice*, Taylor and Francis/Balkema, Leiden.
- Wagner I., Zalewski M., 2009, *Ecohydrology as a basis or the sustainable city strategic planning: Focus on Lodz, Poland*, “Reviews in Environmental Science and Biotechnology” 8, p. 209–217 (DOI 10.1007/s11157-009-9169-8).
- Zalewski M., 2008, *Ecohydrology – framework for implementation of ecological biotechnologies in integrated water resources management (IRWM)*, Folia Geographica series Geographica-Physica XXXIX: 53–62.
- Zalewski M., Wagner I., Frątczak W., Mankiewicz-Boczek J., Parniewski P., 2012, *Blue-Green City for compensating global climate change*, “The Parliament Magazine” 350, 11 June, p. 2–3; <http://www.theparliament.com/digimag/issue350> [dostęp 10.12.2014].

## Spis rycin

|          |                                                                                                                                                                                      |    |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ryc. 1.  | Koncepcyjna mapa Błękitno-Zielonej Sieci Miasta Łódź .....                                                                                                                           | 7  |
| Ryc. 2.  | Proces ekohydrologicznej adaptacji czaszy zbiornika Arturówek Górny w Sekwencyjny System Sedymentacyjno-Biofiltracyjny jako jedno z działań wykonanych w ramach projektu EH-REK..... | 10 |
| Ryc. 3.  | Skuteczność Sekwencyjnego Systemu Sedymentacyjno-Biofiltracyjnego skonstruowanego na zbiorniku Arturówek Górny w redukcji substancji biogenicznych i zawiesiny .....                 | 11 |
| Ryc. 4.  | Etapy konstrukcji złoża denitryfikacyjnego do rekultywacji punktowych źródeł zanieczyszczeń.....                                                                                     | 13 |
| Ryc. 5.  | Złoże denitryfikacyjne do rekultywacji obszarowych źródeł zanieczyszczeń (Zbiornik Czarnocin) .....                                                                                  | 14 |
| Ryc. 6.  | Lokalizacja zbiorników rekreacyjnych na mapie Miasta Łodzi .....                                                                                                                     | 16 |
| Ryc. 7.  | Zagospodarowanie zlewni Stawów Stefańskiego w Łodzi .....                                                                                                                            | 18 |
| Ryc. 8.  | Średnie dobowe dopływy jonów azotanowych, amonowych i fosforanowych z wodami rzek Ner i Gdka w latach 2012–2013.....                                                                 | 19 |
| Ryc. 9.  | Średnie stężenie chlorofilu $a$ [ $\mu\text{g dm}^{-3}$ ] w latach 2012–2013 w zbiornikach Stawy Stefańskiego .....                                                                  | 20 |
| Ryc. 10. | Lokalizacja punktowych i obszarowych źródeł zanieczyszczeń Stawów Stefańskiego .....                                                                                                 | 22 |
| Ryc. 11. | Proponowana lokalizacja Sekwencyjnych Systemów Sedymentacyjno-Biofiltracyjnych oraz złoż denitryfikacyjnych .....                                                                    | 23 |
| Ryc. 12. | Zagospodarowanie zlewni Stawów Jana w Łodzi .....                                                                                                                                    | 24 |
| Ryc. 13. | Dobowe dopływy jonów azotanowych, amonowych i fosforanowych z wodami rzeki Olechówka w latach 2012–2013 .....                                                                        | 25 |
| Ryc. 14. | Średnie stężenie chlorofilu $a$ [ $\mu\text{g dm}^{-3}$ ] w latach 2012–2013 w zbiorniku Stawy Jana .....                                                                            | 26 |
| Ryc. 15. | Proponowane podstawowe zabiegi rekultywacyjne dla Stawów Jana towarzyszące bagrowaniu zbiornika .....                                                                                | 28 |
| Ryc. 16. | Koncepcja konstrukcji SSSB w górnej części czaszy zbiornika Stawy Jana .....                                                                                                         | 29 |
| Ryc. 17. | Schemat SSSB projektowanego dla zbiornika Stawy Jana .....                                                                                                                           | 30 |

## Spis tabel

|                                                                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tab. 1. Zestawienie danych dotyczących redukcji azotanów w różnych typach źródeł denitryfikacyjnych .....                                                                                                 | 13 |
| Tab. 2. Podstawowe parametry zbiorników Stawy Stefańskiego .....                                                                                                                                          | 17 |
| Tab. 3. Porównanie średniego stężenia jonów $[\text{mg dm}^{-3}]$ azotanowych, amonowych i fosforanowych i średniego przepływu $[\text{m}^3 \text{s}^{-1}]$ w rzekach Ner i Gadka w latach 2012–2013..... | 19 |



Uniwersytet  
**ŁÓDZKI**



WYDZIAŁ  
BIOLOGII  
i OCHRONY  
ŚRODOWISKA



KATEDRA EKOLOGII STOSOWANEJ  
UNIWERSYTETU ŁÓDZKIEGO



ŁÓDZKA  
SPÓŁKA  
INFRASTRUKTURALNA

**UNIWERSYTET ŁÓDZKI**  
**WYDZIAŁ BIOLOGII I OCHRONY**  
**ŚRODOWISKA**  
**Katedra Ekologii Stosowanej (KES)**

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](http://www.kes.uni.lodz.pl)

email: [arturowek@biol.uni.lodz.pl](mailto:arturowek@biol.uni.lodz.pl)

[www.arturowek.pl](http://www.arturowek.pl)

