

BIOTECHNOLOGIE EKOHYDROLOGICZNE DLA OGRANICZANIA EUTROFIZACJI W SYSTEMACH RZECZNYCH I ZBIORNIKACH ZAPOROWYCH

przygotowali: Maciej Zalewski, Joanna Mankiewicz-Boczek

- Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii Polskiej Akademii Nauk w Łodzi
www.erce.unesco.lodz.pl
- Katedra Ekologii Stosowanej, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki

ERCE PAN



BiOŚ UŁ



BiOŚ UŁ

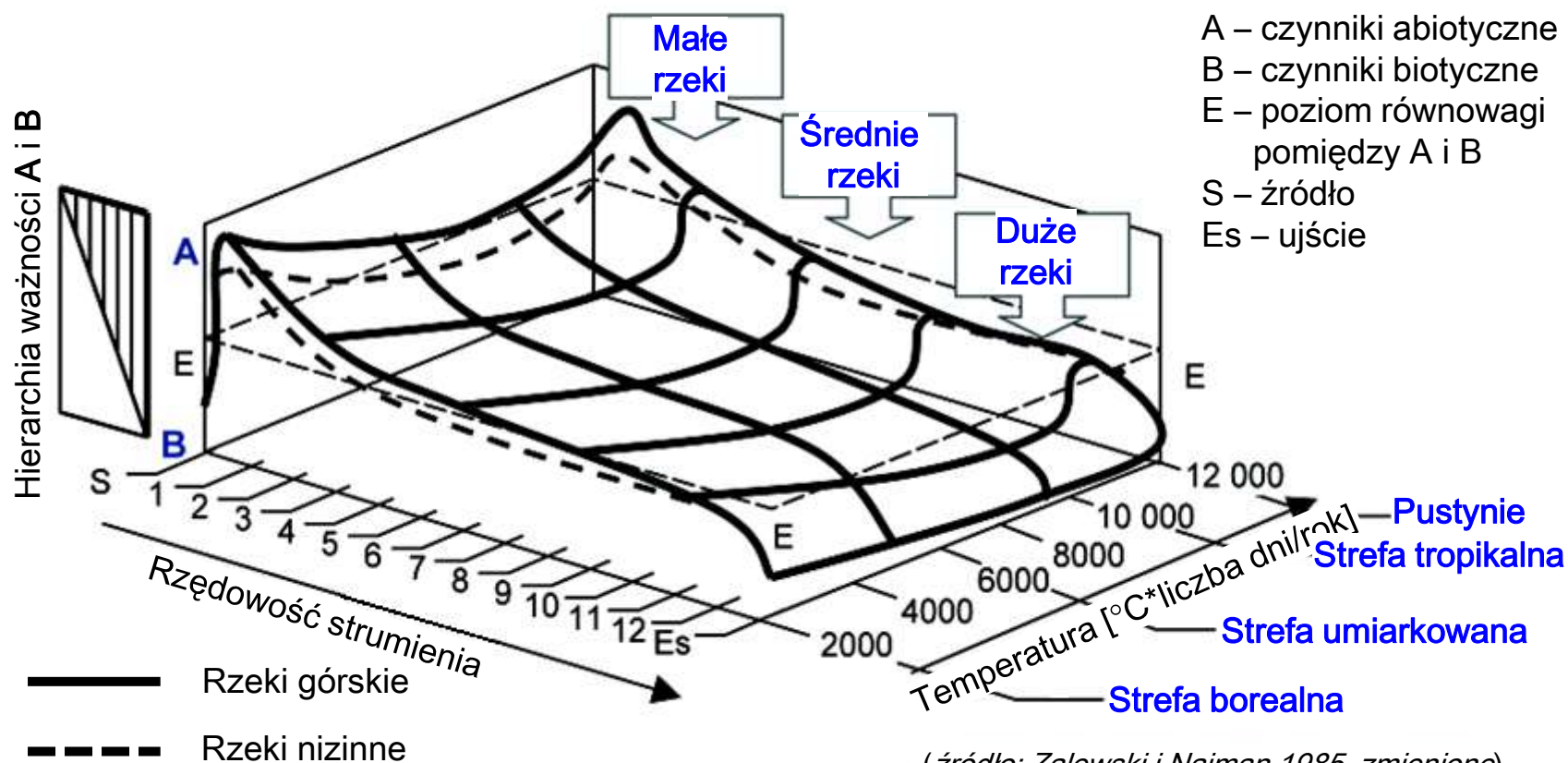


Stacja Terenowa KES, BiOŚ UŁ w Treście, nad zb. Sulejowskim

UNESCO Międzynarodowy Program Hydrologiczny faza VIII: 2014 -2021



Model hierarchii czynników abiotycznych A i biotycznych B jako klucz do myślenia ukierunkowanego na zrozumienie procesów



(źródło: Zalewski i Naiman 1985, zmienione)

Kluczowe podejście w naukach środowiskowych wobec zrównoważonego rozwoju

Myślenie ukierunkowane na poznanie procesów

Myślenie ukierunkowane na poznanie struktury

	KONSERWACJA	ODBUDOWA	INŻYNIERIA EKOLOGICZNA	EKOHYDROLOGIA
Cel	Podtrzymanie bioróżnorodności oraz naturalnego charakteru ekosystemów	Odwroćenie degradacji struktury ekosystemu	„Projekt kształtowania ekosystemu dla wspólnych korzyści człowieka i przyrody” (Mitsch 1992)	Regulacja interakcji woda/biota dla zwiększenia potencjału ekosystemu oraz jego harmonizacji z potrzebami ludzi
Jednostka	Ekosystem ↓ Populacja ↓ UNESCO Mab Biosphere Reserve	Fragment ekosystemu ↓ Ekosystem	„ekosystem funkcjonalny”	mezocykl hydrologiczny w zlewni
Status	PODTRZYMANIE 'status quo'	WZMOCNIENIE procesów sukcesji wtórnej ekosystemów lądowych lub odwrócenie eutrofizacji ekosystemów wodnych	KSZTAŁTOWANIE Funkcji ekosystemów	REGULACJA Interakcji woda/biota dla zrównoważonego rozwoju zlewni oraz stref przybrzeżnych

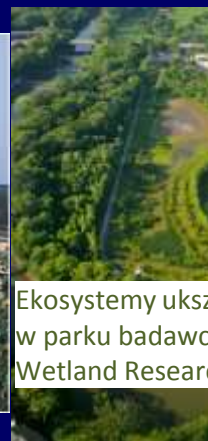
Białowieski Park Narodowy



Zrekultywowana hałda przy Kopalni Bełchatów

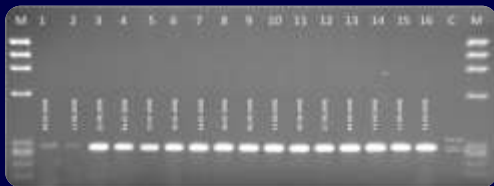


Ekosystemy ukształtowane w parku badawczym Wetland Research



Biologia molekularna dla: wykrywania wczesnego zagrożenia oraz opracowywania rozwiązań biotechnologii EH

mcyA - toksynogenne genotypy sinic



Wczesne wykrywanie zagrożenia

detekcja toksynogennych sinic

Mankiewicz-Boczek et al., Environ. Toxicol. 2006

Mankiewicz-Boczek et al., Environ. Toxicol. 2011

Mankiewicz-Boczek et al., Harmful Algae 2011,

Gagała et al., Fresenius Environ. Bull 2012

16S rRNA *Microcystis*, genotypy toksynogenne



Analiza przyczynowo-skutkowa

Sinice / cyjanotoksyny, / parametry środowiskowe

Gagała et al., Microbial Ecology, 2014

g91 Myoviridae, 16S rRNA *Aeromonas*



Analiza zależności między organizmami

sinice / cyjanofagi / bakterie

- cyjanofagi, bakterie degradujące komórki sinic
- bakterie degradujące cyjanotoksyny

Mankiewicz-Boczek et al., Open Life Sciences, 2015

Mankiewicz-Boczek et al., Microbial Ecology, 2015

nosZ Pseudomonas sp.



Rozwiązania biotechnologiczne

- optymalizacja procesów

identyfikacja, selekcja bakterii związanych z procesem usuwania związków azotu z wód gruntowych; optymalizacja substratu dla funkcjonowania mikroorganizmów

Bednarek et al., Innovative solutions for revitalisation of degraded areas. CBIDGP, Katowice, 2014

... dla regulacja procesów
w kierunku:

- odwrócenia procesu degradacji;
- odtworzenia struktury biologicznej;
- zwiększenie pojemności ekosystemów na stres antropogeniczny

Rola mikroorganizmów w dynamice występowania toksycznych zakwitów sinic

Microb Ecol

DOI 10.1007/s00248-015-0677-5



MICROBIOLOGY OF AQUATIC SYSTEMS

Cyanophages Infection of *Microcystis* Bloom in Lowland Dam Reservoir of Sulejów, Poland

J. Mankiewicz-Boczek^{1,2} · A. Jaskulska^{1,2} · J. Pawelczyk³ · L. Gągała² · L. Serwecińska² · J. Dziadek³

Amplifikacja genów: 16S rRNA, *mcyA*, *g91*

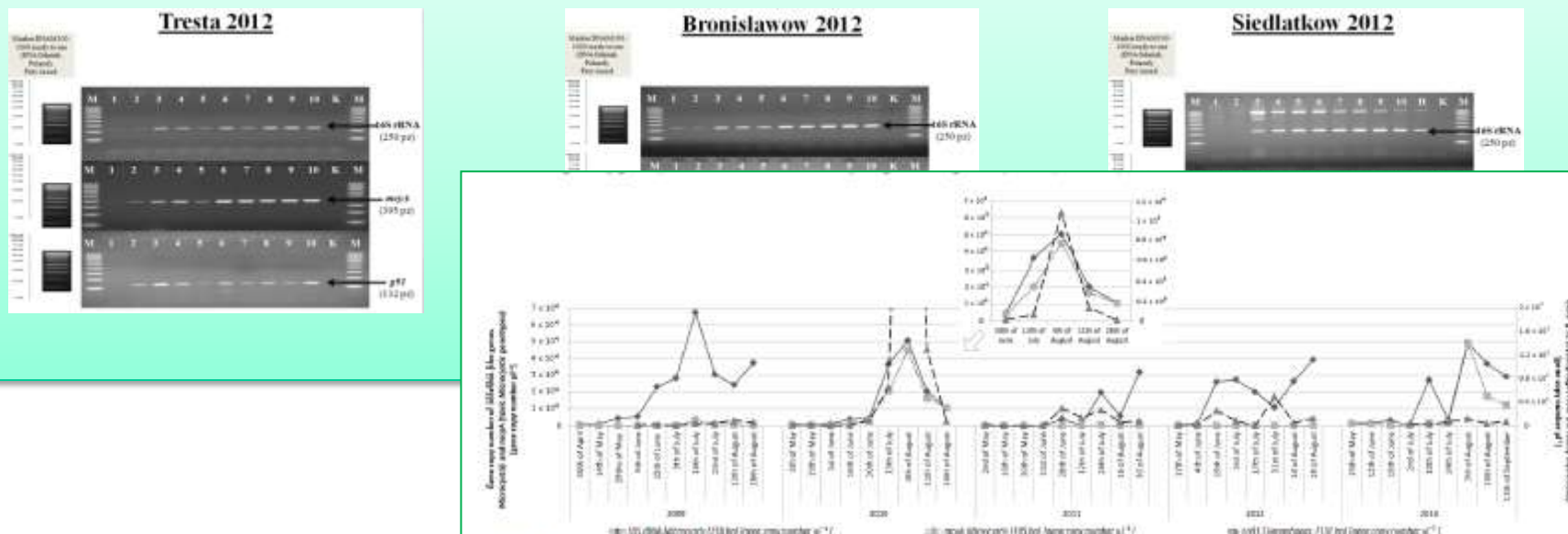


Fig. 1 The dynamic of cyanophages (*g91*), the genus *Microcystis* (16S rRNA) and its toxic genotypes (*mcyA*) characterized in molecular analysis in the Sulejów Reservoir, station Tresta, in the following seasons 2009–2013

14 ACCTAACCAGATTG
70 GCTGGAGTATTAGAGTTAMCAAG-AST-T--TCCTCTGTGCCATCTCTAGCGGCGACCT 15
130 ACATCAGCGTTTCGTTTCGGCACTGTAGCCGGTGCAGCCCTCAWTATAGTAGAGGGTAATA 71

Rola mikroorganizmów w dynamice występowania toksycznych zakwitów sinic

Open Life Sci. 2015; 10: 106–116

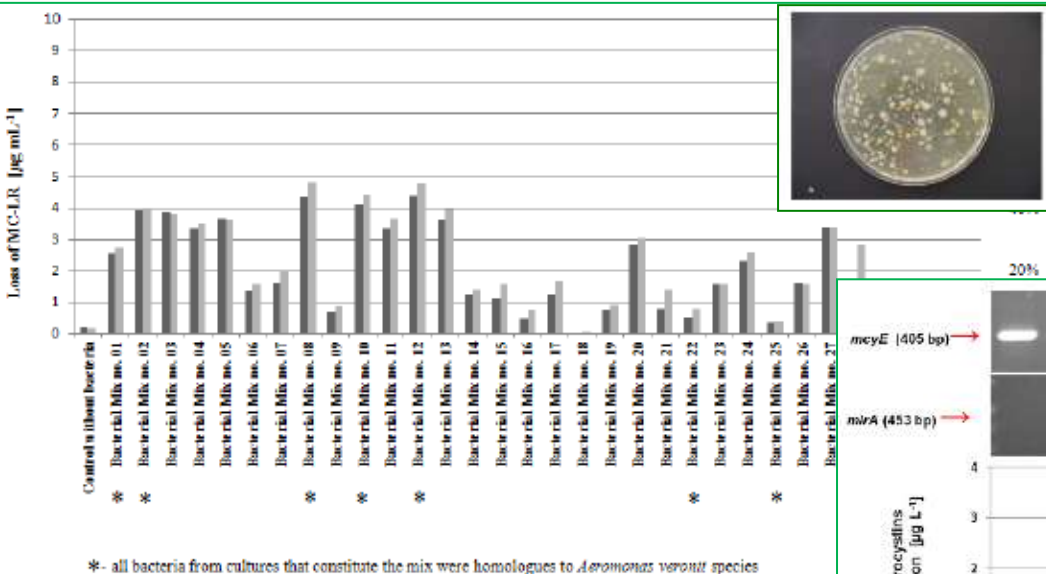
DE GRUYTER OPEN

Research Article

Open Access

Mankiewicz-Boczek J.*, Gągała I., Jurczak T., Jaskulska A., Pawełczyk J., Dziadek J.

Bacteria homologous to *Aeromonas* capable of microcystin degradation



Bakterie hodowlane

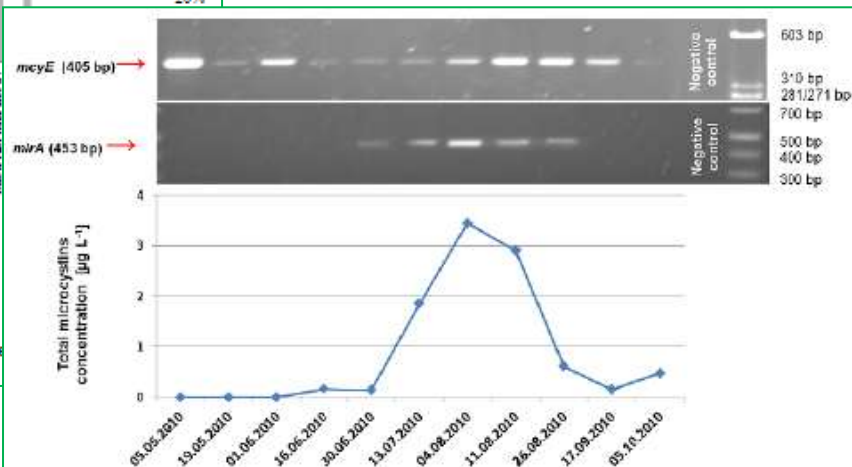


Figure 2: The results of: 1) determination of microcystins concentration, 2) molecular monitoring of microcystin-producing cyanobacteria – presence of *mycE* gene, and 3) molecular monitoring of microcystin-degrading bacteria – presence of *mlrA* gene, in Tresta Station, in Sulejów Reservoir.

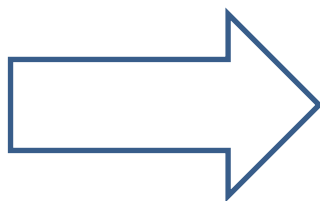
Analiza bakterii pelagicznych – dynamika występowania w środowisku naturalnym

Mikrobiologiczne aktywizatory w złożach denitryfikacyjnych stosowanych do oczyszczania zanieczyszczeń azotanowych dla wdrażania Ramowej Dyrektywy Wodnej i Dyrektywy Azotanowej

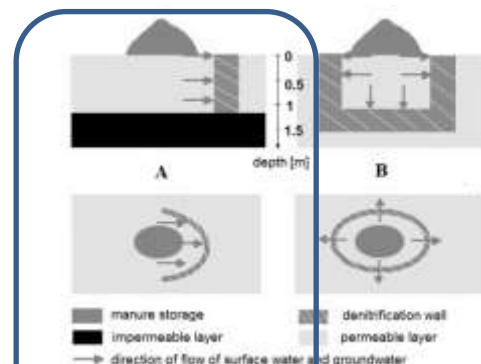
Denitryfikacja może być przyspieszona w zlewni poprzez dodanie węgla organicznego do gleby

Zanieczyszczenia punktowe

Problem w Polsce
składowanie obornika
bezpośrednio na gruncie
(dotyczy zwłaszcza średnich i małych gospodarstw o wielkości ok. 10-15 ha)



Propozycja rozwiązania - konstrukcja



(Bednarek & Szklarek, Adaptation of ecohydrological system solutions and biotechnologies for Africa / IIPAS – ERCE u/a UNESCO, 2012)



**Wkomponowana w teren
bariera denitryfikacyjna**

(Bednarek et al., Innovative solutions for revitalisation of degraded areas. CBiDGP, Katowice 2014)

Zwiększenie efektywności oraz przyspieszenie aktywacji złóż denitryfikacyjnych poprzez optymalizację warunków dla aktywności mikroorganizmów

Izolacja szczepów bakterii, uzyskanie czystych kultur

Charakterystyka wybranych właściwości metabolicznych

Badania molekularne

Charakterystyka bakterii niehodowalnych i hodowalnych

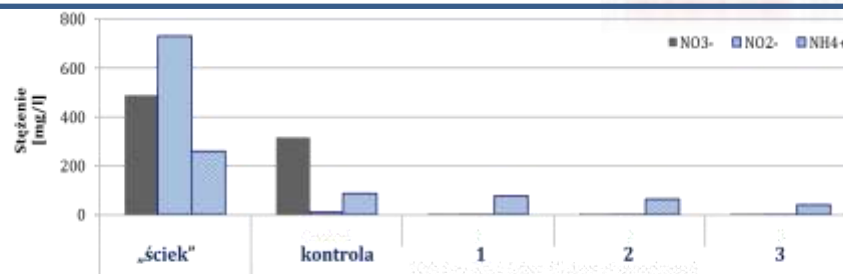
Przygotowanie puli aktywizatorów mikrobiologicznych

Zróżnicowany substrat węglowy

Bioreaktory

Fot. A. Zaborowski

Po 45 dniach



- 1 - bez dodatkowej puli bakterii;
- 2 - z dodatkiem hodowalnych bakterii denitryfikacyjnych;
- 3 - mieszanina bakterii środowiskowych

bez substratu węglowego

mieszanina słoma/węgiel brunatny

(Mankiewicz-Boczek i in., w przygotowaniu)

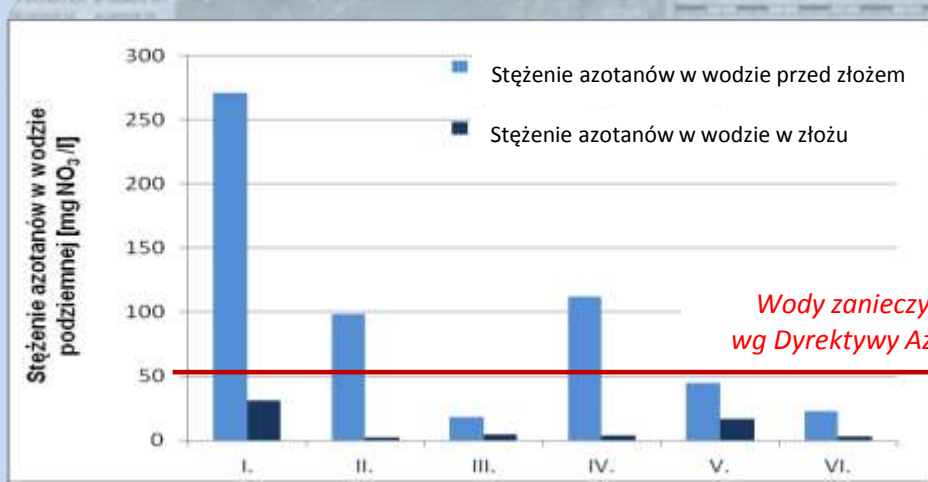
Opracowanie rozwiązań systemowych - zanieczyszczenia obszarowe

Poligon demonstracyjny Barkowice zatoka, zbiornik Sulejowski:

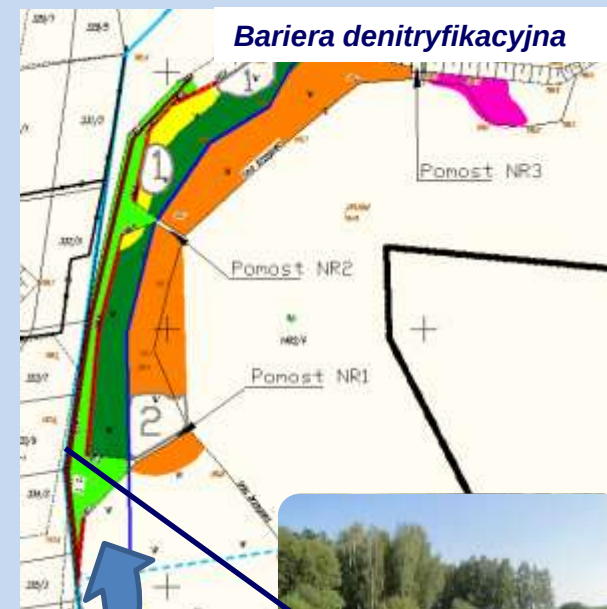
ograniczenie zanieczyszczenia wód podziemnych związkami azotu poprzez zwiększenie efektywności roślinnej strefy ekotonowej wykorzystując barierę denitryfikacyjną



(www.geoportal.gov.pl)



*Wody zanieczyszczone
wg Dyrektywy Azotanowej*



(Frątczak, Izydorczyk i in., w przygotowaniu)

Rola wierzbowisk nadrzecznych w akumulacji fosforu



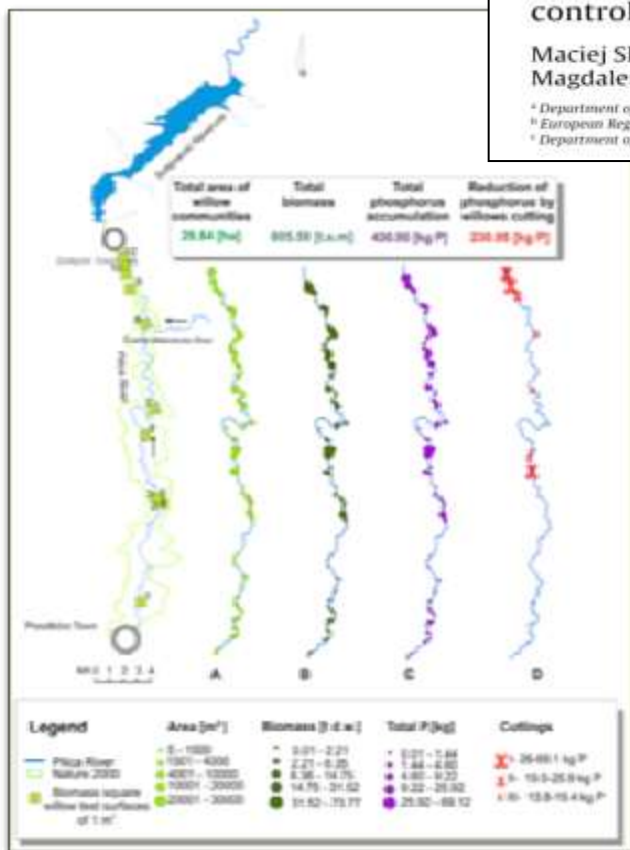
The role of riparian willows in phosphorus accumulation and PCB control for lotic water quality improvement

Maciej Skłodowski^{a,*}, Edyta Kiedrzyńska^{a,b}, Marcin Kiedrzyński^c,
Magdalena Urbaniak^{a,b}, Katarzyna M. Zielińska^c, Józef K. Kurowski^c, Maciej Zalewski^{a,b}

^a Department of Applied Ecology, Faculty of Biology and Environmental Protection, University of Lodz, ul. Banacha 12/16, Lodz 90-237, Poland

^b European Regional Centre for Ecohydrology i/o UNESCO Institute of the Polish Academy of Sciences, ul. Tylna 3, Lodz 90-364, Poland

^c Department of Geobotany and Plant Ecology, Faculty of Biology and Environmental Protection, University of Lodz, ul. Banacha 12/16, Lodz 90-237, Poland



Całkowita akumulacja P w biomase wierz 431 kg

Table 6

Variability of biomass (kg d.w. ha⁻¹) and P content in plant tissues (g P kg⁻¹ d.w.) for riparian willows along the studied section of the Pilica River.

Height classes (m)	0–1.49	1.50–2.99	Over 3.00	Total
Total area of patches (ha)	7.11	7.19	15.54	29.84
Density (%)	31.67	30.00	55.28	37.58 [*]
Biomass (kg d.w. ha ⁻¹)	12,734	13,084	39,961	26,997 [*]
Total biomass (kg d.w.)	90,523	94,120	620,941	805,584
P (g kg d.w. ⁻¹)	0.70	0.61	0.52	0.61 [*]
P (kg ha ⁻¹)	8.79	7.63	20.17	14.44 [*]
P (g m ⁻²)	1.99	1.81	1.63	(stems)
P (g m ⁻²)	4.29	4.52	4.75	(leaves)
Total P (kg)	62.54	54.88	313.52	430.94

^{*} Average.

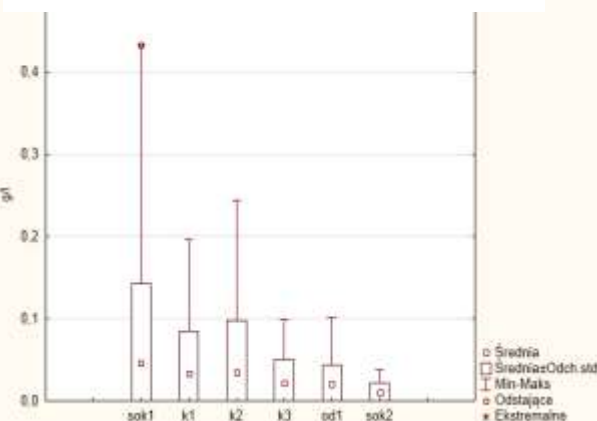


Sekwencyjny system biofiltracyjny na rzece Sokołówka w Łodzi

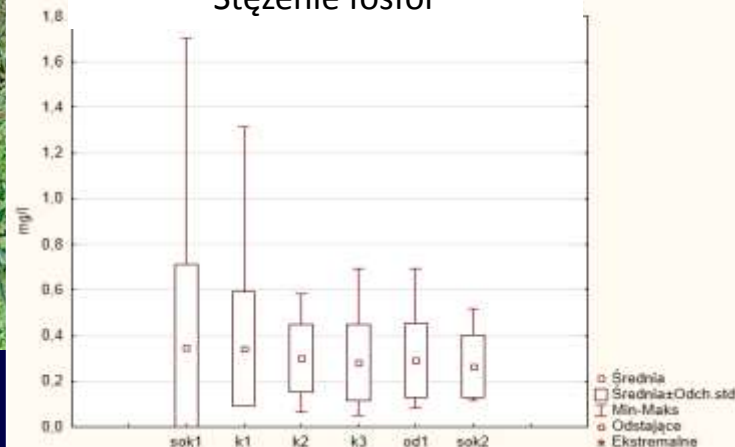
(Zalewski, 2008)



Ilość zawiesiny rozpuszczonej



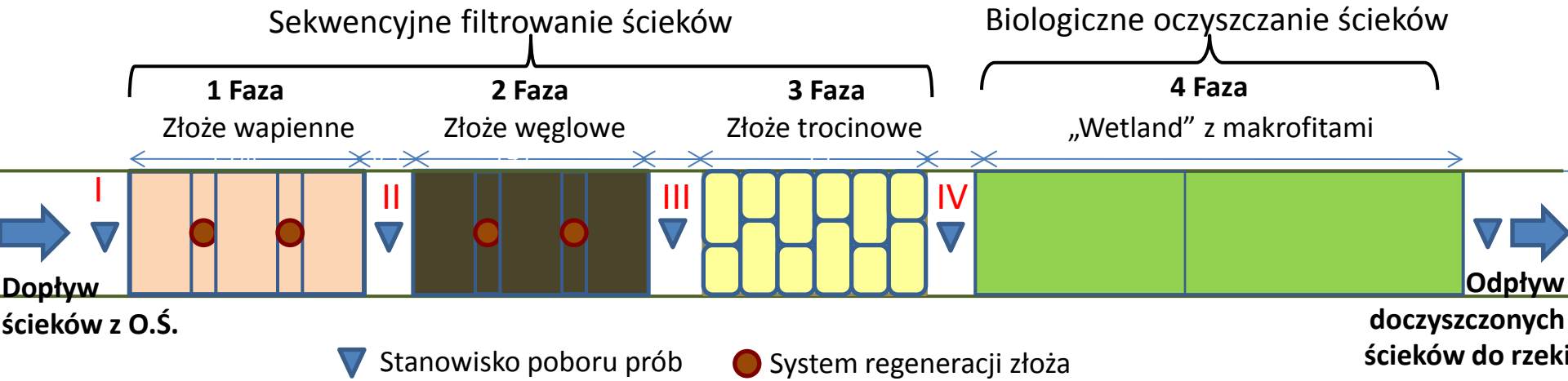
Stężenie fosfor



Odpływ



Sekwencyjny układ biofiltracyjny na wylocie w Oczyszczalni Ścieków



(Kiedrzyńska E. i in., w przygotowaniu)

Sekwencyjny system sedymentacyjno-biofiltracyjny Arturówek, Łódź

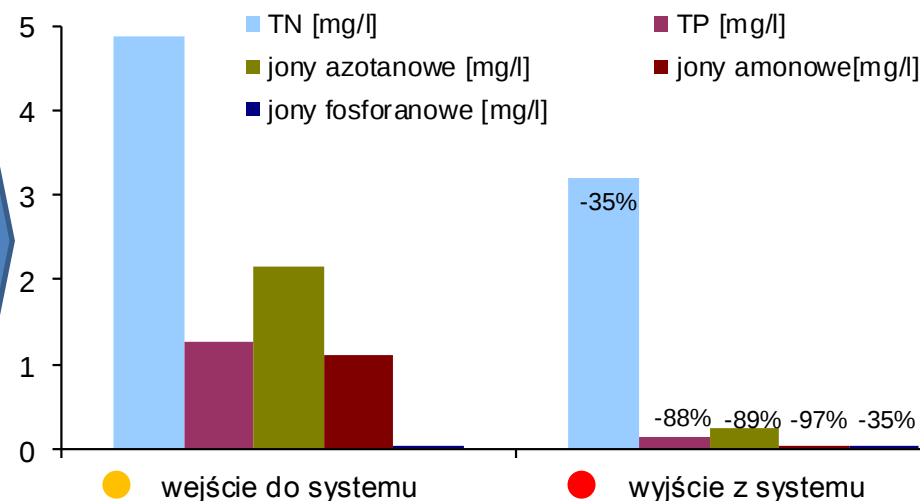


Fot. T. Jurczak



Fot. T. Jurczak

REDUKCJA SUBSTANCJI BIOGENNYCH



(Jurczak i in., w przygotowaniu)

Błękitno – Zielona Sieć

Plan funkcjonalno-organizacyjny systemu wodnego

prototyp SSSB* skonstruowany
na rzece Sokółówce,
projekt SWITCH

wariantowe rozwiązania SSSB*
skonstruowane na rzece Bzurze
w Arturówku,
projekt EH-REK

Stawy Jana

Stawy Stefańskiego

odpływ wód deszczowych z systemu

dopływ wód deszczowych
do systemu

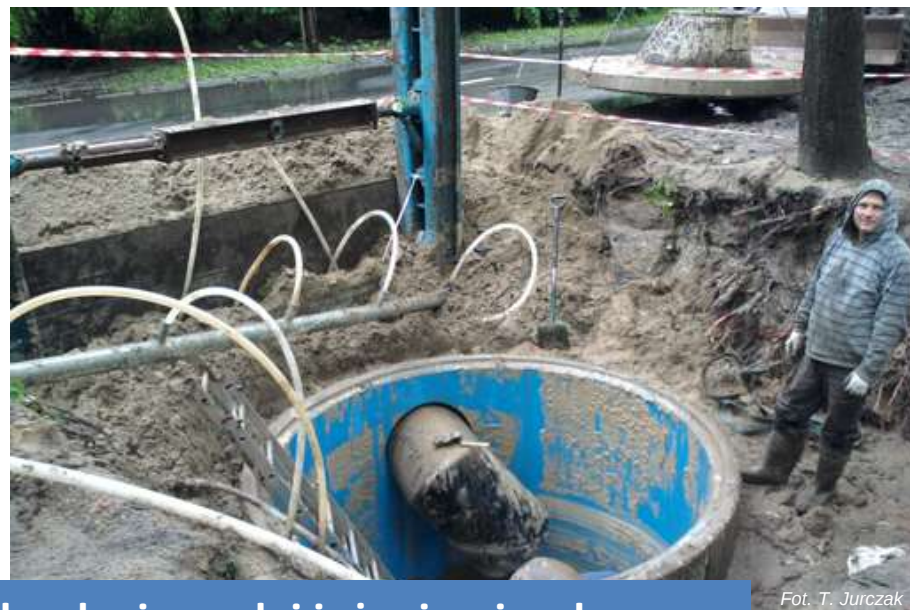
Sekwencyjny system sedymentacyjno-biofiltracyjny
zainstalowany w zbiorniku Arturówek górny (Łódź)



Sekwencyjny system sedymentacyjno-biofiltracyjny do przejmowania wód burzowych z ulicy Wycieczkowej, Łódź

LIFE08 ENV/PL/000517

www.arturowek.pl



Fot. T. Jurczak

Połączenie rozwiązań biotechnologicznych i inżynierskich



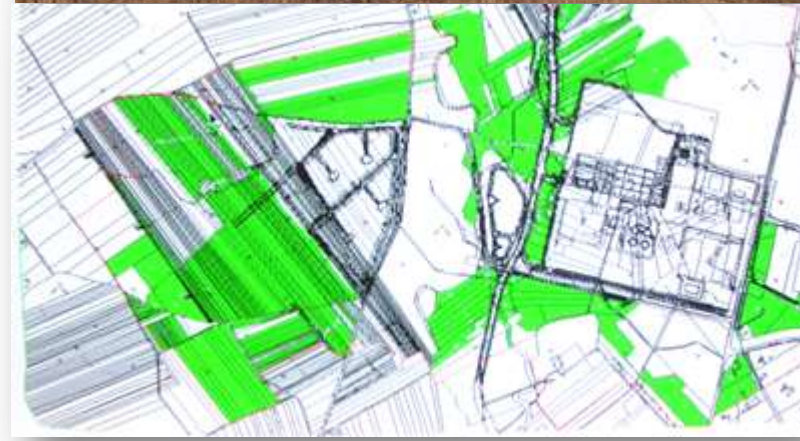
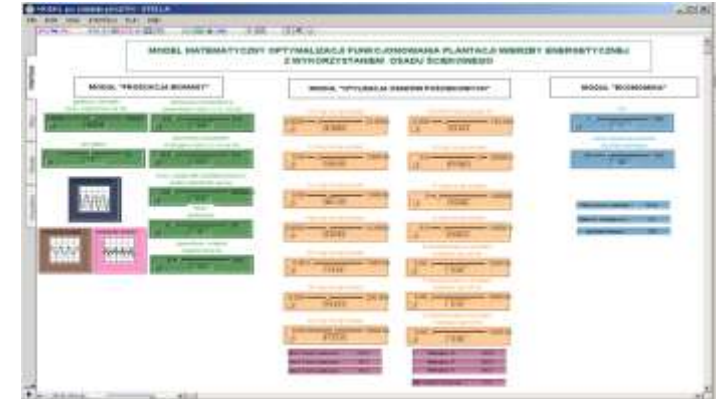
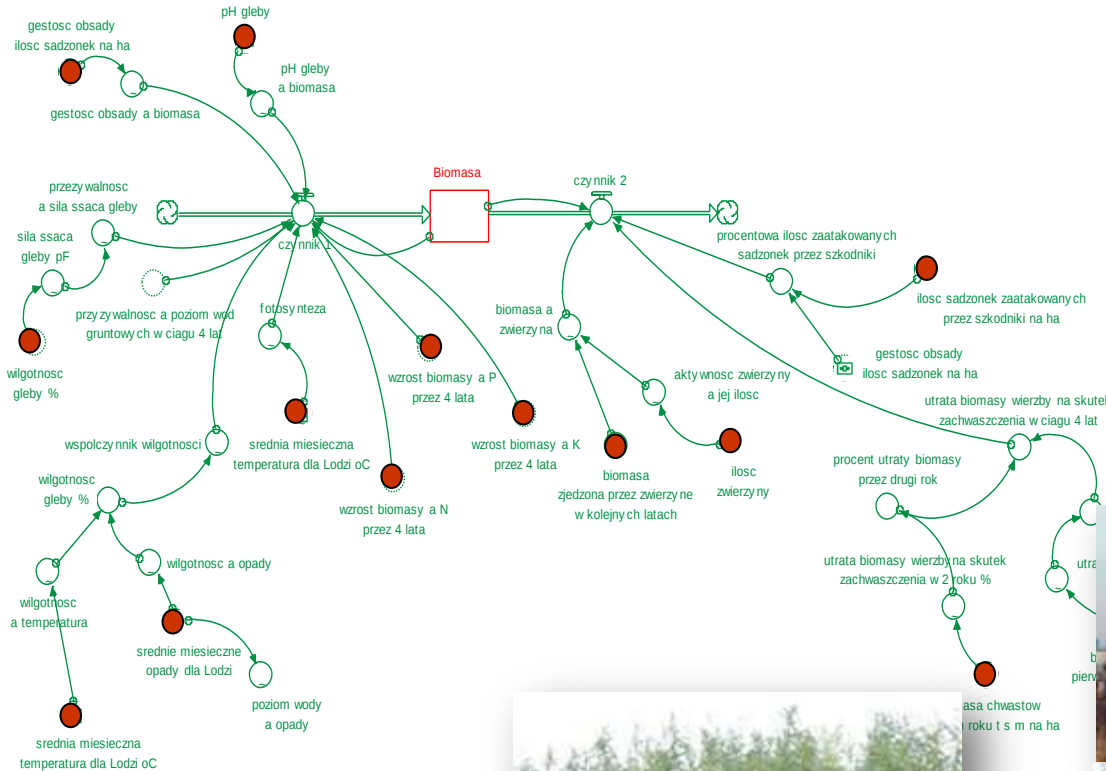
Fot. T. Jurczak



Fot. T. Jurczak

Przełożenie wiedzy interdyscyplinarnej na tworzenie systemów wspomagających podejmowanie decyzji

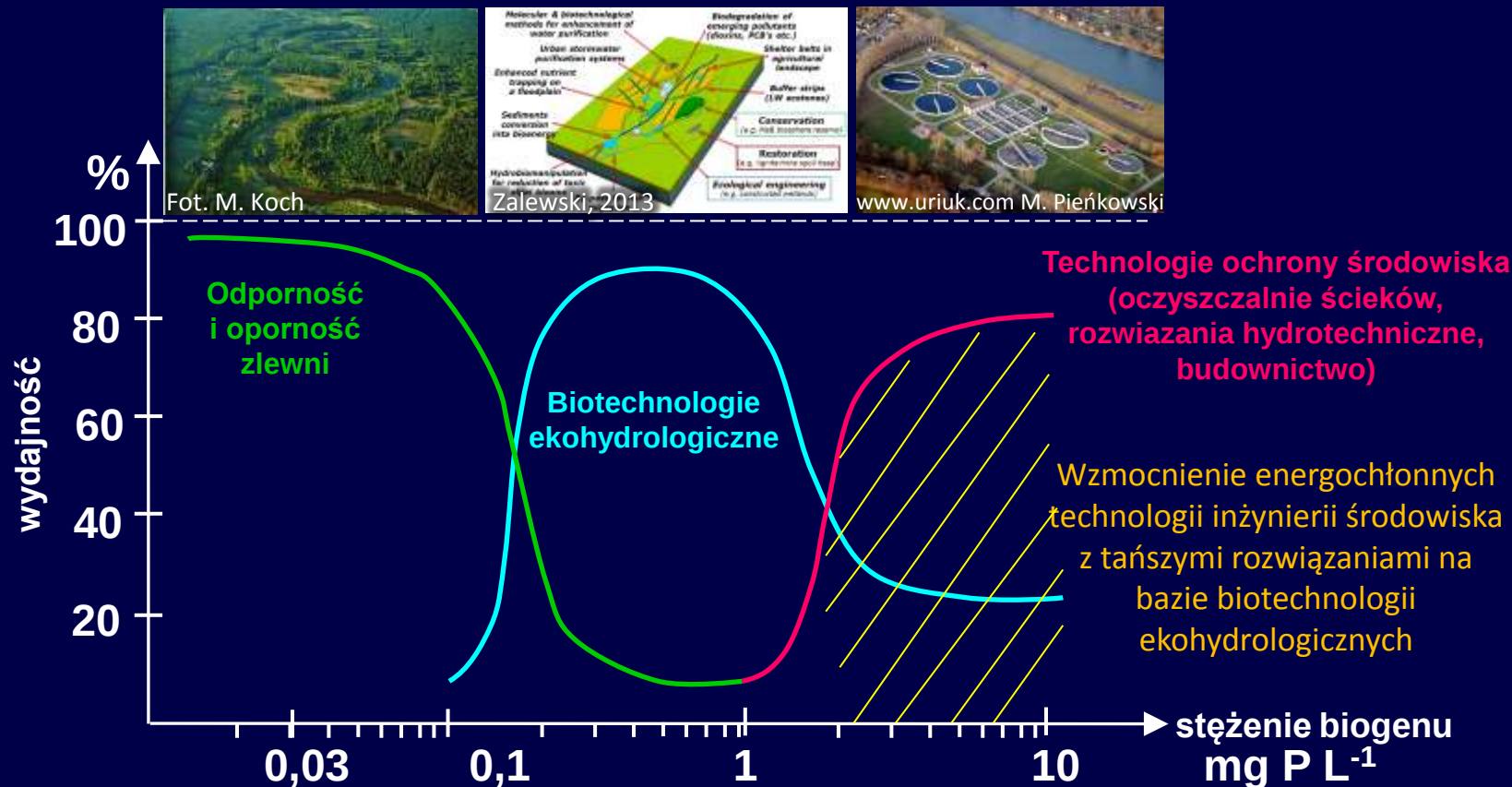
Przekształcanie osadów ściekowych w bioenergię / Moduł produkcji biomasy



**Model matematyczny optymalizacji
funkcjonowania plantacji wierzby
energetycznej z wykorzystaniem
osadu ściekowego**

(Drobniewska, Zalewski 2008)

Ekohydrologia: narzędzie dla łagodzenia skutków pośrednich



Fot. T. Kamiński

Naturalne tło



Fot. M. Zalewski

**Zanieczyszczenia
obszarowe**



Fot. E. Kiedrzyńska

**Zanieczyszczenia
punktowe**

(Zalewski, w przygotowaniu)

Projekty związane z wypracowaniem innowacyjnych biotechnologii EH



ESSEM COST Action ES1105
Cyanobacterial blooms and toxins in water resources



COST Action FP0601: Forest Management and the Water Cycle (FORMAN)



EKOROB: Ecotones for reducing diffusion pollution (EKOtory dla Redukcji zanieczyszczeń Obszarowych), EU Project, LIFE + Environment Policy and Governance, LIFE08 ENV/PL/000519



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



Mikrobiologiczne aktywizatory w złożach denitryfikacyjnych stosowanych do oczyszczania zanieczyszczeń azotanowych dla wdrażania Ramowej Dyrektywy Wodnej i Dyrektywy Azotanowej, PBS1/A8/2012



Implementation of Ecohydrology - a transdisciplinary science – for integrated water management and sustainable development in Ethiopia



EU FP6: Managing Water for the City of the Future



Błękitno – Zielona Sieć jako kształtowanie siedlisk przyrodniczych i poprawa jakości zasobów wodnych dla funkcjonalno – przestrzennego kształtowania zasobów miasta, GRANT PREZYDENTA MIASTA ŁÓDZI: Ed.VII.4346/G-19/2009 i Ed.VII.4346/G-19/2010



- Ocena interakcji pomiędzy hepatotoksycznymi sinicami z gatunku *Microcystis aeruginosa* i bakteriami patogennymi z rodzaju *Aeromonas*, UMO-2012/07/N/NZ8/00599.
- Wpływ PCDD/PCDF z osadów ściekowych na zanieczyszczenie gleby oraz metabolizm *Salix* sp., UMO-2013/09/D/ST10/04043,
- Dynamika występowania cyjanofagów i ich gospodarzy w dwóch polskich zbiornikach zaporowych, UMO-2013/11/N/NZ8/00607

- Rola bakterii ryzosferycznych oraz roślin z rodziny *Cucurbitaceae* w procesie usuwania toksycznych związków PCDD/PCDF, 0492/IP1/2015/73



Prof. Maciej Zalewski
Ecohydrology Theory



Prof. Joanna Mankiewicz- Boczek
Ecohydrological biotechnologies & ecotoxicology



Prof. Piotr Frankiewicz
Fish biol/Biomanipulation



Prof. Małgorzata Godlewska
Ichtiology & echsounding



Dr Edyta Kiedrzyńska
River floodplain and point
sources pollution



Dr hab. Katarzyna Izydorczyk,
EH biotech for nonsource pollution
& reservoirs eutrophication



Dr Agnieszka Bednarek,
Agricultural biotechnology &
denitrification



Dr Iwona Wagner
Urban Ecohydrology



Dr Magdalena Urbaniak
Emerging pollutants



Dr Liliana Serwecińska,
Microbiology/Biotech



Dr Ilona Gągała,
EH Molecular methods



Dr Kinga Krauze
Long-Term Ecosystem
Research, ecosystem services



Dr Tomasz Jurczak,
Urban River rehabilitation &
toxicology