

Zrównoważona rekultywacja jezior na tle innych metod rekultywacji

*Prof. dr hab. Ryszard Gołdyn
Zakład Ochrony Wód
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
w Poznaniu*

KONFERENCJA NAUKOWA

Metody rewitalizacji wód



SZCZECINEK
26-27 X 2017

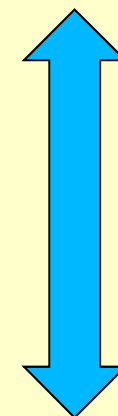


Czy takie zakwity
wody są
konieczne?

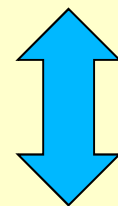


Przyczyny degradacji jezior

1. Ścieki komunalne i/lub przemysłowe
2. Ścieki burzowe
3. Zanieczyszczenia obszarowe
4. Zanieczyszczenia rozproszone
5. Zasilanie wewnętrzne z osadów dennych



Źródła
zewnętrzne



Źródło
wewnętrzne

Chronić czy rekultywować?

Zabiegi ochronne

- Odcięcie punktowych źródeł zanieczyszczeń (ścieki komunalne i przemysłowe, wody deszczowe)
- Ograniczenie dopływu zanieczyszczeń przestrzennych (pasy zadrzewień, łąki, zmiany w gospodarce rolnej, obszary ochronne zbiorników wodnych)
- Rowy opaskowe
- Zmniejszenie ładunku biogenów docierającego z wodami dopływów (oczyszczalnie rzeczne)

Jezioro Sławskie (powiat wschowski) – przykład samorekultywacji



Pow. 8,28 km²

Głębokość maksymalna 12,3 m

Głębokość średnia 5,2 m

W 2008 r. wybudowano
3-stopniową oczyszczalnię
ścieków. Oczyszczone ścieki
trafiają na pola filtracyjne
kilkanaście kilometrów od jeziora.

Stan czystości jeziora poprawia się sukcesywnie. Od 2010 r. zakwity sinicowe pojawiają się tylko wczesną jesienią, w czasie rozpoczęcia miksji wody. W listopadzie 2011 r. przezroczystość wody wynosiła już 5,1 m.

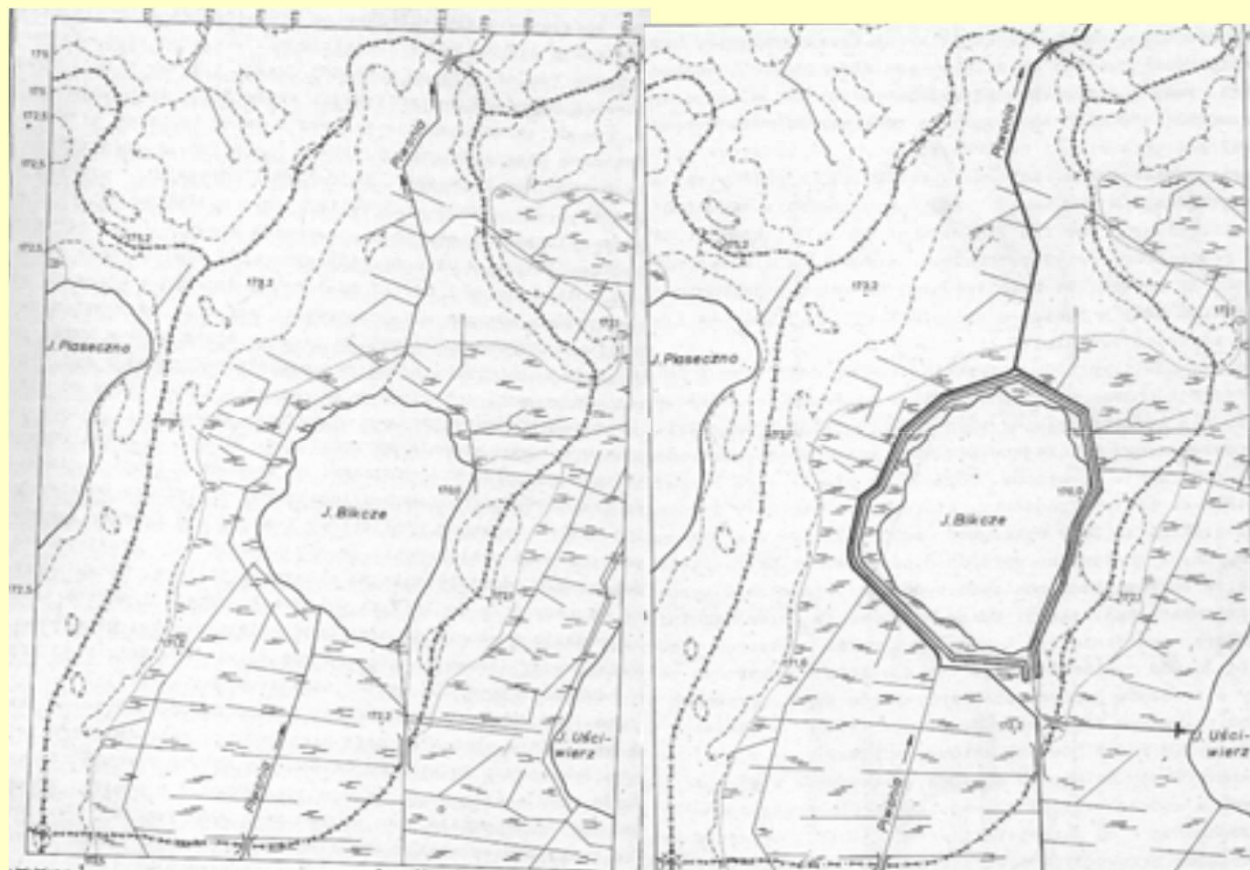
Przygotowanie poletek w Sławie



Pola filtracyjne dla
doczyszczania ścieków ze
Sławy



Rów opaskowy wokół jeziora Bikcze – Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie



Pow. 85 ha
Głęb. maks. 3,3 m
Obj. 1,3 mln m³

W 1969 r. jezioro otoczono rowem opaskowym, którym wody Piwonii oraz ze zlewni bezpośrednio odprowadzone zostały poza jezioro.

Stan czystości

1969 r. – pozaklasowe

1995 r. – III

2000 r. – II

Wojciechowski I., 1987. Ekologiczne podstawy kształtowania środowiska. PWN, Warszawa

Rodzaje rekultywacji

Rekultywacje techniczne

- Usuwanie osadów dennych
- Usuwanie wód naddennych
- Natlenianie wód
- Strącanie fosforu z toni wodnej
- Inaktywacja fosforu w osadach dennych

Rekultywacje biologiczne

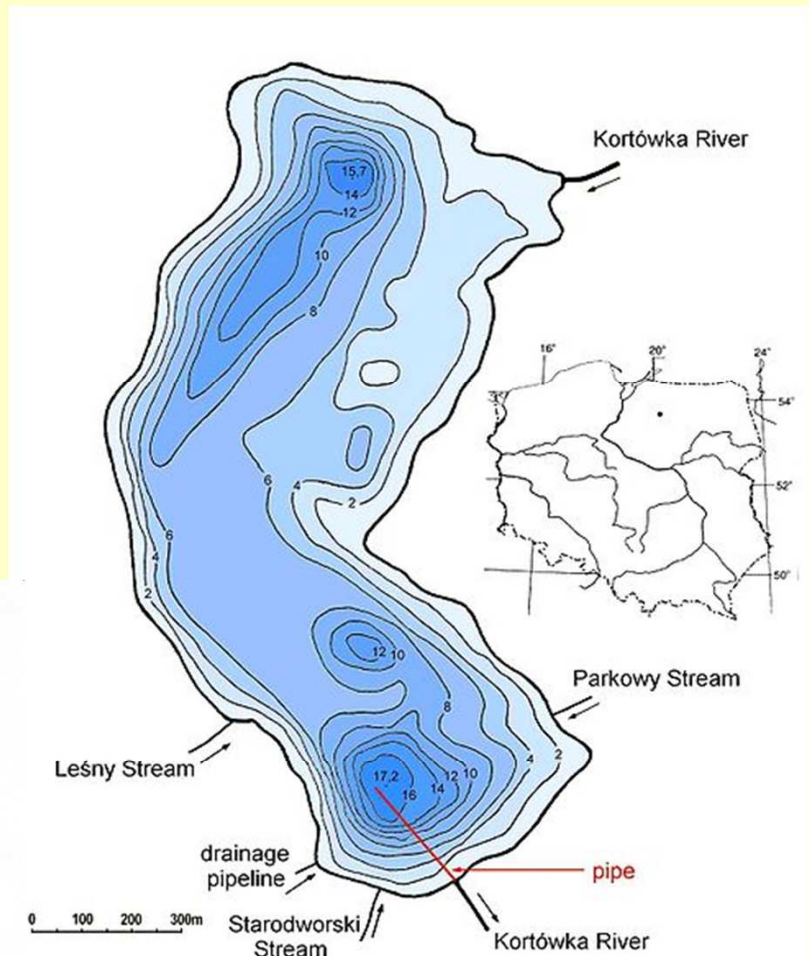
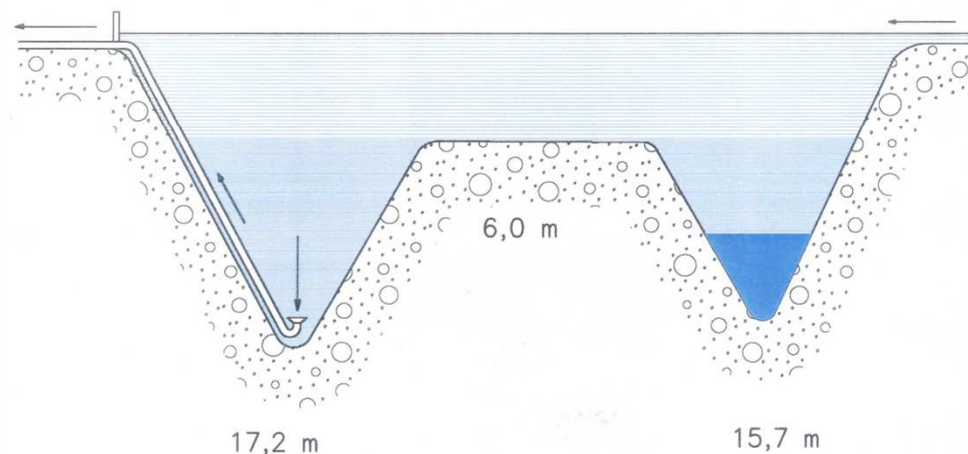
- Biomanipulacja
- Usuwanie makrofitów
- Wykorzystanie preparatów mikrobiologicznych
- Zakładanie sztucznych wysp
- Zastosowanie słomy jęczmiennej

Usuwanie osadów dennych

- Płytkie **jez. Trummen** w Szwecji – ścieki z zakładów Inniarskich, spuszczone od 1940 r. zostały odcięte w 1958 r. Widzialność wynosiła 20 cm – silne sinicowe zakwity wody.
- W ciągu dwóch sezonów letnich 1970 i 1971 usunięto warstwę 1 m organicznych osadów dennych (600 tys. m³ osadów z zawartą w nich wodą).
- Zsedymetowane i wysuszone osady wykorzystano do nawożenia, natomiast wodę po strąceniu fosforu zawrócono do jeziora.
- Po rekultywacji stwierdzono zmniejszenie stężenia **fosforu** o ok. **90%** i **azotu** o ok. **80%** i wzrost przezroczystości wody do 0,6-0,8 m. Zawartość tlenu w przydennych warstwach wody nigdy nie spadała poniżej 7 mg/l.

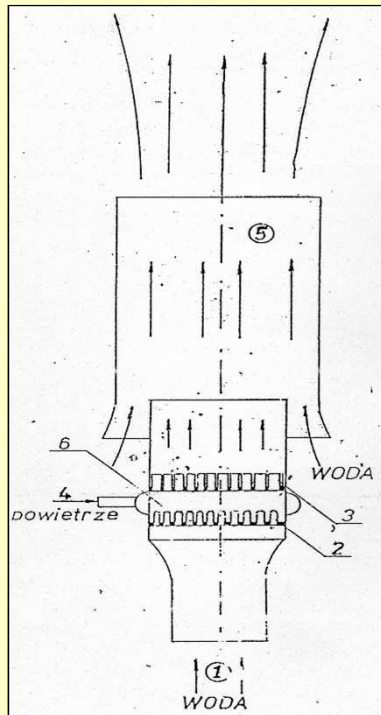
Usuwanie wód naddennych

Jezioro Kortowskie w Olsztynie, rekultywowane od 1956 r. Metoda od pomysłodawcy nazwana metodą Olszewskiego. Nowy rurociąg o średnicy 60 cm, długości 250 m, wydajności maksymalnej 250 litrów na sekundę zamontowano w 1976 r. Jego wlot znajduje się w najgłębszym miejscu jeziora (17,2 m). Nowy rurociąg działa bezawaryjnie do chwili obecnej.



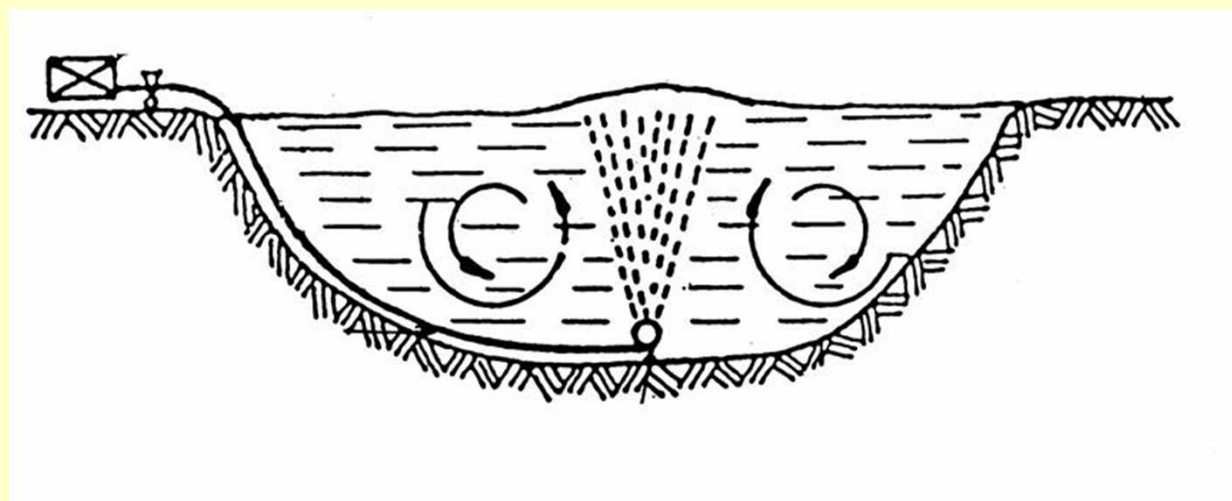
Natlenianie wód

- Napowietrzanie z destratyfikacją (rusztowe, injektorowe, minifloksy)
- Napowietrzania bez burzenia stratyfikacji (Limnox, Ecoflox)
- Stosowanie silnych utleniaczy (ozon, czysty tlen, nadtlenek wapnia)



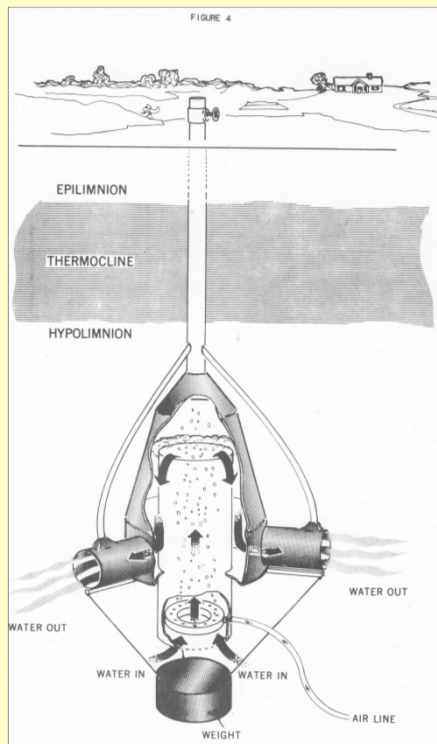
Burzenie stratyfikacji

- Dobre natlenienie wód (mieszanie wód dobrze natlenionych, podpowierzchniowych z odtlenionymi, naddennymi)
- Podwyższenie temperatury wód naddennych
- Zintensyfikowanie mikrobiologicznego rozkładu materii organicznej
- Zwiększone zasilanie w biogeny z osadów dennych
- Zielenicowo-bruzdnicowe zakwity wody – przykład jeziora Mutek

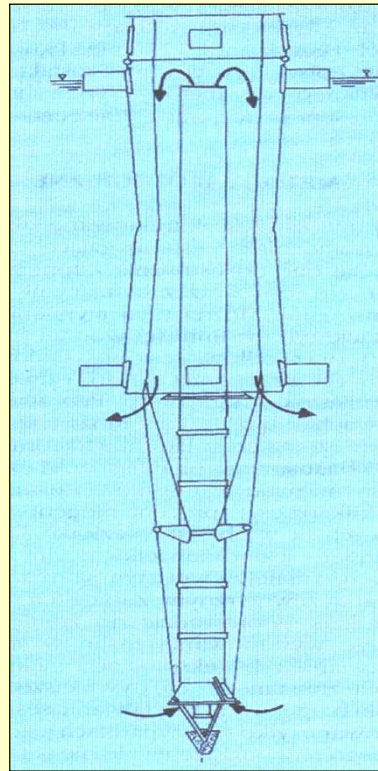


Napowietrzanie sprężonym powietrzem

Wykorzystanie sprężarek z napędem elektrycznym

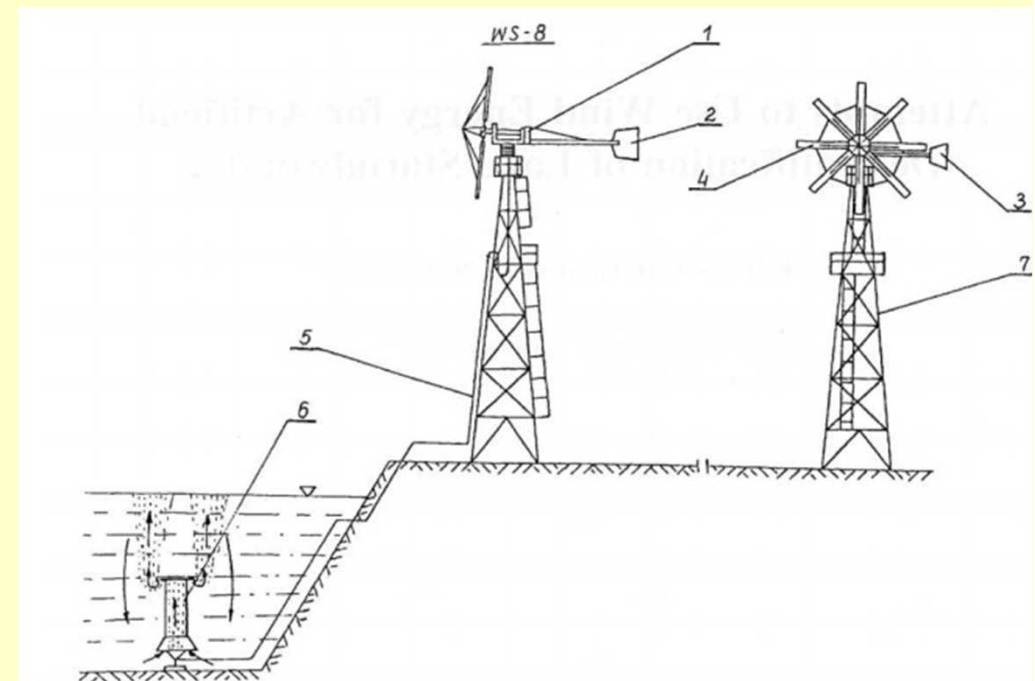


Limnox



Ekoflox

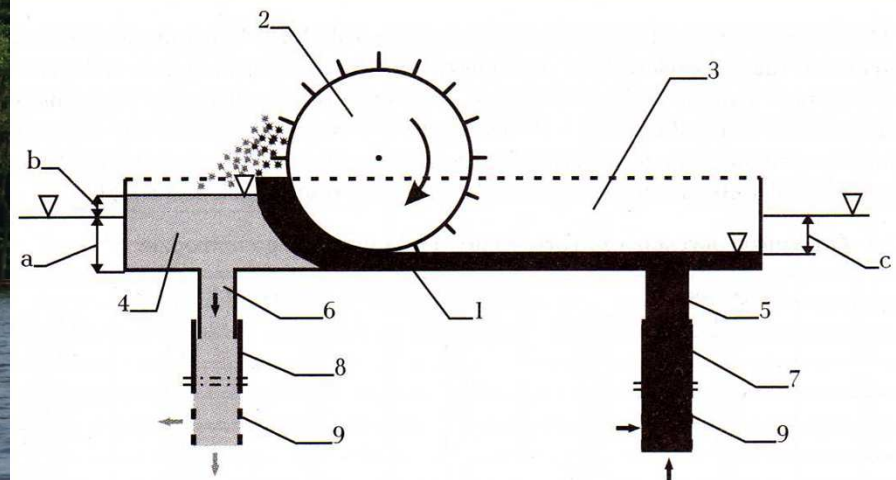
Wykorzystanie sprężarek z napędem wietrznym



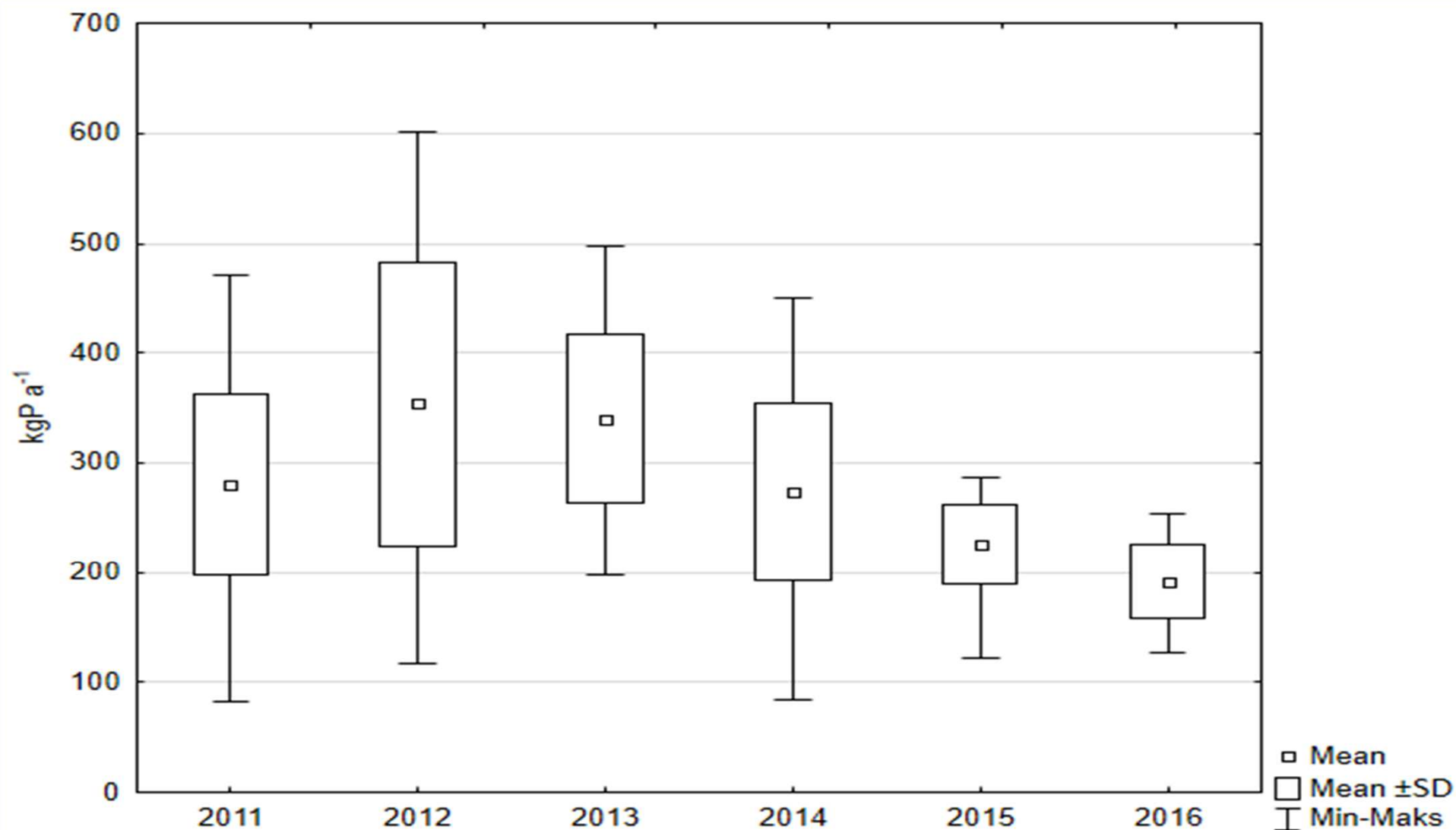
Z destratyfikacją lub bez

Natlenianie wód naddennych ponad powierzchnią jeziora jako zrównoważona metoda rekultywacji

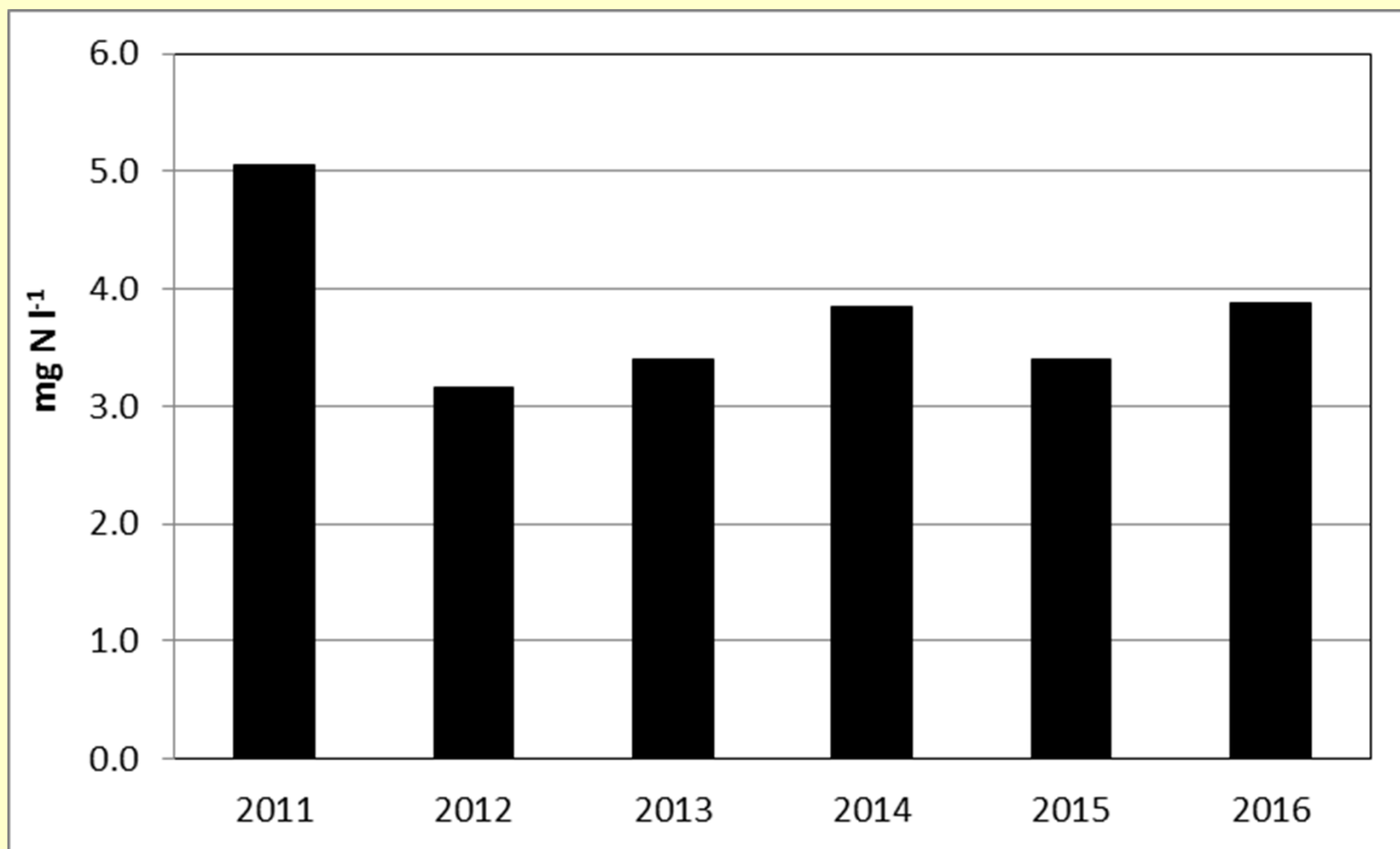
- Aeracja jako metoda natleniania wody (z burzeniem lub zachowaniem stratyfikacji termicznej) – przykład Jeziora Trzesiecko w Szczecinku, Jeziora Durowskiego w Wągrowcu, Jeziora Jaroszewskiego w Sierakowie i innych.



Zasilanie wewnętrzne w fosfor w trakcie rekultywacji Jeziora Swarzędzkiego

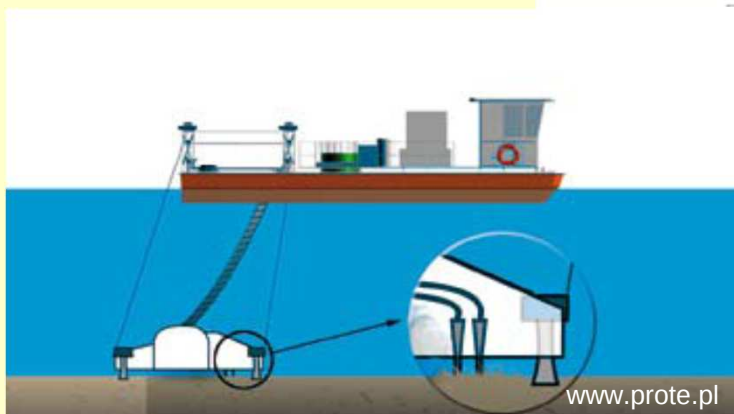
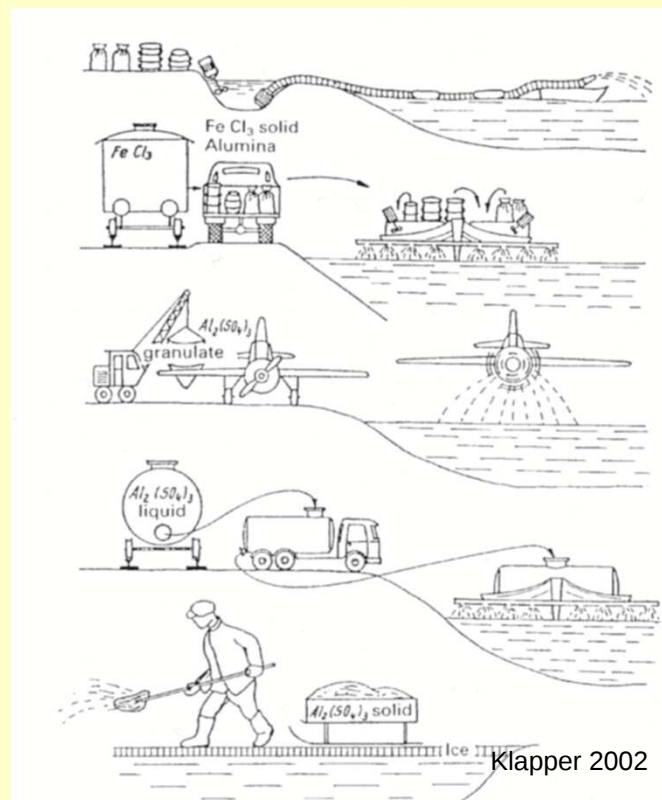


Usuwanie azotu z toni wodnej Jeziora Swarzędzkiego



Metody inaktywacji fosforu w osadach dennych

- ✓ Metoda polegająca na dawkowaniu koagulantów żelazowych lub glinowych do toni wodnej, strącających nadmiar fosforu do osadów dennych z jednoczesnym zahamowaniem jego wydzielania z osadów
- ✓ Metoda polegająca na dawkowaniu roztworu soli żelaza lub glinu do osadów dennych wraz ze związkami utleniającymi, podnoszącymi potencjał redox (metoda Rippla)
- ✓ Metoda dawkowania preparatów stałych, zawierających lantan lub sole żelaza, magnezu, wapnia i azotany, na powierzchnię osadów dennych – PHOSLOCK, SINOBENT, kreda jeziorna



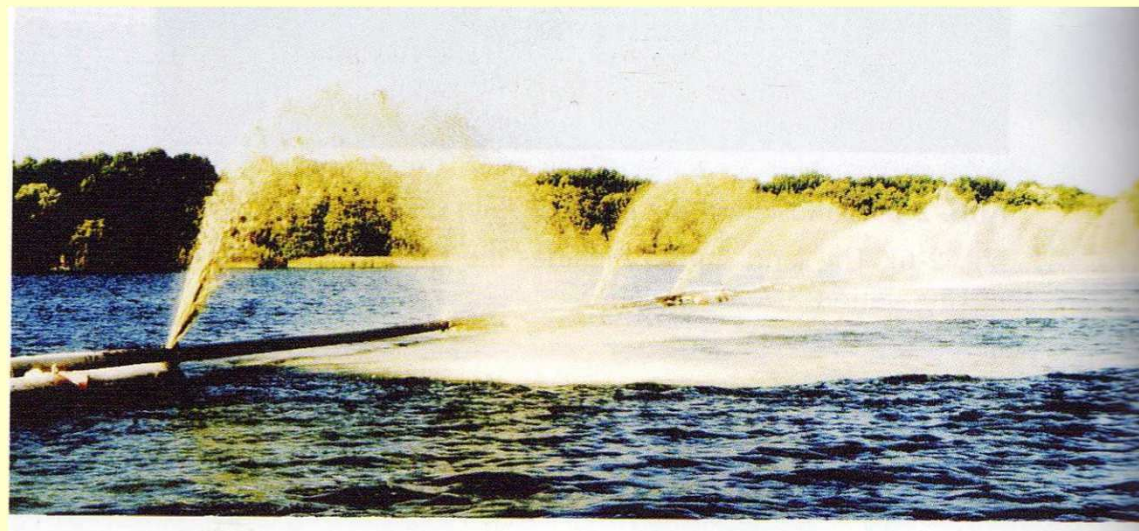
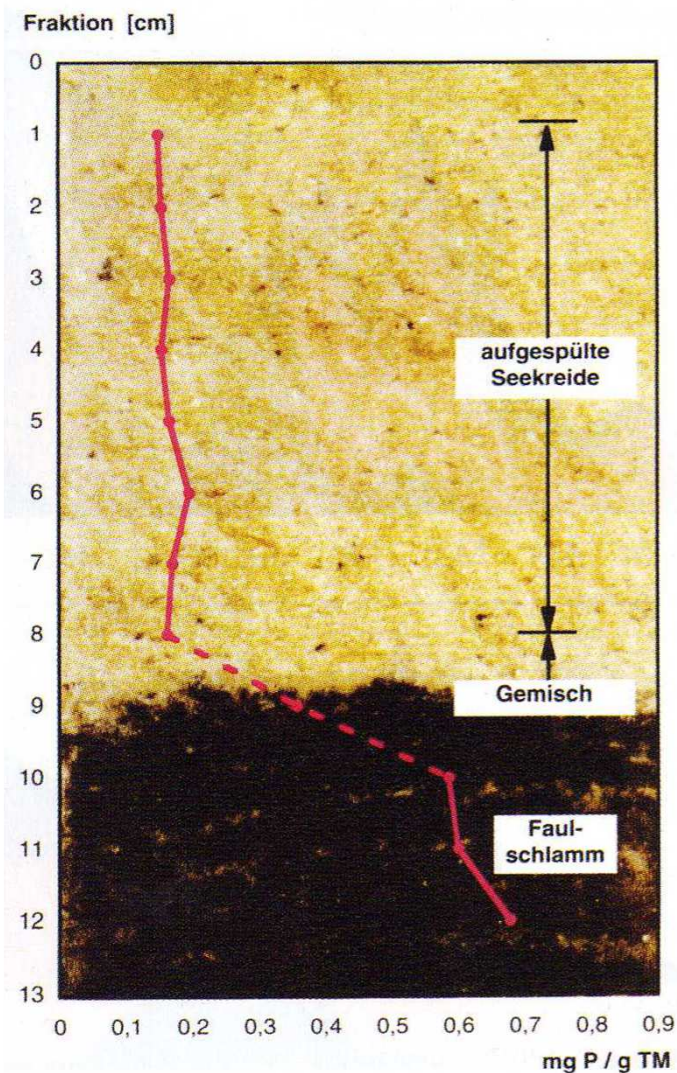
PHOSLOCK

Zrównoważona metoda inaktywacji fosforu

- Przewaga związków żelaza nad związkami glinu
- Przewaga małych dawek preparatów nad dużymi (4-15 kg/ha)
- Przewaga procesu dawkowania przestrzennego nad punktowym



Dawkowanie kredy jeziornej

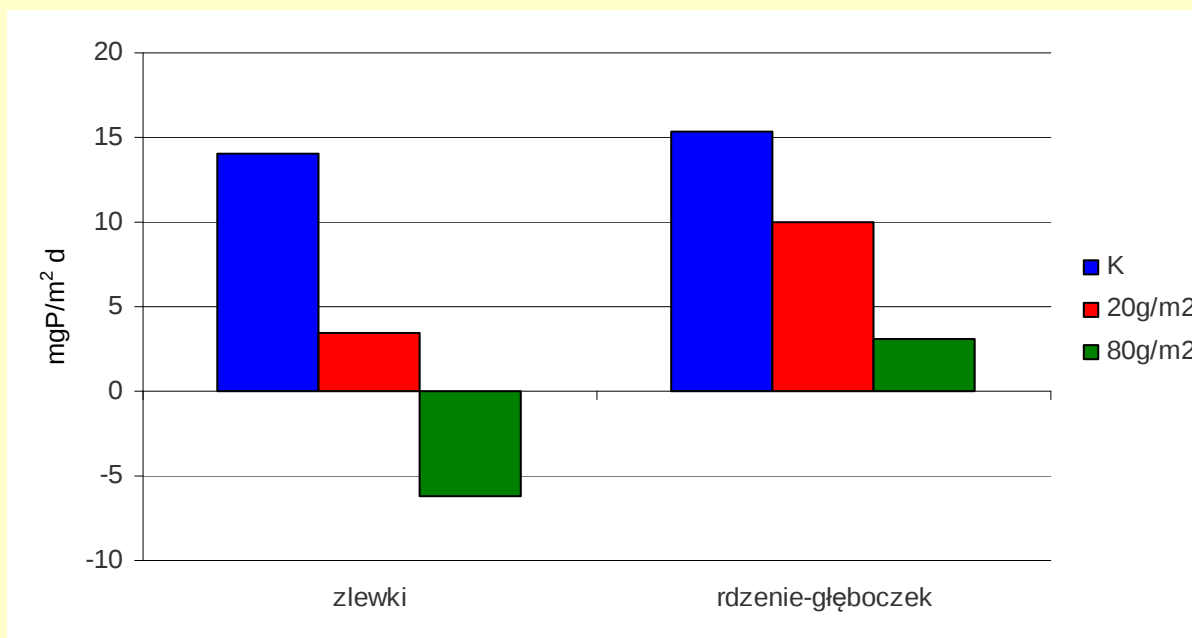


Przykład jeziora Arendsee w Niemczech

Phoslock® – preparat do inaktywacji fosforu – badania laboratoryjne



granulat
bentonitowy nośnik
lantan



140%

80%

redukcja wydzielania w
przypadku najwyższej
zastosowanej dawki

SINOBENT® – nowy preparat stały służący do inaktywacji fosforu

Seria preparatów

- nośnik bentonitowy
- sole metali wiążących fosfor



Granulat



Pasta

Patent nr 388253 –
styczeń 2013

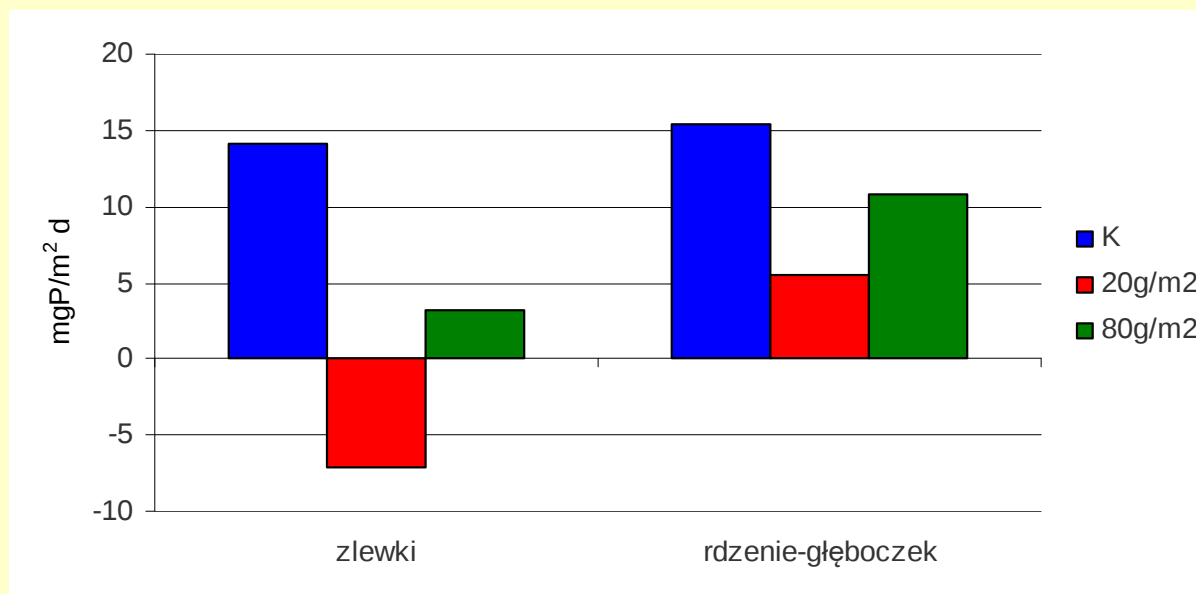
Autorzy patentu



SINOBENT – badania laboratoryjne



**pasta
bentonitowy
nośnik
sole Fe i Mg
azotany**



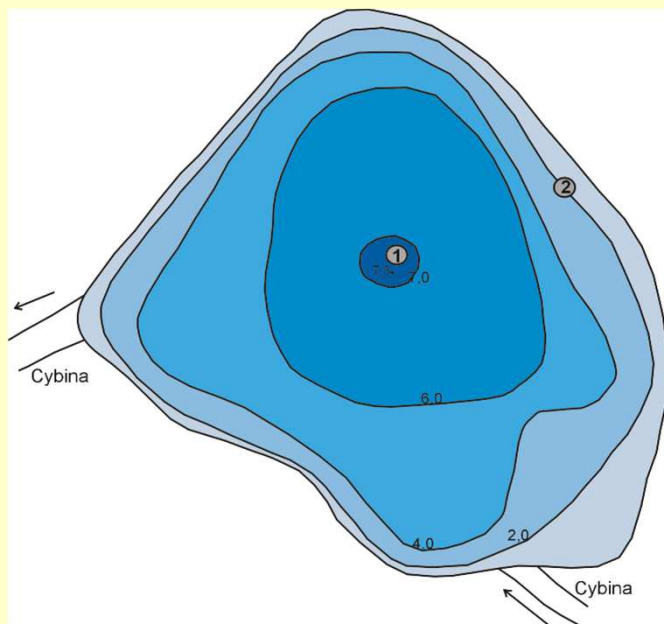
150%

64%

**redukcja wydzielania w
przypadku średniej
zastosowanej dawki**

Nowa metoda inaktywacji fosforu w osadach dennych, zastosowana na Jeziorze Uzarzewskim pod Poznaniem

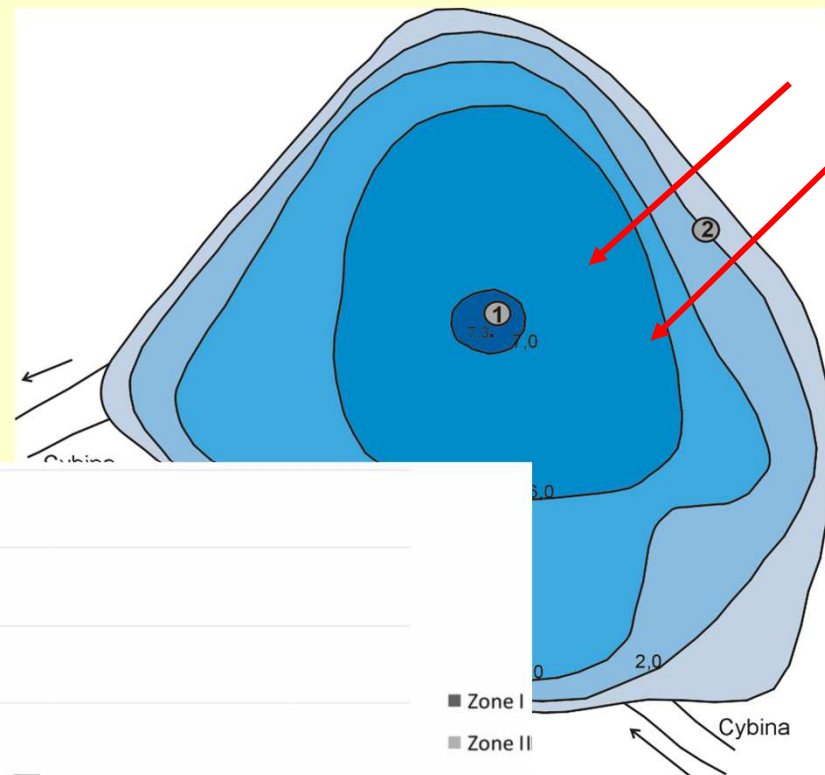
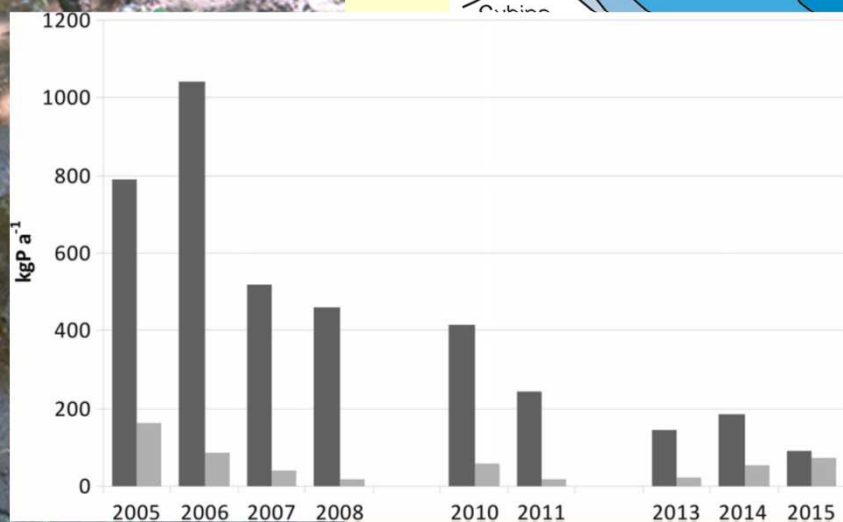
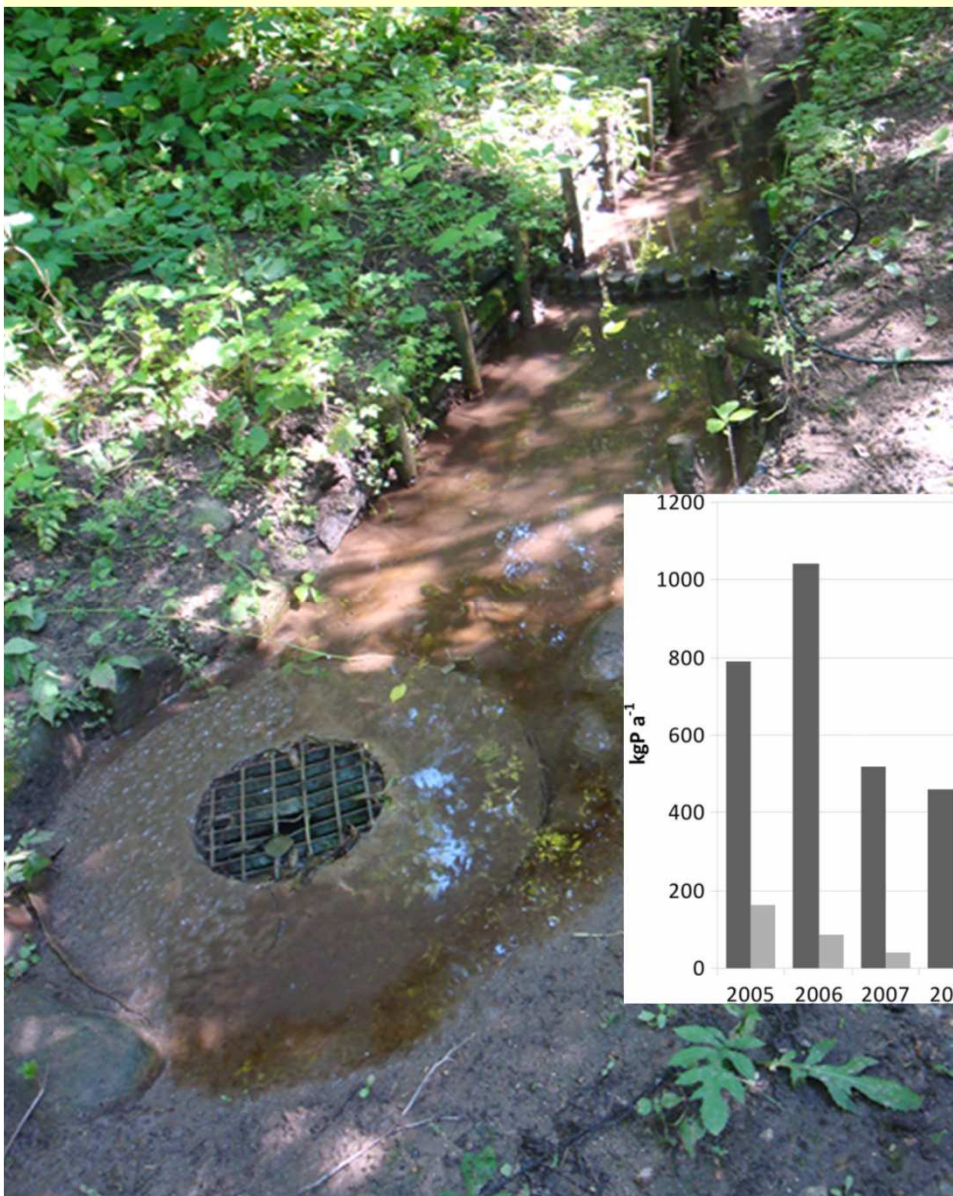
Jezioro bradymiktyczne,
dimiktyczne,
14% dna w zasięgu
epilimnionu



powierzchnia 10,6 ha
głębokość średnia 3,4 m
głębokość maksymalna 7,5 m



Zasilanie strefy naddennej wodami źródłanymi



rtujące wodę
enną głęboczka

Biologiczne metody rekultywacji

- Biomanipulacja
- Roślinność zanurzona
- Pływające wyspy
- Usuwanie nadmiaru roślinności
- Wykorzystanie małży (racicznica)
- Efektywne mikroorganizmy
- Zastosowanie słomy jęczmiennej

Zastosowanie słomy jęczmiennej

W trakcie rozkładu słomy grzyby i bakterie wydzielają do wody związki oddziałujące allelopatycznie na fitoplankton. Poznano już 44 związki, z czego połowa należy do kwasów fenolowych.



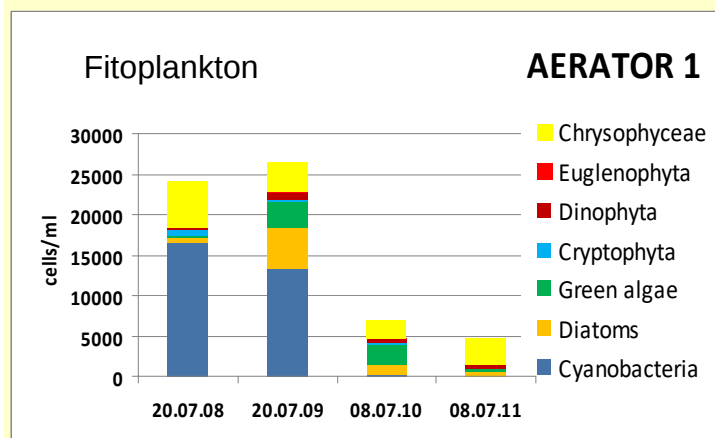
Nowoczesne podejście do rekultywacji jezior

- Stosowanie zrównoważonych metod rekultywacji, nie ingerujących zbyt głęboko w ekosystem lecz stymulujących wewnętrzne mechanizmy ekosystemu, odpowiedzialne za poprawę jakości wody
- Jednoczesne zastosowanie kilku metod rekultywacji, pozwalających zmniejszyć ryzyko wystąpienia sprzężeń zwrotnych, niweczających działania rekultywacyjne
- Dostosowanie metod do lokalnych warunków panujących w ekosystemie
- Ciągły monitoring reakcji ekosystemu na prowadzone zabiegi i szybkie reagowanie w przypadku pojawienia się negatywnych trendów w reakcji ekosystemu

Zamiast podsumowania – przykład Jeziora Durowskiego w Wągrowcu

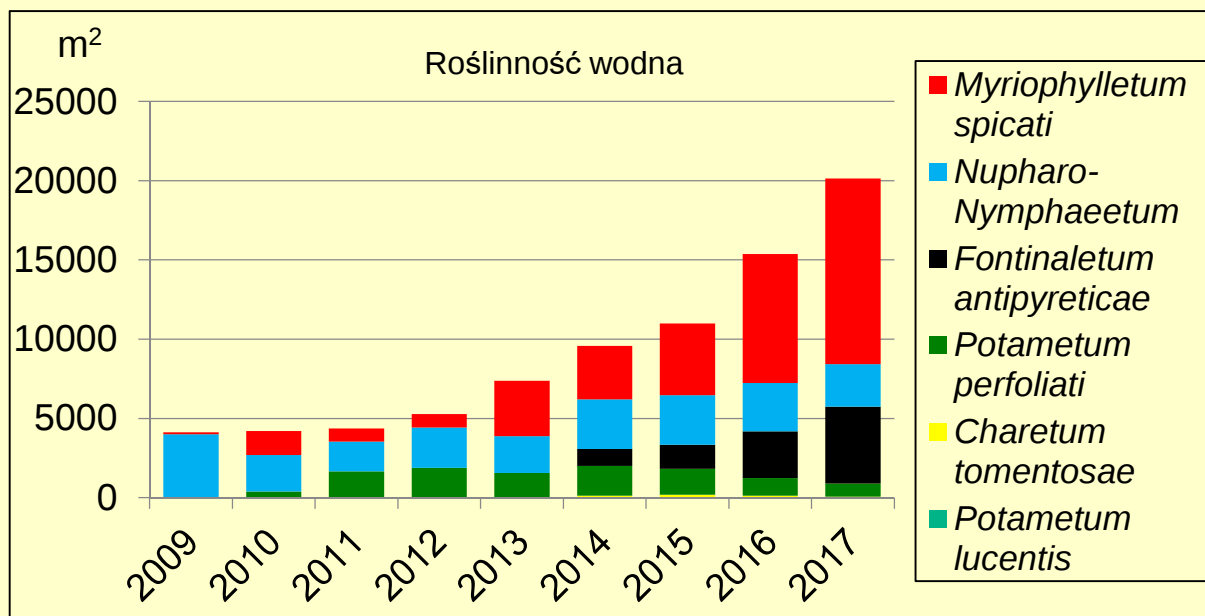
Rekultywację jeziora rozpoczęto w 2009 r. wykorzystując równocześnie trzy metody rekultywacji:

- Natlenianie wód naddennych przy użyciu 2 aeratorów pulweryzacyjnych;
- Strącanie fosforu przy pomocy minimalnych dawek soli żelaza (PIX 112);
- Zabiegi biomanipulacyjne, polegające na corocznym zarybianiu jeziora podchowanim narybkem szczupaka.



Uzyskano:

- Silną przebudowę składu fitoplanktonu (zanik sinic, rozwój zielenic, złotowiciowców i bruzdnic)
- Kilkakrotne zmniejszenie biomasy fitoplanktonu
- Zmniejszenie chlorofilu-a (dobry stan ekologiczny)
- Wzrost różnorodności fauny dennej bezkręgowców, silny rozwój małży
- Sukcesywne zwiększanie się zasięgu roślinności zanurzonej i o liściach pływających, pojawienie się zbiorowiska ramienic



Wnioski

Przed rozpoczęciem rekultywacji jeziora konieczne jest wykonanie bilansu fosforu i zastosowanie metod ochronnych, dostosowujących zasilanie zewnętrzne do obciążenia dopuszczalnego dla tego akwenu

Wybór metody rekultywacji uzależniony jest od warunków morfometrycznych jeziora, jego zlewni oraz posiadanych funduszy

Jednoczesne zastosowanie kilku metod rekultywacji zwiększa szansę na szybsze uzyskanie oczekiwanego rezultatu

Zastosowanie metod zrównoważonych nie niszczy ekosystemu lecz stopniowo go przebudowuje

A wide-angle photograph of a calm lake under a bright blue sky filled with large, white, fluffy clouds. The shoreline is lined with a dense forest of trees, some with green foliage and others with bare branches. The water in the foreground is dark blue with gentle ripples. The text "Dziękuję za uwagę" is overlaid in the center of the image in a yellow, sans-serif font.

Dziękuję za uwagę