

Problem fosforu w jeziorach - źródła, konsekwencje,
usuwanie z toni wodnej, blokowanie w osadach,
odzyskiwanie z osadów do produkcji nawozu

KONFERENCJA NAUKOWA

Metody rewitalizacji wód



SZCZECINEK
26-27 X 2017



Ryszard Wiśniewski, Zakład Hydrobiologii
Wydział Nauk Przyrodniczych, UKW Bydgoszcz

Źródła : - detergenty - pralki i zmywarki do naczyń
- ludzki (także zwierzęcy) mocz
- deszcz (woda deszczowa)
- upłynnienie – fluidyzacja osadu

Fosforany trafiają do wód powierzchniowych głównie z nawozów rolniczych oraz ścieków, trzecim największym źródłem są detergenty.

Usuwanie fosforanów ze ścieków jest kosztowne i wymaga specjalnych reaktorów, a tych brakuje w wielu oczyszczalniach ścieków w krajach Unii.

Dodatek fosforanów do proszków do prania ma na celu zwiększenie skuteczności prania w twardej wodzie.

KE zabroni stosowania fosforanów w proszkach do prania

08.11.2010

Obecnie dozwolona zawartość fosforanów w detergentach jest uregulowana prawnie tylko w niektórych krajach Unii. Do 2013 r. Komisja Europejska chce ograniczyć zawartość fosforu w proszkach do prania do 0,5% całkowitej masy produktu. Do końca 2014 r. ma powstać rozporządzenie rozwiązujące problem fosforanów w detergentach do zmywarek automatycznych.



Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
Wydział Towaroznawstwa
Katedra Towaroznawstwa i Ekologii
Produktów Przemysłowych



PRACA DOKTORSKA

mgr inż. Tomasz Kalak

Wpływ właściwości powierzchniowych
roztworów proszków do prania na ich
zdolności piorące

Promotor:
dr hab. inż. Ryszard Cierpiszewski, prof. nadzw. UEP

Poznań 2012

w detergentach. Według nowego rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 259/2012 z dn. 14 marca 2012 r. (zmieniającego rozporządzenie (WE) nr 648/2004) całkowita zawartość fosforu nie może być równa lub większa niż 0,5 g w zalecanej ilości detergentu przeznaczonej dla głównego cyklu prania przy standardowym wsadzie pralki. Ograniczenie zacznie obowiązywać od 30.06.2013 r. Natomiast od 1.01.2017 r. całkowita zawartość fosforu nie może być równa lub większa niż 0,3 g na standardowe dozowanie w automatycznych zmywarkach do naczyń [Dziennik Urzędowy UE 2012].

Bruksela, dnia 29.5.2015 r. COM(2015) 229 final SPRAWOZDANIE KOMISJI DLA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY

Fosforan w postaci trójpolifosforanu sodowego (zwany dalej „STPP”) jest najczęściej stosowanym związkiem we współczesnych detergentach domowych i przemysłowych ze względu na jego właściwości poprawiające zmywanie oraz efektywność kosztową. Fosforany działają czyszczące tych produktów. Trójpolifosforan sodu (STPP) jest najczęściej stosowanym w detergentach fosforanem. W połączeniu ze środkami powierzchniowo czynnymi STPP umożliwia detergentom skuteczne działanie we wszystkich warunkach czyszczenia. STPP pełni w detergentach następujące funkcje:

- skutecznie rozkłada sole wpływające na twardość wody (i utrzymuje je w roztworze),
- likwiduje inkrustację włókien i zapobiega jej powstawaniu,
- poprawia proces mycia i prania,
- jest nośnikiem dla innych składników detergentów.

Fosforany pochodzące z detergentów mogą pogłębić niektóre negatywne skutki dla środowiska wodnego. Podstawowym problemem jest fakt, iż mogą one prowadzić do pojawienia się nadmiaru składników odżywczych powodujących przyspieszony wzrost



URINE

0.05% Ammonia
0.18% Sulphate
0.12% Phosphate
0.6% Chloride
0.01% Magnesium
0.015% Calcium
0.6% Potassium
0.1% Sodium
0.1% Creatinine
0.03% Uric acid
2% Urea

95% Water

1. What is urine?

Urine is the fluid excreted by the kidneys. It consists of water, carrying in solution the body's waste products and excess substances. Most of the nutrients absorbed by the human body from the food we eat is excreted via urine. Therefore, urine is rich in valuable plant nutrients and can be considered a liquid fertilizer.

	Per litre	Per person & year
Nitrogen	7 g	3.5 kg
Phosphorus	1 g	0.5 kg
Potassium	2 g	1.0 kg
Sulphur	1 g	0.5 kg
Magnesium	80 mg	40 g
Calcium	200 mg	100 g

Tab 1: Approximate plant nutrient content of human urine



Fig. 1: Selection of sanitary installations for urine collection. Flush-less sitting toilet (Ghana), squatting pan (China) and home urinal (Germany)

	Low	Medium	High
Crops	Herbs, beans, peas, lettuce	Onions, peppers, potatoes	Tomato, cucumbers, cabbage
N-demand kg per ha	45	100	160
Urine litre per ha	6,500	14,000	23,000
Urine litre per m ³	0.6	1.4	2.3

Tab 2: Urine application rates in relation to the crop nutrient demand



Storage. Storage of urine allows its use when the nutrients are most needed. Further, during the storage period, chemical processes kill pathogens. In tropical climates, urine should be stored for about three months before application. If storage is not possible, then the fresh urine should only be applied to tall standing crops. Examples of such crops are: banana, plantain, papaya, oranges, avocado and mango.

Hygiene. Hygiene considerations Human urine is generally free of pathogens (germs) when excreted by a healthy person. However, postexcretion crosscontamination, e.g., from separating toilets, may occur. Therefore, urine should never be applied directly onto the part of the plant to be harvested and crops should not be fertilized within a month before harvest. Naturally, as with all other manures, hand washing after working with urine is strongly recommended.

Aussie scientist calls for human urine fertiliser ABC Science Online's Dani Cooper Updated 10 Jul 2007, 9:57am

Chemosphere 84 (2011) 832–839



Contents lists available at ScienceDirect

Chemosphere

journal homepage: www.elsevier.com/locate/chemosphere



Global potential of phosphorus recovery from human urine and feces

James R. Mihelcic^{a,*}, Lauren M. Fry^b, Ryan Shaw^b

^a Civil and Environmental Engineering, University of South Florida, United States

^b Civil and Environmental Engineering, Michigan Technological University, United States



Available online at www.sciencedirect.com



Bioresource Technology 98 (2007) 214–217

BIORESOURCE
TECHNOLOGY

Short Communication

Pure human urine is a good fertiliser for cucumbers

Helvi Heinonen-Tanski^{a,*}, Annalena Sjöblom^b, Helena Fabritius^c, Päivi Karinen^a

^a Department of Environmental Sciences, University of Kuopio, P.O. Box 1627, FIN 70211 Kuopio, Finland

^b Västansjö municipality, Lammalavägen 105, FIN 25830 Västansjö, Finland

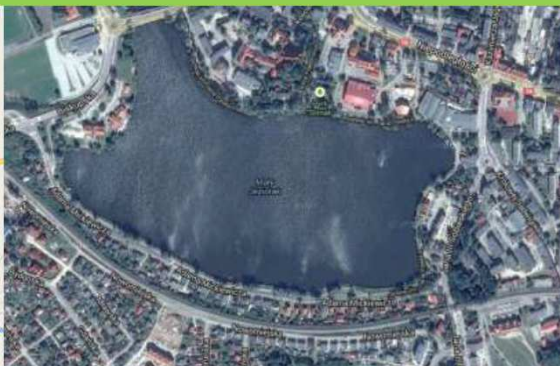
^c Åboland Swedish Farmers Organisation, FIN 25700 Kimito, Finland

Received 24 May 2004; received in revised form 29 September 2005; accepted 25 November 2005

Available online 18 January 2006

Woda deszczowa

Wpływ specyficzności zlewni na degradację Jeziorak Mały w Ławie –
Pracownia Hydrobiologii Stosowanej Toruń 2014



Rys. 9. Lokalizacja poboru prób spływu powierzchniowego



1- jez. przed deszcz.; 2- po deszczu;
3- spływ po 1 h; 4- spływ po ok. 4 h;
5- woda deszczowa control

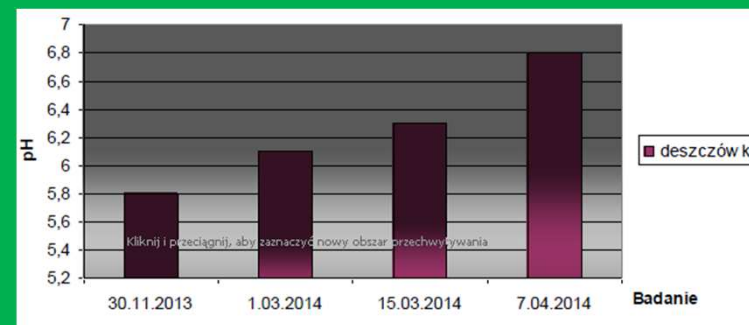
Zawartość fosforu w jeziorze po deszczu

Data	Zawartość fosforu [PO_4 mg/l]		Średnia [PO_4 mg/l]
	próba 1	próba 2	
12.04.2013	0,4	0,28	0,34
2.11.2013	0,49	0,55	0,52
30.11.2013	0,74	0,95	0,85
1.03.2014	0,55	0,46	0,51
15.03.2014	0,4	0,28	0,34
7.04.2014	0,18	0,28	0,23

Zawartość fosforu w wodzie deszczowej - control

Nr badania	Data	Zawartość fosforu [PO_4 mg/l]		Średnia [PO_4 mg/l]
		próba 1	próba 2	
1	12.04.2013	0,86	0,52	0,69
2	2.11.2013	0,77	1,41	1,09
3	30.11.2013	1,41	1,32	1,37
4	1.03.2014	1,14	0,92	1,03
5	15.03.2014	0,46	0,83	0,65
6	7.04.2014	0,43	0,21	0,32

Wyniki okazały się zdumiewające, ilość fosforu w wodzie deszczowej przewyższa zawartość fosforu w spływie powierzchniowym – zwłaszcza w okresie zimy - ogrzewanie ?! – spalanie śmieci, plastików, opon ? ? ! !



Fosforowodór

Krówka Leśna – Bory Tucholskie czerwiec 2017 – zajęcia dydaktyczne-
W wodzie deszczowej stwierdzono 1,247 mg PO₄/l – źródło ?

Phosphina PH₃,

Fosforowodór skuteczny, ale...

Prof. dr hab. Stanisław Ignatowicz SGGW, Warszawa

Jedynym obecnie stosowanym fumigantem jest fosforowodór, który powstaje pod wpływem wilgoci z fosforków glinu lub magnezu. Czysty fosforowodór jest bezbarwny, bez smaku i zapachu. Świeżo powstały z preparatów zawierających fosforki metali ma lekki zapach czosnku lub rozkładającej się ryby. Zapach amoniaku powstaje z określonych form użytkowych zawierających węglan amonu i służy jako czynnik ostrzegający. Fosforowodór jest tylko 1,2 razy cięższy od powietrza, więc z łatwością się z nim miesza.

Phosphine in the Urban Air of Beijing and Its Possible Sources. Water, Air, and Soil Pollution 116: 597–604, 1999.

The maximum phosphine concentrations in these gas samples were 41 (marsh gas, paddy field), 135 (marsh gas, reservoir), 1062 (landfillgas) ng m⁻³, and in the ambient air samples 146 (air, paddy field), 166 (air, reservoir), and 71 (air, refuse tips) ng m⁻³.

Front. Environ. Sci. Engin. China 2007, 1(1): 120–124
DOI 10.1007/s11783-007-0022-4

RESEARCH ARTICLE

Effects of environmental factors on the production and release of matrix-bound phosphine from lake sediments

GENG Jinju (✉)¹, WANG Qiang¹, NIU Xiaojun², WANG Xiaorong¹

¹ State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse, School of Environment, Nanjing University, Nanjing 210093, China
² South China University of Technology, School of Environmental Science and Engineering, Guangzhou 510641, China

Fluidyzacja osadów dennych , Jezioro Zdrowskie

Stwierdzana już w wielu innych jeziorach. Makrofity nie zakotwiczą się korzeniami. Z kładek jajowych nie rozwijają się larwy. **Swobodny przepływ fosforu.**

WODA

Widzialność krążka Secchi'ego – 0,7 m fosforuwiosną – 0,5 – 0,4 m latem i jesienią).

Zawartość chlorofilu *a* – 40 -70 $\mu\text{g l}^{-1}$.

W fitoplanktonie dominowały sinice tworząc częste, intensywne zakwity. W maju 2009 99.2-99.7% fitoplanktonu tworzyła *Lyngbia limnetica* (wg WIOŚ Płock)

Wiosną 2006 w zooplanktonie dominowały *Rotatoria*, natomiast latem i jesienią najliczniejszą grupą były pierwotniaki (***Ciliata***) - 1430 osobników l^{-1} (wg WIOŚ Płock) .

OSADY

Zawartość fosforu (P-tot) na 7 stanowiskach z osadami mulistymi wahała się od 0.491 do **2.247 mg P g⁻¹ dm**.

Uwodnienie 95-96%.

Zawartość materii organicznej – 45,5% -56.7%.

W wodzie **interstycjalnej** stwierdzono 92.2 -133.3% nasycenia tlenem i pH -8.09 – 8.72 (**wartości porównywalne do stwierdzanych w toni wodnej**).

Bardzo ubogi bentos, tylko 1 gatunek (*Chironomus* sp.) w zagęszczeniu 22 osobników m^{-2} - 2 osobniki/3 chwytacze Eckman 'a (wg J. Żbikowski).

Analiza stanowisk w rejonie ujścia Wielkiej Strugi - rejon pomiędzy stanowiskami 1-3, ujawniła szczególne cechy osadów :

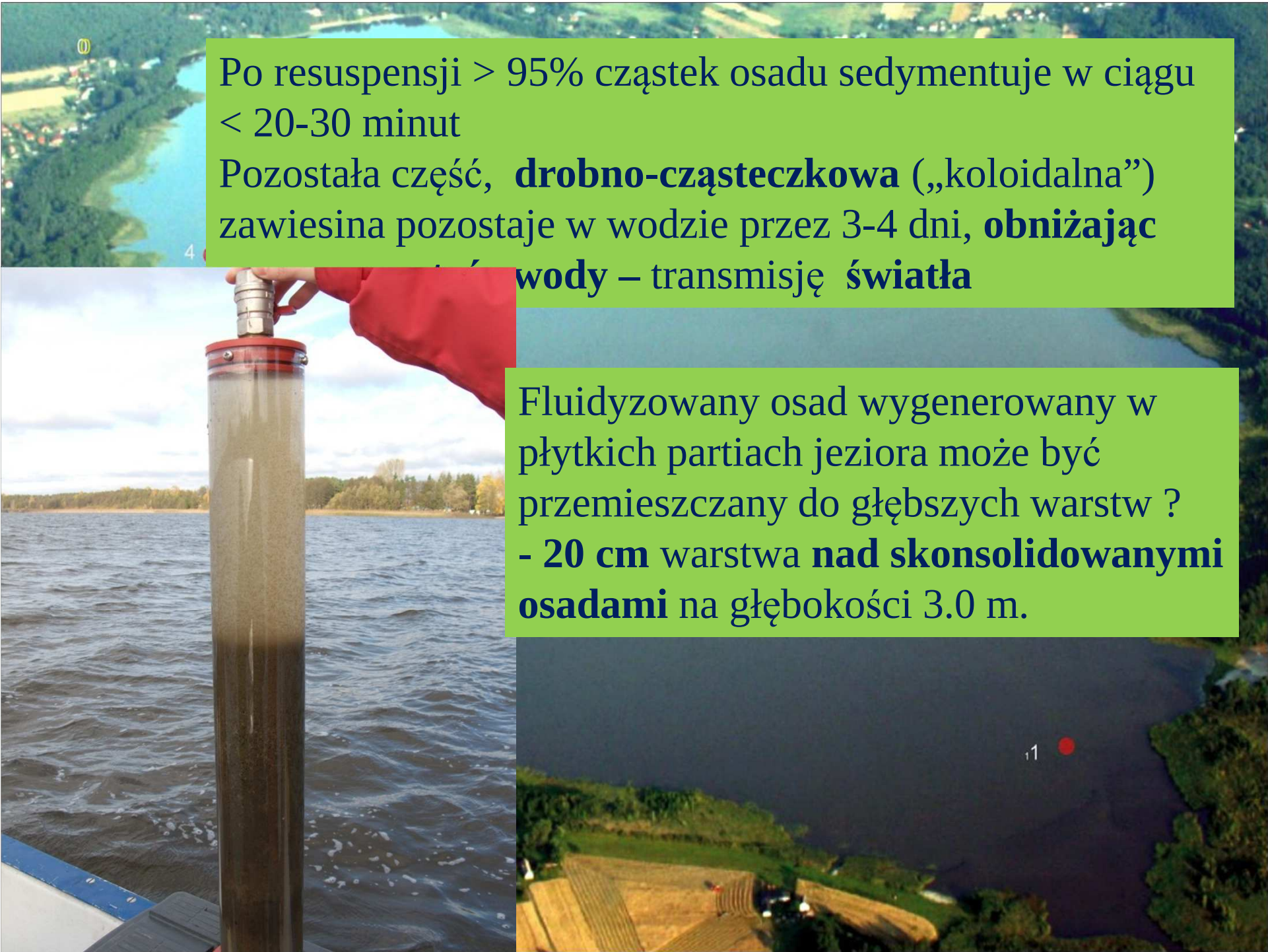
- uwodnienie nawet 97%
- zawartość materii organicznej – 67%
- brak konsolidacji (**fluidyzacja**)

Osady **pozostają płynne** po 1 roku przechowywania w lodówce



Powierzchnia osadów z głębokości 3-3,5 m (lewy) i 1,5 m (prawy) - HDR





Po resuspensji > 95% cząstek osadu sedimentuje w ciągu < 20-30 minut

Pozostała część, **drobno-cząsteczkowa** („koloidalna”) zawiesina pozostaje w wodzie przez 3-4 dni, **obniżając**

przejrzystość wody – transmisję światła

Fluidyzowany osad wygenerowany w płytkich partiach jeziora może być przemieszczany do głębszych warstw ?
- **20 cm** warstwa **nad skonsolidowanymi osadami** na głębokości 3.0 m.

Stwierdzono **niezwykle niską liczebność** podstawowych grup funkcyjnych **bakterii** w osadach rejonu 1-3 (wg. M. Walczak)

Typ bakterii	Pochodzenie osadów		
	Jezioro Zdrowskie	Jezioro Brzeźno	Jezioro Chełmżyńskie
Bakterie heterotroficzne [komórki w 1g suchej masy osadów]	208 000,00	840 000,00	3 000 000,00
Bakterie z grupy coli [komórki w 1 cm ³ świeżych osadów]	240,00	46,00	b.d.
Bakterie E. coli [komórki w 1 cm ³ świeżych osadów]	4,50	0,00	b.d.
Rozkładające skrobię [%]	6	41	20
Rozkładające tłuszcz [%]	73	59	50
Wytwarzające indol [komórki w 1 cm ³ świeżych osadów]	0,00	0,00	b.d.
Wytwarzające siarkowodór [komórki w 1 cm ³ świeżych osadów]	4,50	2,50	40 000,00
Uczestniczące w krążeniu azotu:	[komórki w 1 cm ³ świeżych osadów]		
denitryfikacyjne	3,50	2 000,00	300 000,00
nitryfikacyjne	0,00	0,00	0,00
Rozkładające białko (amonifikacyjne)	140,00	1500,00	100 000,00
Rozkładające mocznik	25,00	140,00	200 000,00

Chironomidae mogą się rozwijać
na twardym podłożu zatopionym
w fluidyzowanym osadzie.





Zdjęcie - marzec 2011 -

Osady pobrane w październiku 2010 na stanowisku1:

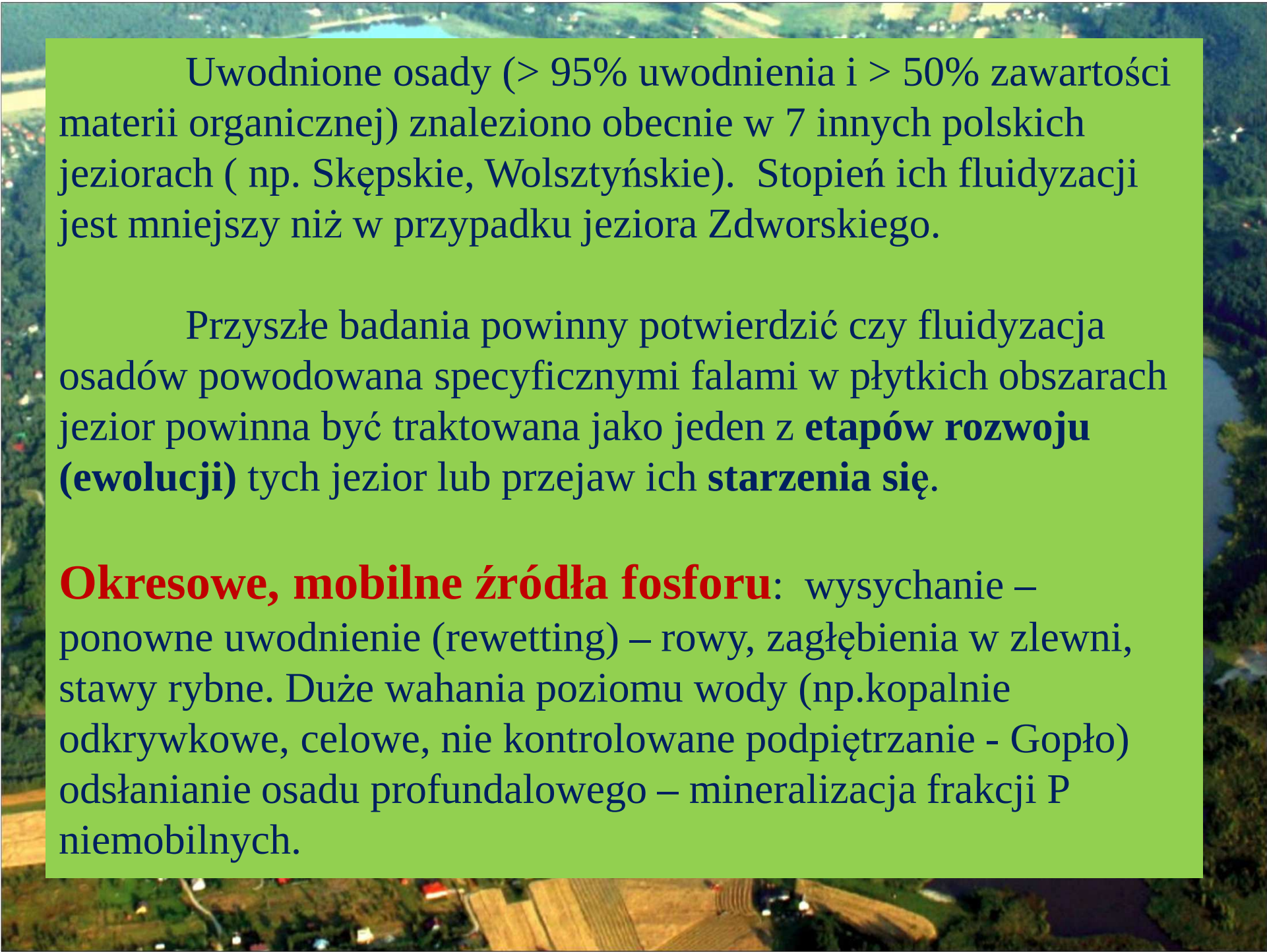
Konsolidacja płynnego osadu – dodane 4% w/w bentonitu.

22 dni później pojawiły się domki *Chironomidae*, nastąpił wylot małych osobników na powierzchni zostały *exuvia* poczwarek. **Jaki czynnik** decyduje o rozwoju jaj ?



A photograph of a glass jar containing a dark, layered sediment sample. The sediment is dark brown to black, with visible horizontal layering or banding. Several thin, green plant roots are growing through the sediment, extending from the top right towards the bottom left. The jar is placed on a light-colored, textured surface. The image is framed by a green border on the left and right sides.

Fluidyzowany osad po konsolidacji

An aerial photograph of a lake and its surrounding landscape, showing green fields, some buildings, and a road. The image is used as a background for the text.

Uwodnione osady ($> 95\%$ uwodnienia i $> 50\%$ zawartości materii organicznej) znaleziono obecnie w 7 innych polskich jeziorach (np. Skępskie, Wolsztyńskie). Stopień ich fluidyzacji jest mniejszy niż w przypadku jeziora Zdworskiego.

Przyszłe badania powinny potwierdzić czy fluidyzacja osadów powodowana specyficznymi falami w płytkich obszarach jezior powinna być traktowana jako jeden z **etapów rozwoju (ewolucji)** tych jezior lub przejaw ich **starzenia się**.

Okresowe, mobilne źródła fosforu: wysychanie – ponowne uwodnienie (rewetting) – rowy, zagłębienia w zlewni, stawy rybne. Duże wahania poziomu wody (np.kopalnie odkrywkowe, celowe, nie kontrolowane podpiętrzanie - Gopło) odsłanianie osadu profundalowego – mineralizacja frakcji P niemobilnych.

SUKCESY

2008 – 0,4 m

Jezioro Winiary „Regime shift”

Odniesienie sukcesu, czyli wyleczenie jeziora, odzyskanie jego walorów estetycznych i użytkowych, daje dużo satysfakcji i poczucie wartości gromadzonej przez lata wiedzy.

Rola „Window of opportunity”



2010



2010 – 4,2 m

The 3 "Best" LIFE Environment Projects 2011

ES-WAMAR

Environmentally-friendly management of swine waste based on innovative technology: a demonstration project set in Aragón (Spain)

[web summary](#) | [website](#) | [layman's report](#)

Beneficiary: SODEMASA - Sociedad de Desarrollo Rural de Aragón S. A. U.

BATinLoko

Environmental performance indicators and their relation with economic factors in textile BAT implementation

[web summary](#) | [website](#)

Beneficiary: Centro Technologico das Industrias Têxtil e do Vestuário de Portugal

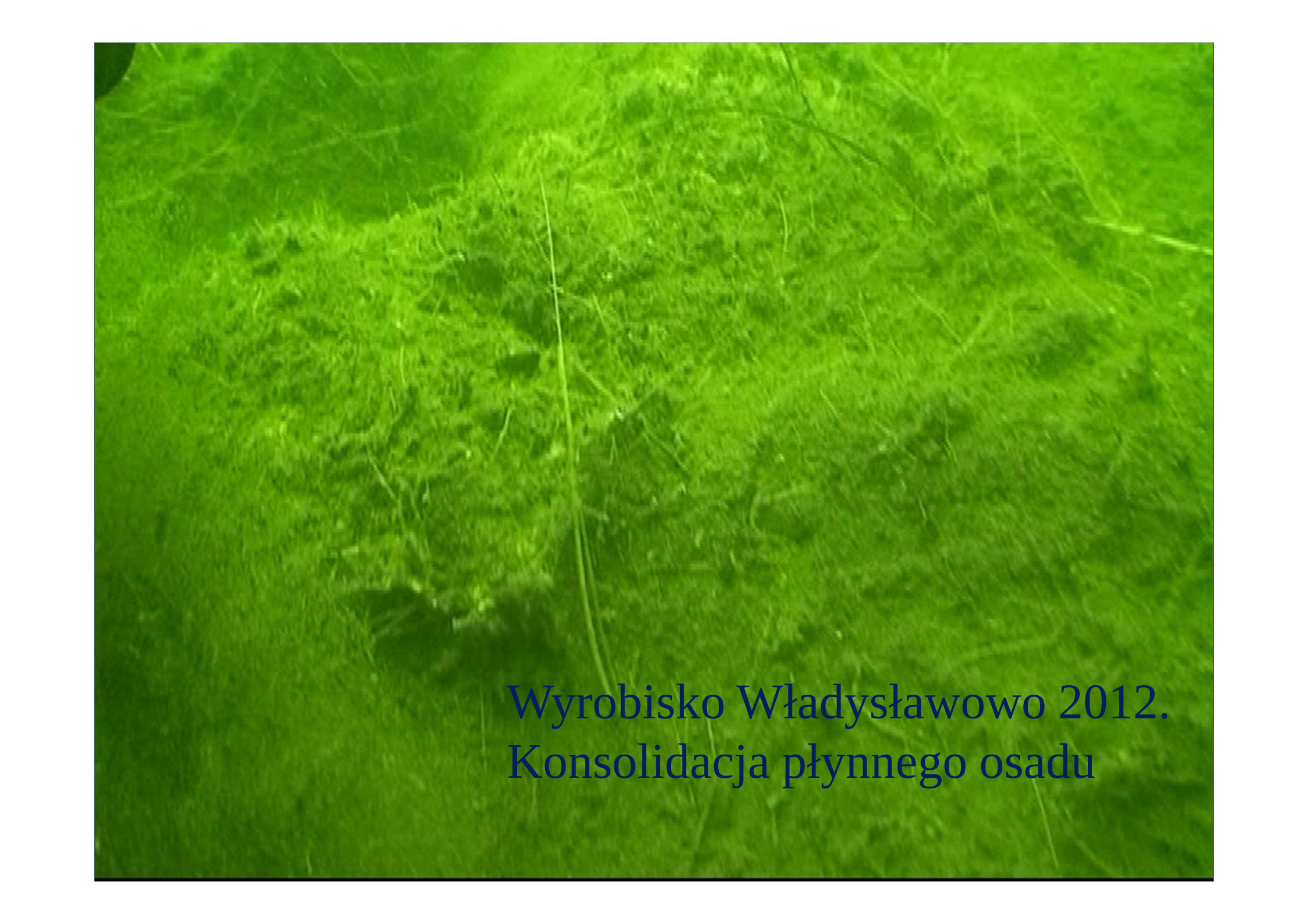
Lake recult. in Gniezno

Recultivation of Jelonek and Winiary lakes in Gniezno by inactivation of phosphorus in bottom sediments

[web summary](#) | [website](#) | [layman's report](#)

Beneficiary: Town of Gniezno

25.05.2012



Wyrobisko Władysławowo 2012.
Konsolidacja płynnego osadu

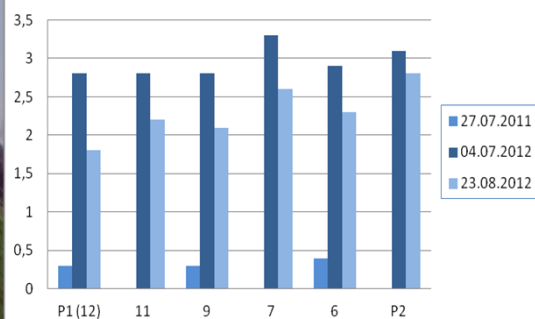
Ecosystem memory – *Spongilla lacustris* colonies.

Dormant asexual reproduction gemmules active after 5 years

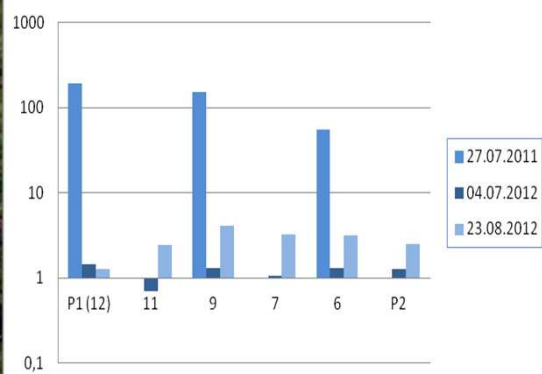
Barley straw bales



widzialność (m)



chlorofil a ($\mu\text{g/l}$)



Lotos Rafinery Reservoir 2012



NIEPOWODZENIE

Jezioro Jelonek:

- mimo większych niż w Winiarach wysiłków, także **dawek Pix'u i Phoslock'u**
- **brak sukcesu.**

- Zauważalna poprawa jakości wody, przezroczystości i mniejszego udziału sinic w fitoplanktonie.

Po fakcie dowiedzieliśmy się od urzędników, że w Gnieźnie funkcjonuje **stara , zintegrowana sieć kanalizacyjna** zbierająca również wodę deszczową.

Podczas intensywnych, nawaalnych opadów, na powierzchnię ulicy prowadzącej do jeziora wydostaje się **odtleniona, zawierająca dużo fosforu i materii organicznej, mieszanina ścieków i wody deszczowej** i wpływa wprost do Jelonka.

Lake Jelonek -14.07.2014 – Catastrophe . 07-15 July 20.0 litres of rain water/m²



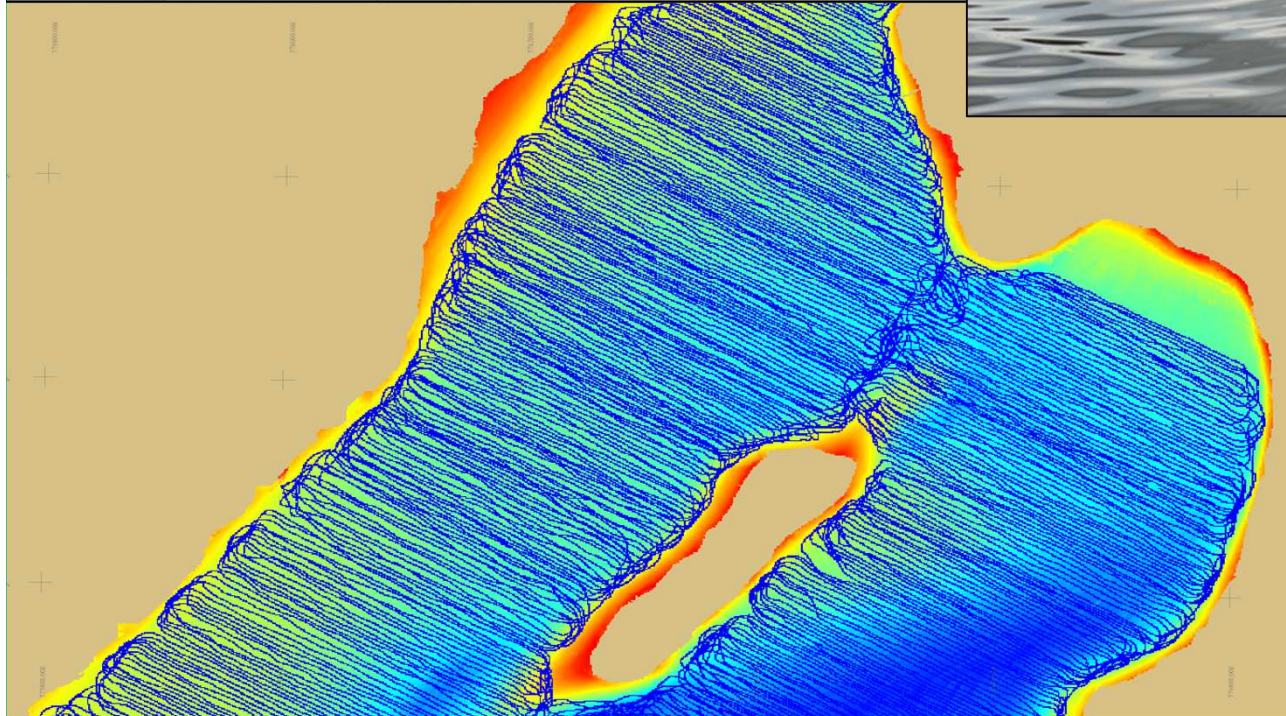
Station Parameter	1	2	3	4	5
O ₂	4,48	1,63	0,89	0,57	1,62
BOD ₅	4,13 ±0,74	4,87 ±0,87	5,9 ±1,1	25,8 ±4,6	7,8 ±1,4
ChOD	41 ±7	75 ±13	78 ±14	136 ±24	78 ±14
P-Tot	0,545	0,448	0,390	1,37	0,402
PO ₄	1,66 ±0,28	0,66 ±0,11	0,580 ±0,096	3,70 ±0,61	0,580 ±0,096
pH	7,8 ±0,6	7,3 ±0,5	7,4 ±0,5	7,2 ±0,5	7,4 ±0,5
Suspension	43 ±16	20,0 ±7,7	19,0 ±7,3	42 ±16	21,0 ±8,1
Chlorophyll "a"	3,1	7,4	2,9	3,9	2,8

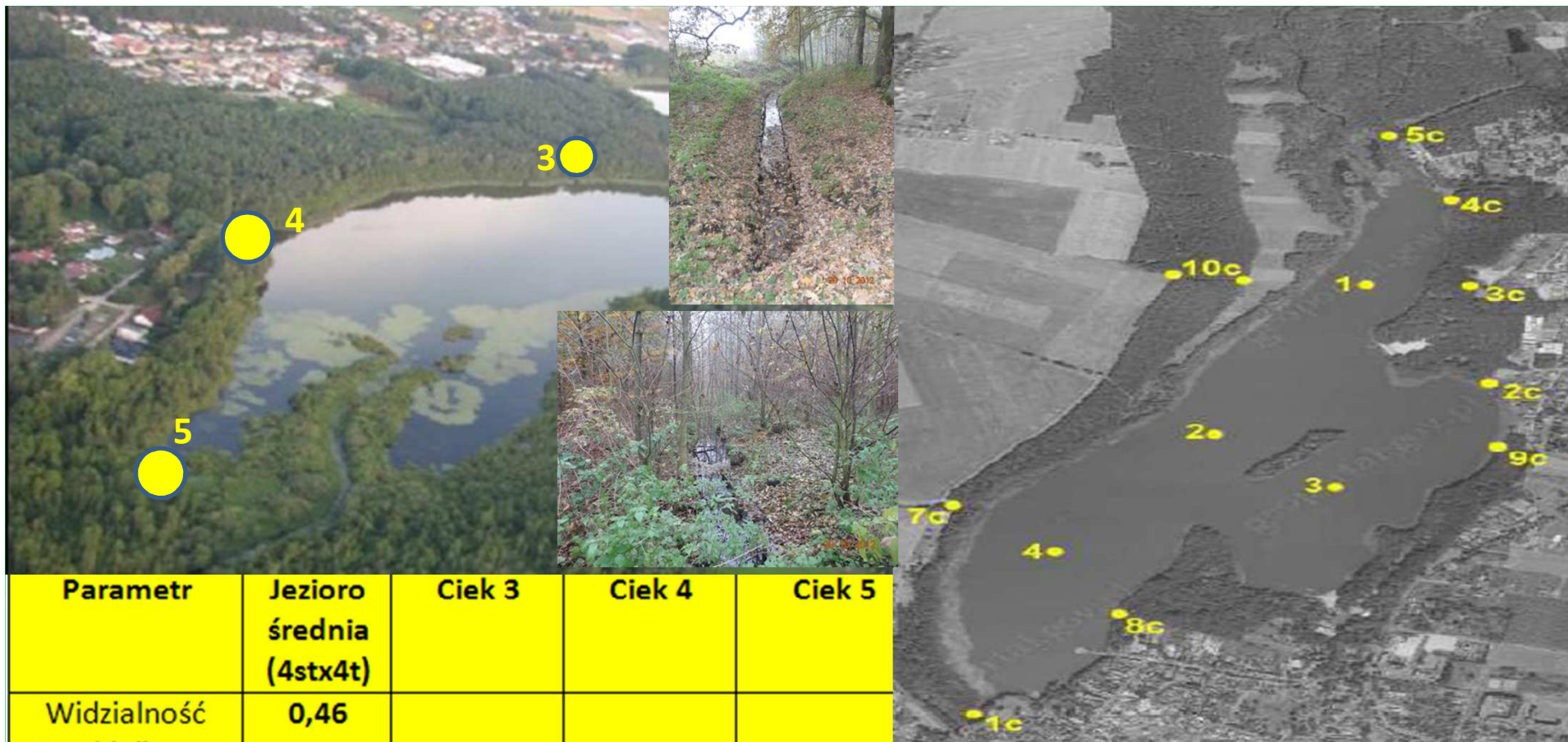
Lake Jelonek -15.07.2014 – Catastrophe – mass fish kills.



Lake Wolsztyńskie.

Inactivation of phosphate **directly** in sediments during controlled resuspension

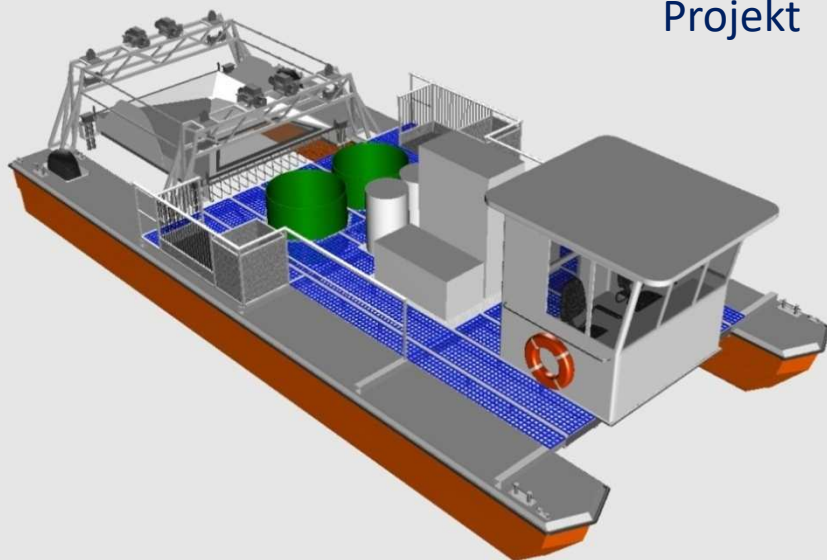




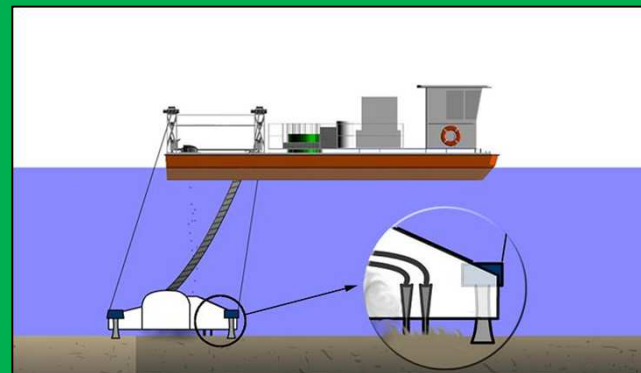
Parametr	Jezioro średnia (4stx4t)	Ciek 3	Ciek 4	Ciek 5
Widzialność Secchi disc m.	0,46			
Zawiesina organiczna mg s.m./l	20,5			
Zawiesina mineralna mg s.m./l	26,1		42,0 - VII	148,0 - VII
Chlorofil <i>a</i> µg/l	9,6			
PO ₄ mg/l	0,031	1,250 - IX 2,120 - XI		0,580 - VII 0,740 - IX

Lake Wolsztyn – inflows, usually dry during summer, but during heavy rainfall carrying high load of phosphate and suspension

Projekt



„Proteus” dwu-modułowa jednostka do aplikacji koagulantu **w czasie wymuszonej, kontrolowanej resuspensji osadu.**



Moduł podwodny

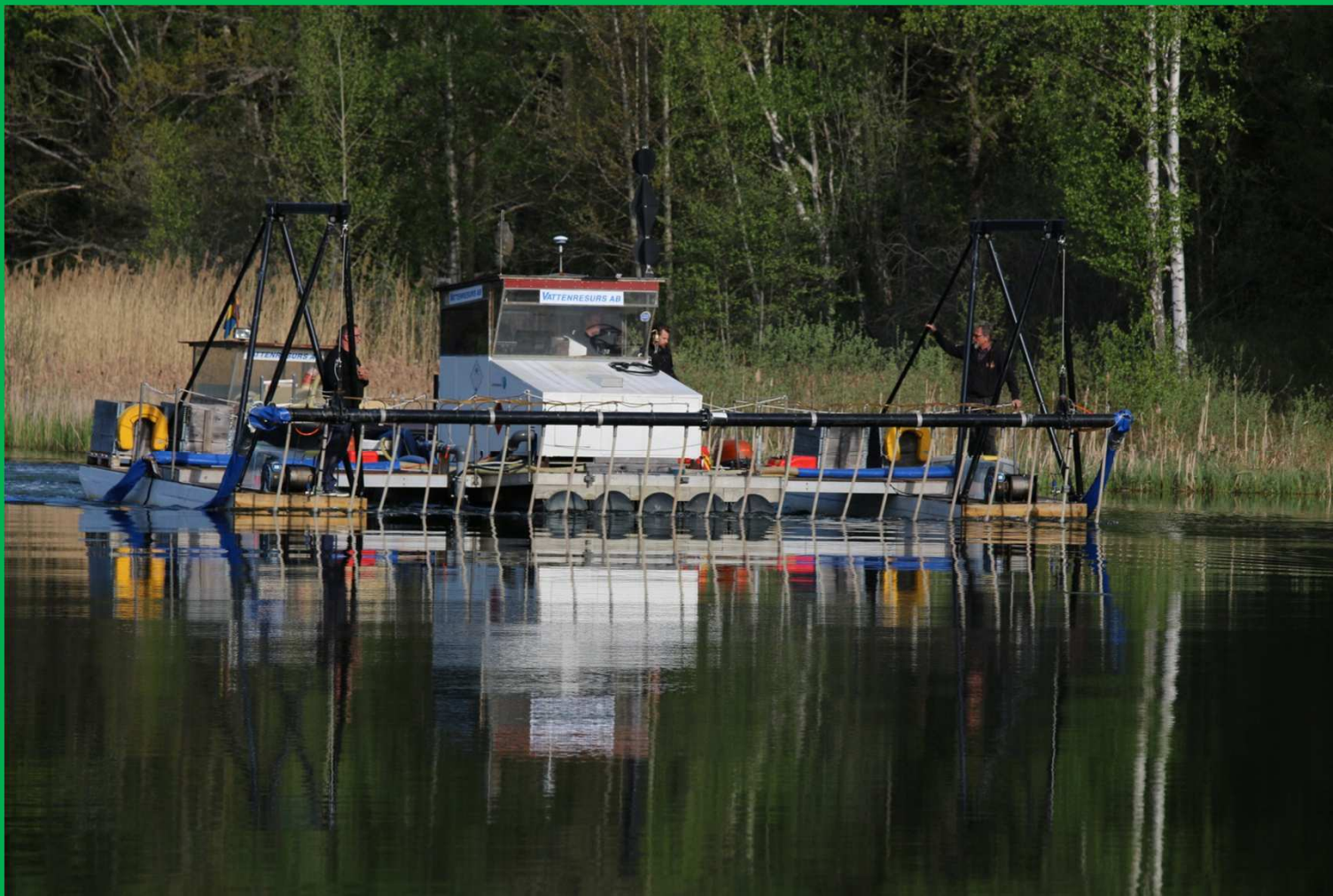


Moduł nawodny





A newly developed Injection method for aluminum treatment in eutrophic lakes: Effects on water quality and phosphorus binding efficiency



Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska
Zakład Hydrobiologii stosowanej

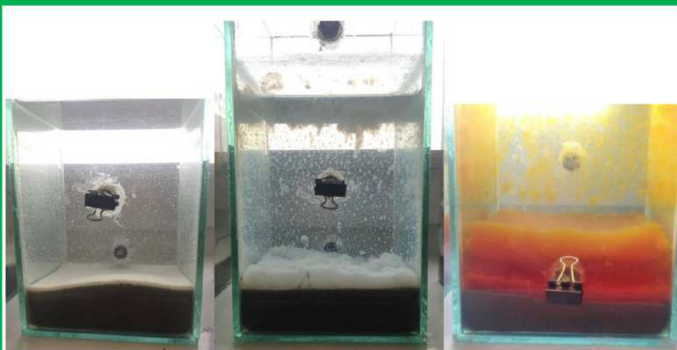
Angelika Hanna Kwiatkowska
Nr Albumu 245092

Praca magisterska
na kierunku Ochrona Środowiska

Trwałość inaktywacji fosforu w osadach dennych za
pomocą koagulantów podawanych do toni wodnej

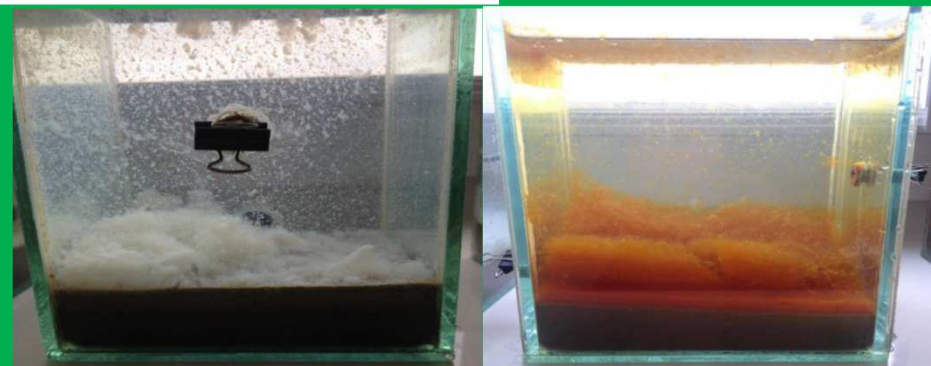
Opiekun pracy dyplomowej
Dr hab. Ryszard Wiśniewski, prof. UMK

Toruń 2015



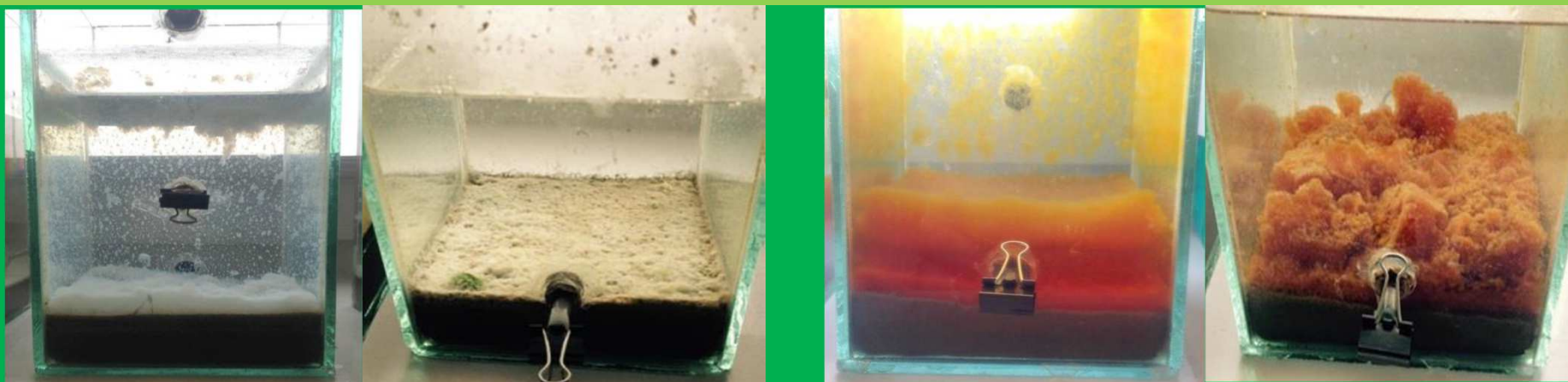
Ryc. 19. Warstwy utworzone z koagulantów podanych do toni wodnej od lewej: Phosloc, PAX, PIX.

**Aplikacja
koagulantu
do toni
wodnej**



Skutek przepływu zimnej wody nad warstwą koagulantu

Zmiany po 3 miesiącach. W wodzie -zawartość glinu =0,317 mg Al /l, żelaza =0,469 mg Fe/l.



Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska

Dawid Strzelecki
Nr albumu: 227471

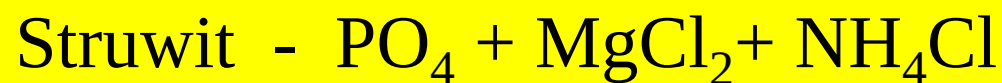
Praca magisterska
na kierunku Ochrona Środowiska

**Alternatywne źródła energii – połączenie rekultywacji
jezior z odzyskaniem fosforu z osadów dennych w
postaci struwitu**

Opiekun pracy dyplomowej
Dr hab. Ryszard Wiśniewski, prof. UMK
Pracownia Hydrobiologii Stosowanej

Toruń 2013

METODA ?



Próba	Zawartość fosforanów w próbce przed krystalizacją {mg/l}	Zawartość fosforanów w próbce po krystalizacji [mg/l]	Skuteczność wbudowania fosforanów [%]
1	4,11	1,06	74,00
2	4,76	1,93	59,50
3	4,52	1,53	66,00

Odzyskiwanie fosforu z osadów:

Elektrochemia
Magnetyzm - magnetyty

Inaktywacja fosforu w osadach dennych - i co dalej ?

- Nowe dostawy P ze zlewni
- Konieczność powtarzania kosztownej inaktywacji
- Ryzyko katastrofy na skutek uwolnienia z osadów nagromadzonego fosforu

-inLAB UMK

- **zintegrowana metoda rekultywacji jezior:**

- Rozłożone w czasie wypompowywanie organicznego osadu (Zdworskie 50 – 67% materii organicznej)
 - odsączanie osadu w worach geotektylnych z blokowaniem fosforu
 - produkcja torfu – alternatywna energia – spalanie, zgazowywanie
 - ekstrakcja PO_4 z popiołu
- dodanie NH_4 i Mg – krystalizacja struwitu
- Praca mgr 2013, zespół wdrożeniowy, studium wykonalności

NOWY PROBLEM

**Jezioro Zdworskie - kolorowa woda
(colored water) – DOM, DOC , HS**

Zawiesina - $< 5 \text{ mg s.m./l}$

Chlorofil – $5-7 \mu\text{g/l}$

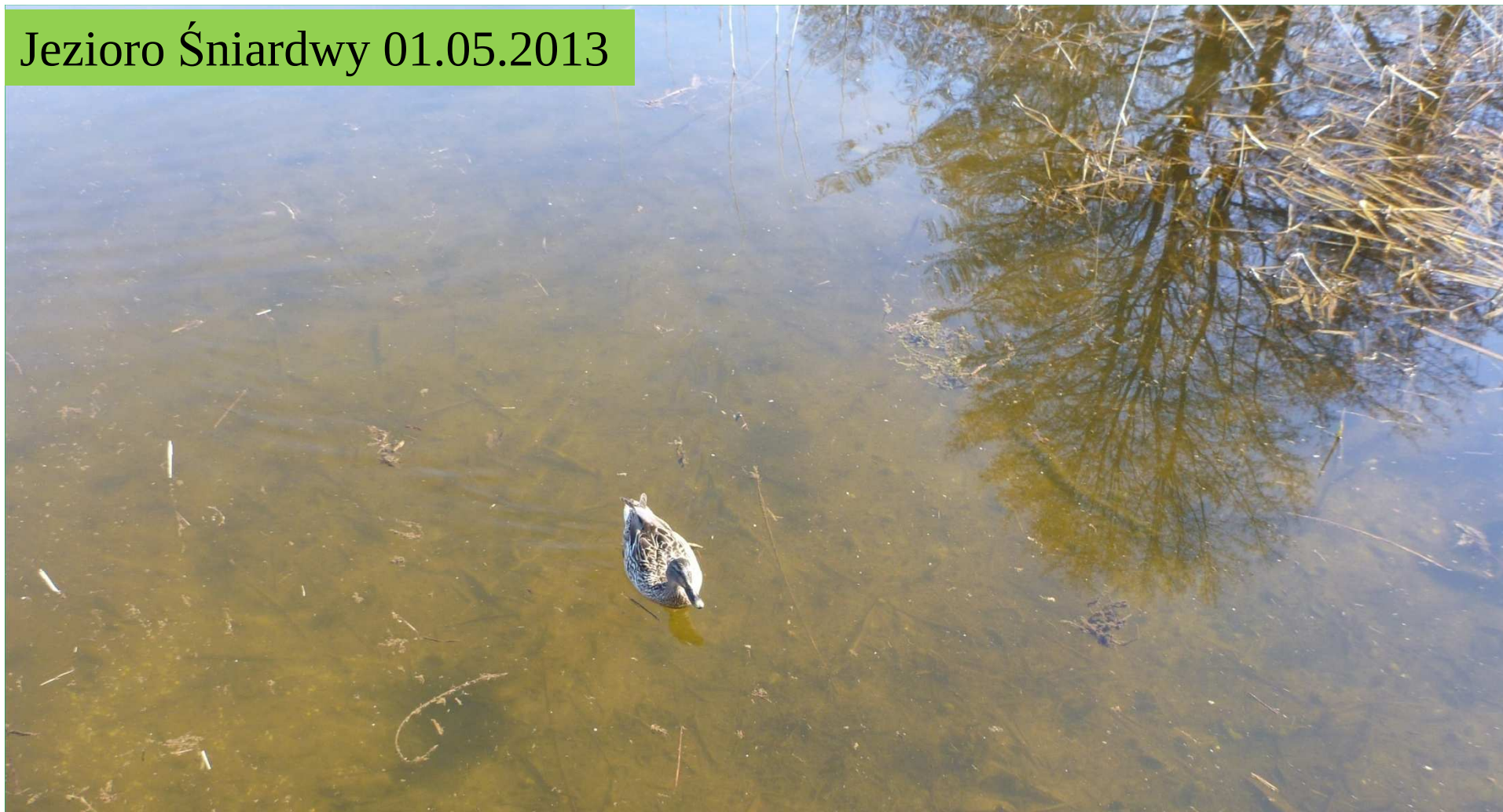
Fosfor w wodzie – $0,03 - 0,05 \text{ mgPO}_4/\text{l}$

Widzialność krążka Secchiego - $< 0,5 \text{ m}$

pH – $7,5 - 8,0 !!!$ – HS?

17 kwiecień 2013

Jezioro Śniardwy 01.05.2013



Globalne zmiany klimatyczne

Deszcze „10-letnie „ 70 l/m² w 1 tygodniu, 200-300 l/m²/rok

Zlewnia leśna – filtr, czy źródło kolorowej wody

Jeziora Mazurskie – w ciągu kilku dni (18-26 kwietnia 2013)

zniknięcie lodu i ponad 0,5 m warstwy śniegu

Podsumowanie? Zasady, uwarunkowania rekultywacji zbiornika wodnego – wybrane wnioski

Podejmując jakiegokolwiek działania rekultywacyjne powinno się mieć na uwadze, że:

- to fizyczne bądź chemiczne, zewnętrzne i wewnętrzne czynniki środowiskowe mogą spowodować głębokie zmiany, destabilizować ekosystem wodny i zepchnąć go do jednego z dwu alternatywnych stanów stabilnych
- to elementy biologiczne i uwarunkowane nimi procesy zachodzące w ekosystemie wodnym stabilizują i utrwalają istniejący stan
- dla poprawy sytuacji w zdegradowanym jeziorze nie wystarczy przywrócić jego stan do sytuacji przed zakłóceniem. Wiele sprzężeń zwrotnych w jeziorze utrwała stan po zmianach i jeziora wykazują „resilience”, czyli odporność na zabiegi rekultywacyjne

Dziękuję za uwagę

Jezioro Gopło (Zatoka Potrzymionek) 1970, dziś poniżej 1,0 m SD