

# Użytkowe i estetyczne walory oczyszczalni hydrofitowych

Ewa Bursztia-Adamiak, Magdalena Kęszycka, Bogumiła Ryglewska

Usable and Aesthetical Amenities of Wetlands

## Wstęp

### Introduction

Aktualnie przy zagospodarowaniu i oczyszczaniu wód opadowych oraz wód dołowych odprowadzanych z różnych terenów nadrzędną potrzebą staje się usunięcie zawieszin organicznych i mineralnych, które są dominującym składnikiem ładunku zanieczyszczeń. Wody te charakteryzują się dużą zmiennością zawartości zawieszin uzależnioną m.in. od stopnia zanieczyszczenia atmosfery, rodzaju powierzchni, po której spływają i szybkości spływu oraz rodzaju zagospodarowania pobliskiego terenu itd. Liczne badania wykazują, że zawartość zawiesziny w wodach opadowych w zależności od rodzaju zlewni waha się w granicach od 2 do nawet 7000 mg/l [10]. Niekontrolowany dopływ do wód powierzchniowych spływów z dużą zawartością zawieszin mineralnych i organicznych prowadzi do wytrącania się osadów na dnie odbiornika, co może powodować zamulanie koryta rzecznego i w konsekwencji jego wypłylenie.

Stosowane do tej pory tradycyjne metody oczyszczania wód oparte na procesach mechanicznych (osadniki współpracujące z separatorami, piaskowniki, oddzielacze wirowe itp.), nie zawsze rozwiązują problemy związane z zanieczyszczeniem środowiska, a konieczność usuwania awarii wynikających z częstych zanieczyszczeń eksploatacyjno-serwisowych

dodatkowo podraża koszty eksploatacji tych urządzeń.

Alternatywnym rozwiązaniem do oczyszczania wód i spływów opadowych oraz wód dołowych mogą być biosystemy, w których oczyszczanie odbywa się dzięki biologicznej aktywności odpowiednio dobranych roślin z gatunków wodnych i wodolubnych. Oczyszczanie w obiektach hydrofitowych zachodzi z udziałem naturalnych procesów fizyczno-chemicznych i mikrobiologicznych prowadzonych przez mikroorganizmy oraz grupy hydrofitów i higrofitów w sztucznie formowanych obiektach o odpowiedniej konstrukcji dna. Oczyszczalnie te są proste w obsłudze i eksploatacji, a ich naturalny wygląd umożliwia stosowne wkomponowanie w istniejący krajobraz.

Pierwsze tego typu oczyszczalnie w Europie Zachodniej powstały na początku XX wieku. W Polsce pierwsze systemy hydrofitowe pojawiły się 80 lat później. Początkowo hydrofitowe sposoby oczyszczania były wykorzystywane tylko jako drugi lub trzeci stopień oczyszczania ścieków bytowo-gospodarczych. Obecnie wykorzystanie ich także do oczyszczania wód opadowych [7] i kopalnianych [8] cieszy się coraz większą popularnością. W Polsce szczególnym zainteresowaniem cieszą się oczyszczalnie hydrofitowe odtwarzające warunki ekosystemów bagiennych z roślinnością trzcinową i wierzbową charakteryzującą się rozbudowanym systemem kłączy i korzeni.



Osadnik „Kamień”

Sedimentation tank „Kamień”

## Walory użytkowe

### Usable amenities

Stosowane w oczyszczalniach rośliny hydrofitowe posiadają zdolność transportowania tlenu do strefy korzeniowej. W wyniku transportu tlenu wytwarzane są warunki tlenowe pozwalające na dogodne warunki do rozwoju drobnoustrojów, które bytują na powierzchni systemu korzeniowego roślin. Szacuje się, że w poprzrastanym kłączy złoży oczyszczalni hydrofitowej żyje ok. 2000 gatunków bakterii oraz kilka tysięcy grzybów, ogólnie ok. 100 razy więcej mikroorganizmów niż w osadzie czynnym stosowanym w tradycyjnych oczyszczalniach [2].

System roślinności rozprzestrzeniający się w podłożu pozwala na równomierne rozprowadzanie wód w całym systemie. Po obumarciu korzenie i kłącza ulegają rozkładowi pozostawiając tym samym przestrzenie zwiększające stabilność hydrauliczną złoży. Intensywna transpiracja wody z systemu do atmosfery powoduje

przyrost biomasy oraz akumulację azotu i fosforu w tkankach roślin.

Proces oczyszczania w systemach hydrofitowych oczyszczalni zachodzi w czasie przesączania się wód przez złożę porośnięte roślinnością w wyniku naturalnie zachodzących procesów tj. sedymentacji, filtracji, sorpcji (pochłaniania) oraz biologicznej aktywności mikroorganizmów. Zachodzące procesy powodują rozkład substancji obecnych w zanieczyszczonych wodach na związki łatwo przyswajalne przez drobnoustroje i wykorzystane przez rośliny.

Wegetacja makrofitów w naszej strefie klimatycznej trwa od 6 do 7 miesięcy, ale cykle fenologiczne różnych gatunków roślin różnią się między sobą. Najdłuższy okres wegetacji ma w naszej strefie klimatycznej pałka wodna (*Typha latifolia*) i trzcina (*Phragmites communis*), nieco krótszy manna mielec (*Glyceria maxima*) i tatarak (*Acorus calamus* L.). Długość okresu wegetacyjnego może być modyfikowana przez czynniki klimatyczne, terenowe i nie musi

przebiegać identycznie każdego roku. W okresach zimowych obumarłe rośliny pełnią rolę warstwy izolacyjnej chroniąc materiał filtracyjny przed przemarzaniem [6]. Badania przeprowadzone na biosystemach w Polsce i zagranicą [1, 2, 4, 5, 9] dowodzą, że oczyszczalnie hydrofitowe zapewniają osiągnięcie wysokich efektywności usuwania zanieczyszczeń we wszystkich porach roku, choć odnotowuje się pewne pogorszenie efektywności w okresie chłodnych miesięcy (10–20%), co wynika ze spowolnienia procesów metabolicznych. Pomimo to zazwyczaj uzyskuje się stabilne rezultaty pracy, a także dotrzymywane są stężenia zanieczyszczeń w odpływie. Jest to możliwe dzięki utrzymywaniu się stabilnej temperatury wody oraz wskutek izolacyjnego działania roślin. Wielkość odpływu zmniejsza się w miesiącach letnich wskutek zwiększonej ewaporacji. W sezonie wegetacyjnym transpiracja z tych obiektów może wynosić nawet 500–800 mm [8].

Przykładem dobrze funkcjonującego biosystemu jest obiekt oczyszczający wody kopalniane z wyrobiska odkrywkowego KWB „Bełchatów”. Technologia oczyszczania wód kopalnianych oparta jest na trzech etapach oczyszczania – wstępnym usunięciu cząstek większych w piaskowniku, sedymentacji w zbiornikach wyrównawczo-osadowych oraz przepływie wody przez obszar pokryty roślinnością wodną i błotną. Obszar filtra roślinnego

Rośliny zasiedlające obiekty hydrofilowe [3]

Constructed wetland plants



Mozga trzcinowata (*Phalaris arundinacea*)



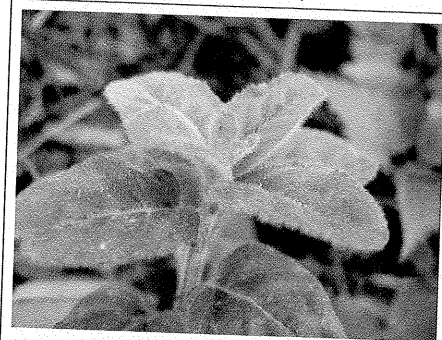
Trzcina pospolita (*Phragmites communis*)



Pałka wodna (*Typha latifolia*)



Manna mielec (*Glyceria maxima*)



Mięta nadwodna (*Mentha aquatica*)



Wiklina (*Salix purpurea*)

został zasiedlony roślinnością o bogatym składzie gatunkowym, jednak po latach eksploatacji zachowana została głównie trzcina pospolita (*Phragmites communis*) oraz pałka wodna (*Typha latifolia*).

Funkcjonowanie filtra roślinnego wspomaganego jest obecnością okrzemek. Tworzą one widoczne brunatne naloty na łodygach roślin zanurzonych w wodzie. Natleniają wodę oraz zużywają substancje biogenne. Ta cecha okrzemek czyni je niezwykle cennymi w procesach oczyszczania wód. Dzięki obecności powstającej z udziałem okrzemek biostruktury można uzyskać w połączeniu z roślinnością biogenną wysoki stopień oczyszczania wód dołowych. Mikrobentos pochodzący z jednej z komór oczyszczalni z filtrem roślinnym przedstawiono na rysunku.

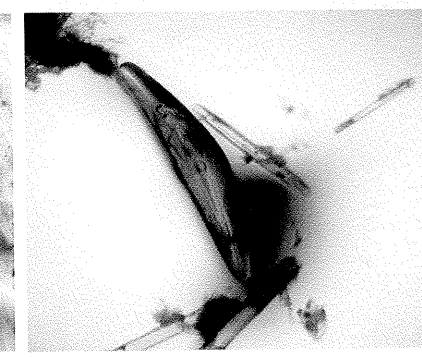
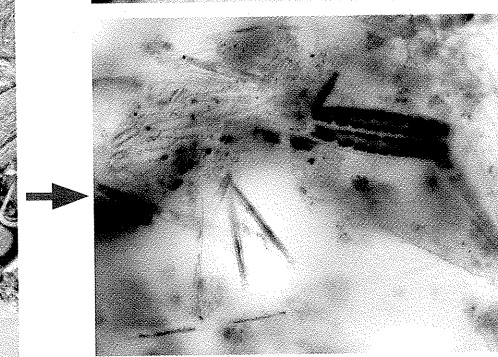
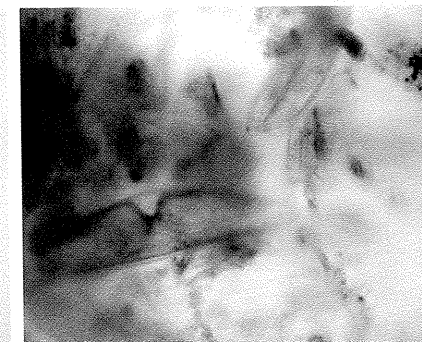
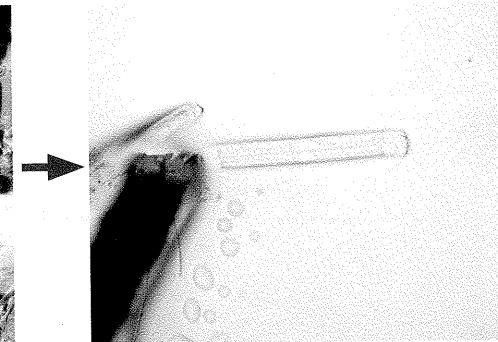
### Walory estetyczne

#### Aesthetical amenities

Tworzenie wzorowanych na naturalnych systemach oczyszczalni hydrofitowych przynosi wymierne korzyści dla środowiska. Takie rozwiązania inżynierskie komponują się ze środowiskiem naturalnym. Tym samym pozwalają na zmniejszenie różnic między elementami naturalnymi a antropogenicznymi zapewniając również restytucję przyrodniczych wartości danego środowiska. Dobrze wkomponowany filtr roślinny może podnieść walory estetyczne krajo-

### Różnorodność form występowania okrzemek w części korzeniowej roślin

Biodiversity of occurred diatoms form in root parts of plants



brazu, stworzyć miejsca lęgowe dla ptaków oraz rozwinąć bioróżnorodność na danym terenie. Teren filtra roślinnego to często miejsca lęgowe ptactwa (łabędzie, kaczki), siedlisko zróżnicowanej roślinności wodnej, żab i wielkie „akwarium” dla różnych gatunków ryb. Dzięki wkomponowaniu w otaczającą przestrzeń tereny oczyszczalni są miejscem wypoczynku myśliwych i wędkarzy.

Roślinność porastająca oczyszczalnię wzbogaca wizerunek krajobrazu podmiejskiego, w którym często tego typu obiekty są lokali-

zowane. Są elementem łączącym miasto i otwarte przestrzenie. Wpływają korzystnie na mikroklimat. Roślinność znajdująca się w systemach hydrofitowych zmniejsza prędkość wiatru oraz skutki ulewnych, zacinających opadów deszczu. W czasie upałów obniżają temperaturę powietrza i chronią przed zbytnim nasłonecznieniem. Roślinność zapobiega rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń powietrza oraz dodatkowo je oczyszcza, dzięki czemu powietrze nawiewane do miast jest bardziej czyste.

### Podsumowanie

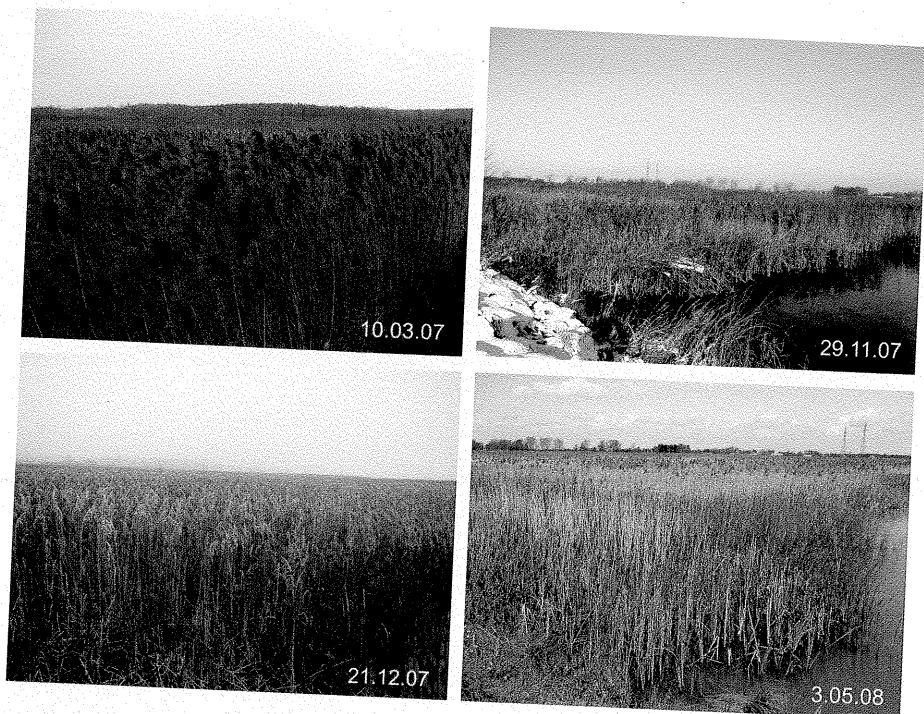
#### Summary

Znaczna ilość zalet systemów hydrofitowych sprawia, że technologia ta ma szansę stać się alternatywą dla tradycyjnie stosowanych systemów oczyszczania wód deszczowych. Jest to, bowiem tania, naturalna i skuteczna metoda oczyszczania wód z dużą zawartością zawiesin. Skuteczność obiektów hydrofitowych została potwierdzona między innymi w czasie prowadzenia rocznego



Wygląd oczyszczalni w różnych porach roku

View of the constructed wetland in different seasons



monitoringu jakości odpływu pod kątem ilości zawiesiny na obiekcie oczyszczającym wody kopalniane z wyrobiska odkrywkowego KWB „Bełchatów [11]. Jak pokazuje praktyka takie rozwiązania spełniają swoje zadania inżynierskie i dodatkowo zapewniają ochronę krajobrazowego piękna otaczającej nas przyrody. Jak każdy dobrze przemyślany i wykonany projekt obiekty hydrofitowe utrzymują wysokie cechy użytkowe a dodatkowo, co jest równie istotne, walory krajobrazowe.

Ewa Burszta-Adamiak  
Magdalena Kęszycka  
Bogumiła Ryglewska

Katedra Budownictwa i Infrastruktury  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Department of Building and Infrastructure  
Wrocław University of Environmental and  
Life Sciences

#### Literatura

1. Bolton K., Greenway M., 1999, *Pollutant removal capability of a constructed Melaleuca wetland receiving primary settled sewage*, *Water Science and Technology*, vol. 39, no. 6, pp.199–206.
2. Bugajski P., 2006, *Hydrobotaniczne (hydrofitowe) oczyszczanie ścieków*, III Konferencja Naukowo-Techniczna „Błękitny San” Dubiecko, 21–22 kwietnia 2006, s. 93–99.
3. <http://www.wikipedia.org.pl>
4. Juwarkar A.S., Oke B., Juwarkar A., Patnaik S.M., 1994, *Domestic wastewater treatment through constructed wetland in India*, *Water Science and Technology*, vol. 32, no. 3, pp. 291–294.
5. Józwiakowski K., 2003, *Zmiany skuteczności usuwania zanieczyszczeń gruntowo-roślinnej oczyszczalni ścieków w latach 1995–2000*

- [w:] „Inżynieria Rolnicza”, 3(45), Warszawa, s. 93–107.
6. Obarska-Pempkowiak H., 2003, *Oczyszczalnie hydrofitowe w świetle przepisów UE*, Ogólnopolska konferencja naukowa na temat: „Kompleksowe i szczegółowe problemy inżynierii środowiska”, Ustronie Morskie ([http://www.wbiis.tti.koszalin.pl/konferencja/konferencja2005/2005/04obarska-pempkowiak\\_t.pdf](http://www.wbiis.tti.koszalin.pl/konferencja/konferencja2005/2005/04obarska-pempkowiak_t.pdf)).
  7. Obarska-Pempkowiak H., Arendacz M., 2008, *Systemy hydrofitowe w oczyszczaniu wód opadowych* [w:] „Wodociągi i Kanalizacje”, nr 4(50)/2008, s. 60–61.
  8. Obarska-Pempkowiak H., Gajewska M., 2005, *Czy oczyszczalnie hydrofitowe sprawdzają się w Polsce?* [w:] „Przegląd Komunalny”, nr 2/2005, s. 45–48.
  9. Sadecka Z., 2003, *Ocena efektywności pracy wybranych oczyszczalni hydrobotanicznych* [w:] „Ochrona Środowiska”, Wrocław, s. 13–16.
  10. Sawicka-Siarkiewicz H., 2004, *Ograniczanie zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych z dróg. Ocena technologii i zasady wyboru*, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa.
  11. Ryglewska B., 2008, *Badania składu granulometrycznego zawiesin w wodach powierzchniowych odprowadzanych z odkrytki BOT Bełchatów*, Praca magisterska wykonana w Katedrze Budownictwa i Infrastruktury Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław.