



Metody rekultywacji jezior

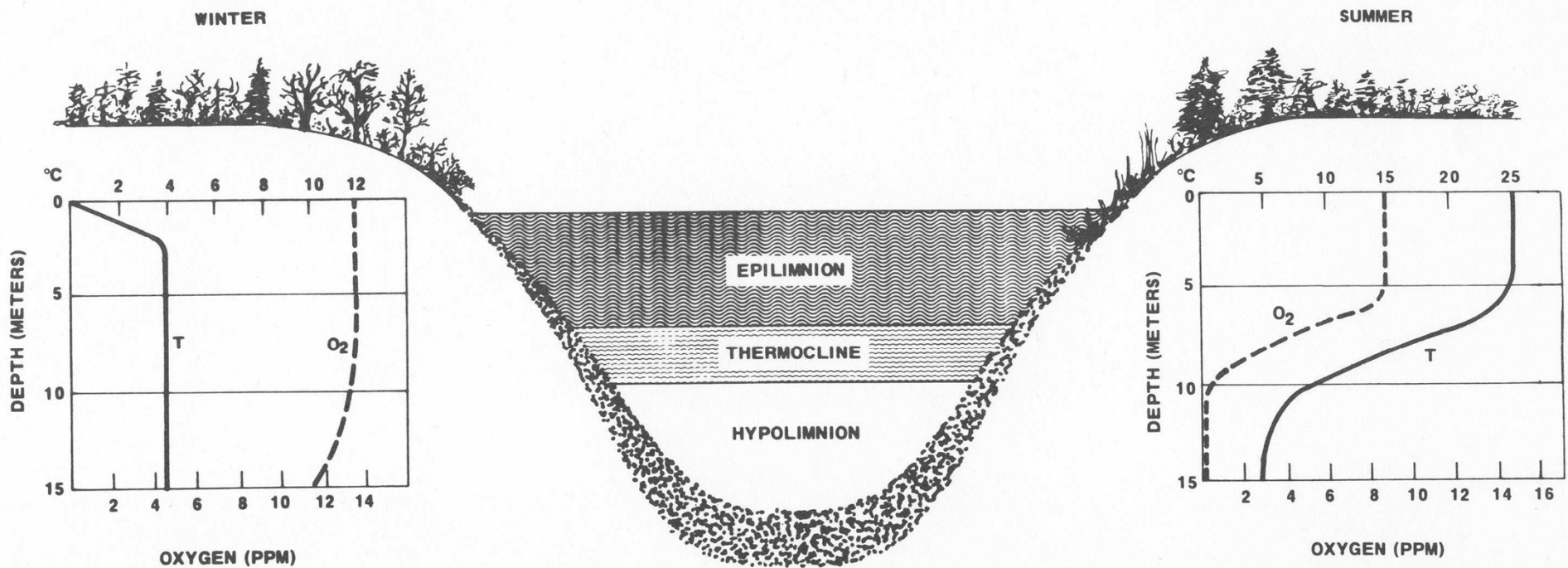
*Prof. dr hab. Ryszard Gołdyn
Zakład Ochrony Wód
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
w Poznaniu*

Uwarunkowania rekultywacji jezior

- Ustalenie przyczyn degradacji jeziora
- Odcięcie najważniejszych źródeł zanieczyszczeń
- Zastosowanie innych zabiegów ochronnych
- Przeanalizowanie i wybór metod rekultywacji
- Uzyskanie pozwolenia wodno-prawnego
- Zapewnienie źródeł finansowania
- Przeprowadzenie rekultywacji
- Monitoring stanu ekosystemu przed, w trakcie i po przeprowadzeniu zabiegów rekultywacyjnych

Stratyfikacja termiczna w jeziorach klimatu umiarkowanego

THERMAL STRATIFICATION IN A NORTH TEMPERATE LAKE
(LINSLEY POND, CONN.)



Rodzaje rekultywacji

Rekultywacje techniczne

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

Rekultywacje biologiczne

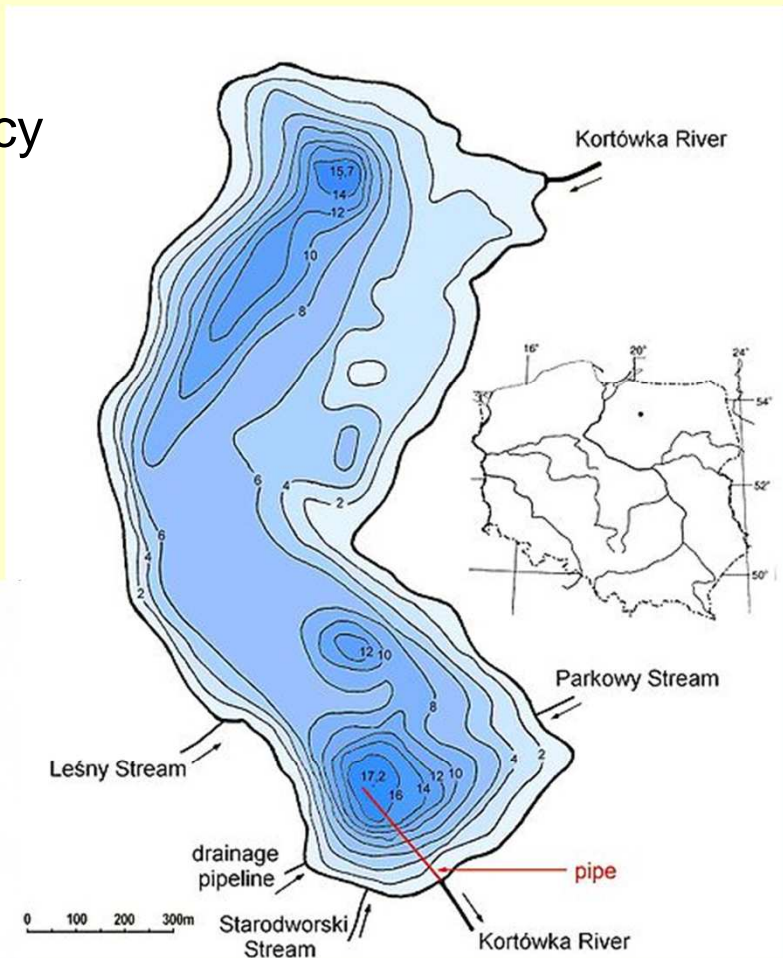
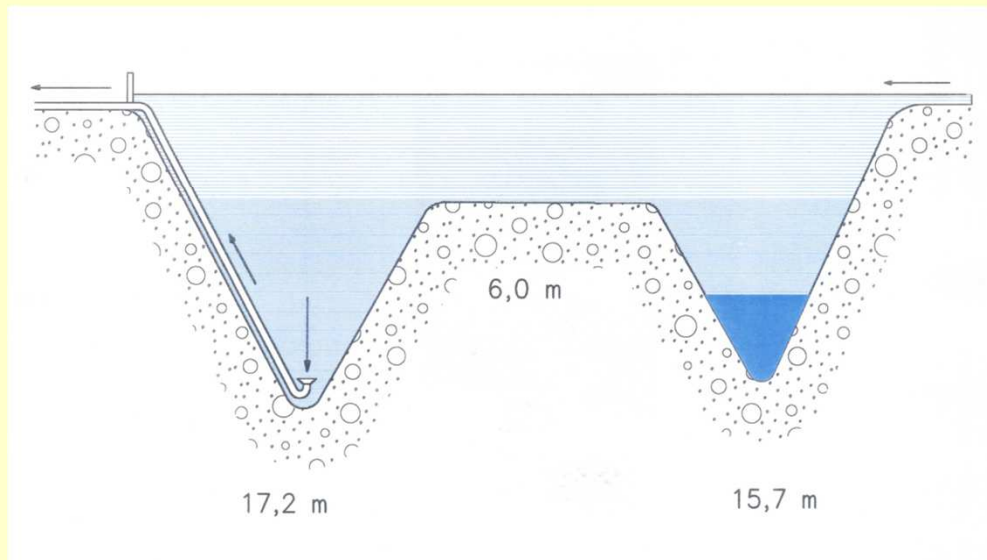
- Biomanipulacja
- Usuwanie makrofitów
- Wykorzystanie preparatów mikrobiologicznych
- Zakładanie sztucznych wysp
- Zastosowanie słomy jęczmiennej

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

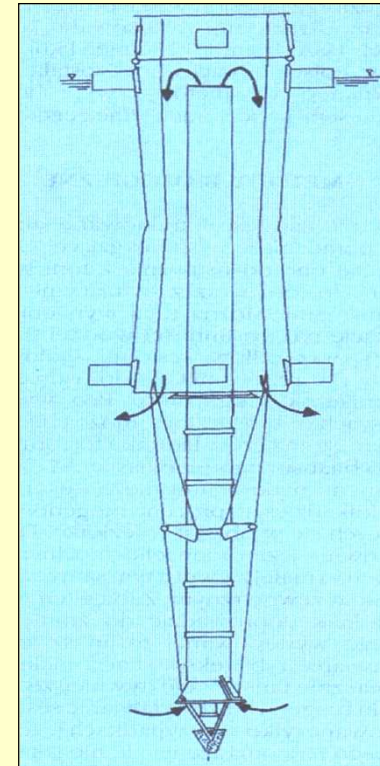
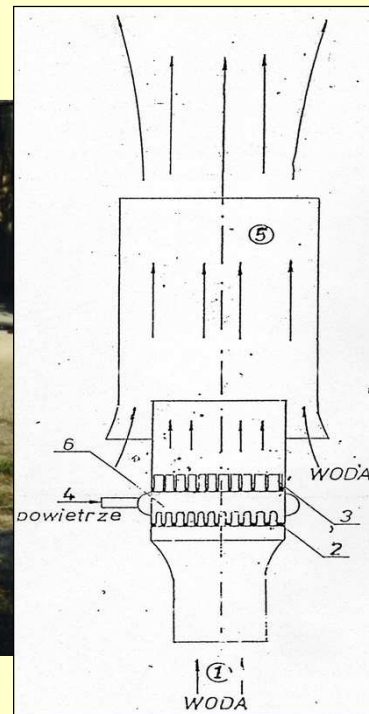
Jezioro Kortowskie w Olsztynie, rekultywowane od 1956 r. Metoda od pomysłodawcy nazwana metodą Olszewskiego. Nowy rurociąg o średnicy 60 cm, długości 250 m, wydajności maksymalnej 250 litrów na sekundę zamontowano w 1976 r. Jego wlot znajduje się w najgłębszym miejscu jeziora (17,2 m). Nowy rurociąg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



Natlenianie wód

Metody:

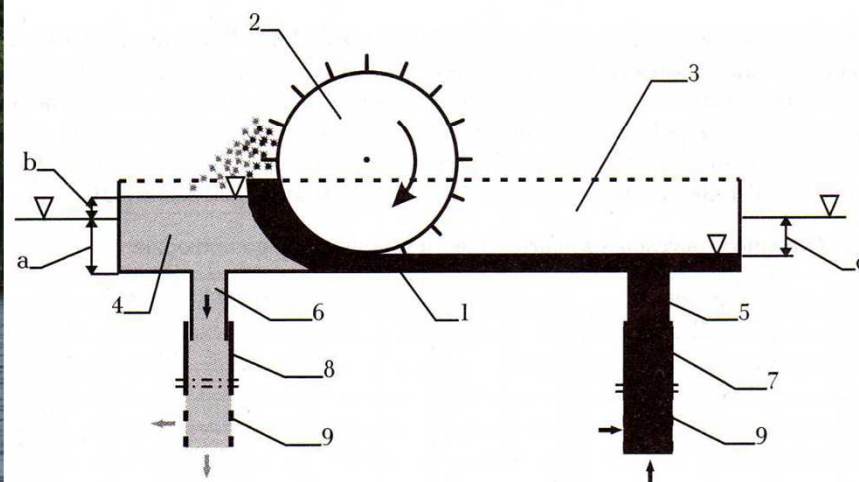
- Napowietrzanie z destratyfikacją (rusztowe, iniekcyjne, minifloksy)
- Napowietrzania bez burzenia stratyfikacji (Limnox, Ecoflox)
- Stosowanie silnych utleniaczy (ozon, czysty tlen, nadtlenek wapnia)



Natlenianie wód c.d.

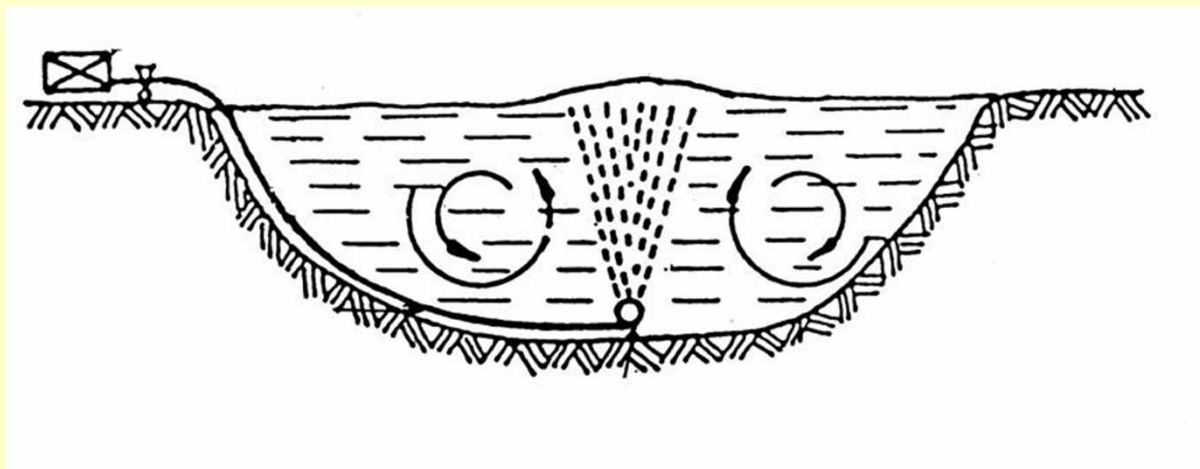
Metody:

- 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.



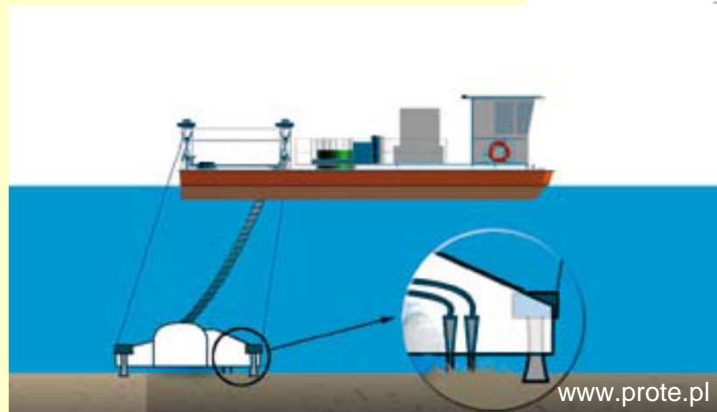
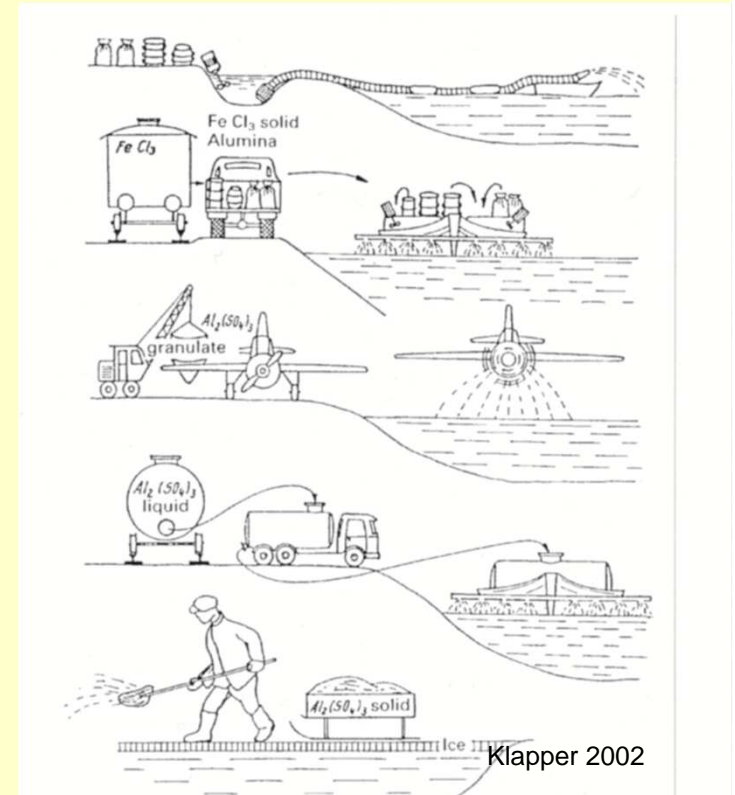
Burzenie stratyfikacji

- 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
- Zielenicowe zakwity wody – przykład jeziora Mutek



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 sole żelaza, magnezu i azotany, na powierzchnię osadów dennych - SINO BENT



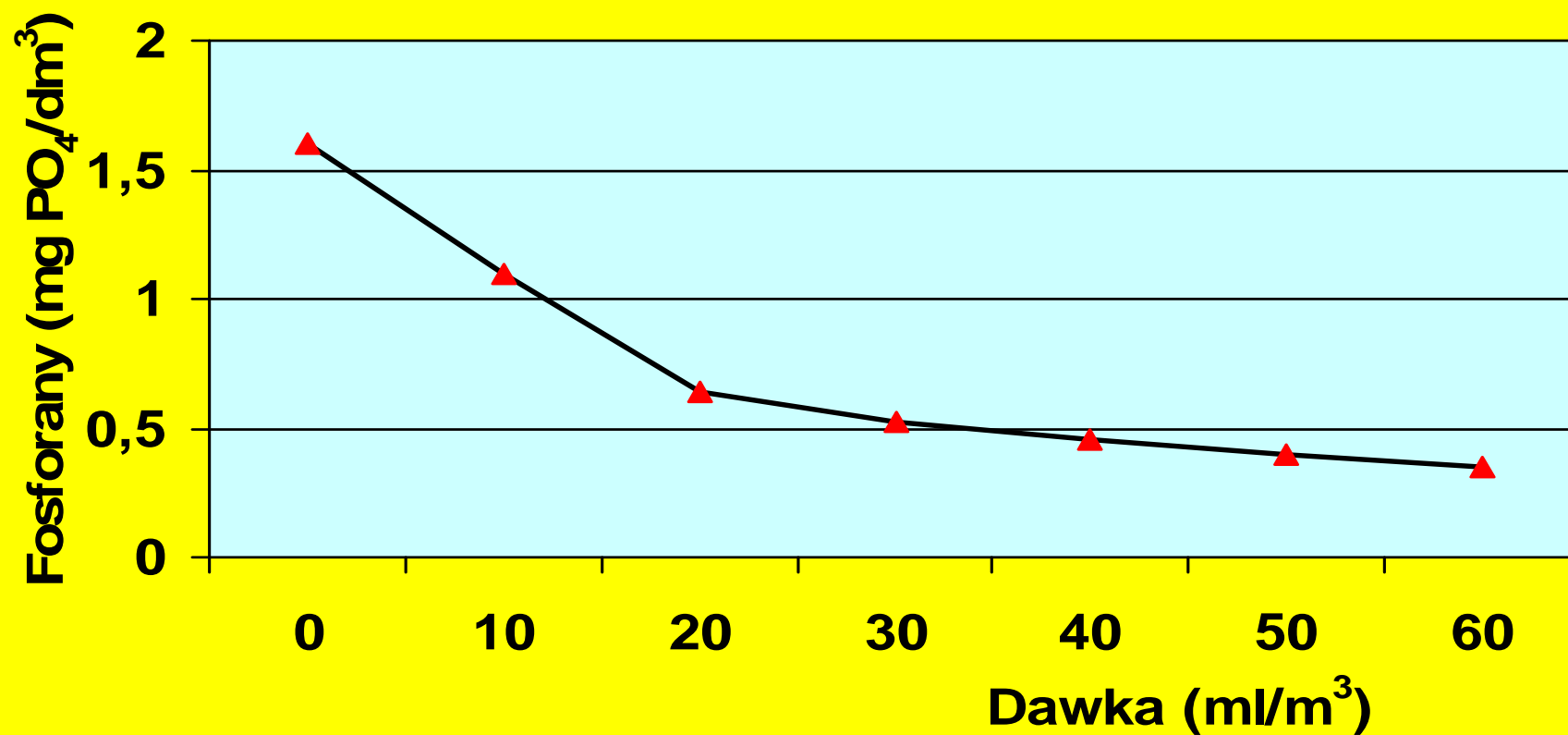
Zabiegi rekultywacyjne inaktywujące fosfor

- Przewaga związków żelaza nad związkami glinu
- Przewaga małych dawek preparatów nad dużymi
- Przewaga procesu dawkowania przestrzennego nad punktowym



Wyniki testów laboratoryjnych

Dawka preparatu PIX : do strącenia zawiesiny i redukcji stężenia fosforu o $\pm 60\%$ wystarczy 20 ml/m³ wody (40 ton/płytkie jezioro 60 ha)

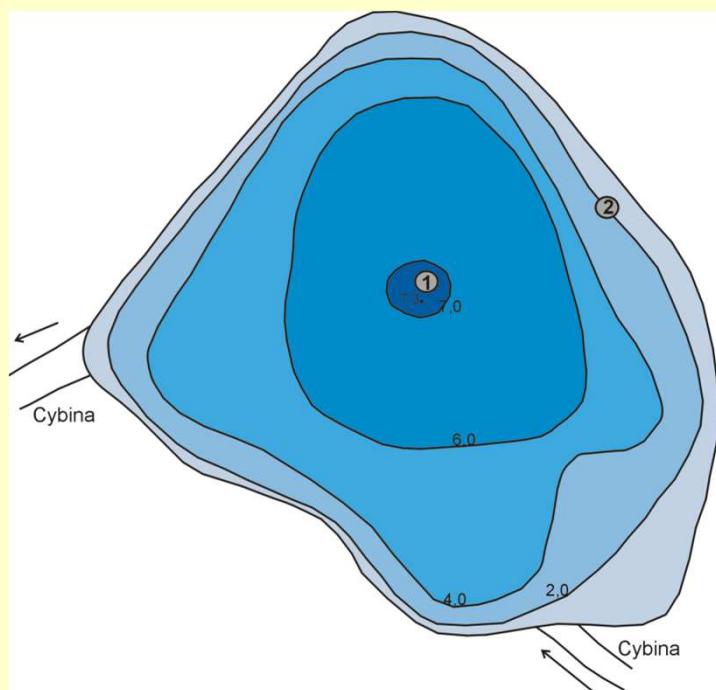


Dawka jednorazowa PIX – 4-15 kg/ha
Jezioro o pow. 60 ha – 240-900 kg



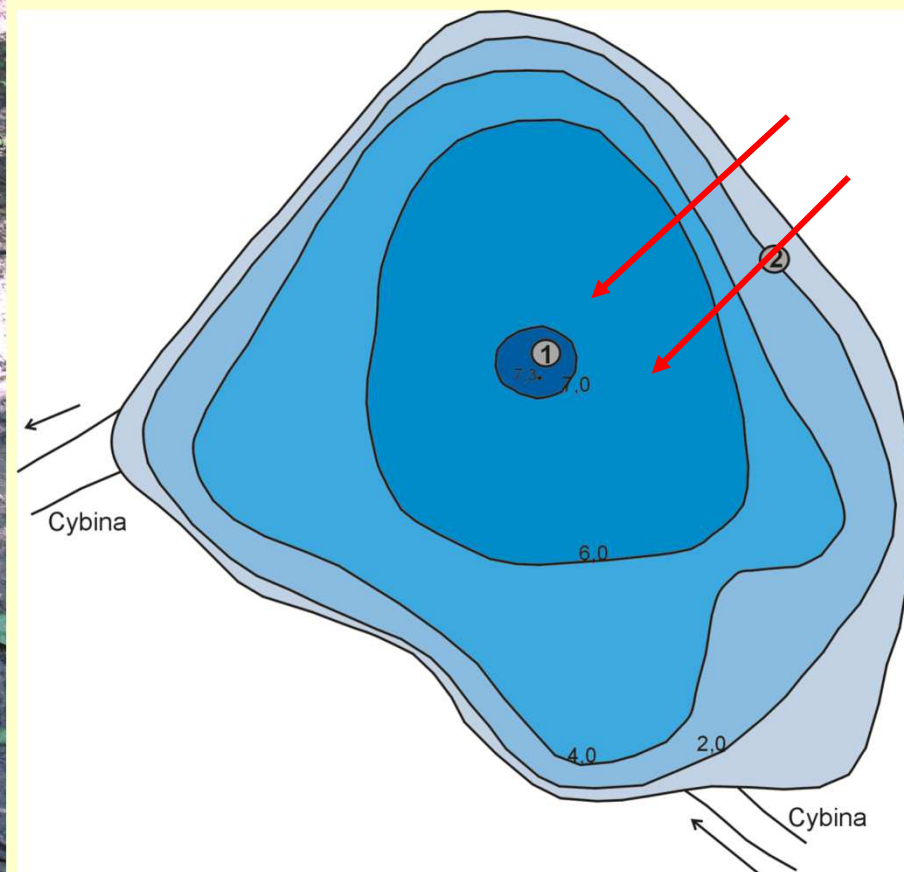
Nowa metoda inaktywacji fosforu w osadach dennych, zastosowana na Jeziorze Uzarzewskim pod Poznaniem

Jezioro bradymiktyczne,
dimiktyczne,
14% dna w zasięgu epilimnionu



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





→ Rury, transportujące wodę w strefę naddenną głęboczka

Biomanipulacja



Ryby
drapieżne

Ryby
planktonożerne

Zooplankton

Fitoplankton



Odłowy ryb planktonożernych



Niezbędne jest odłowienie minimum 75%
ryb karpiowatych

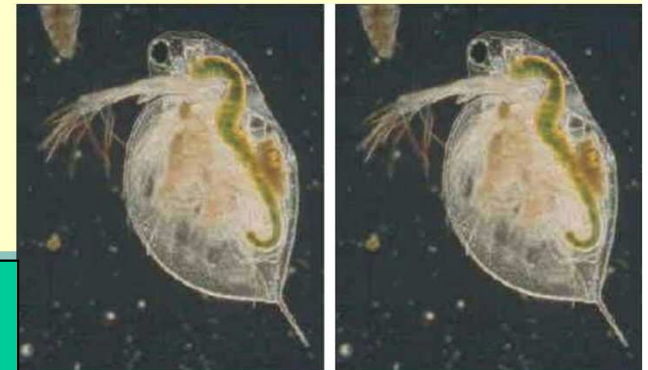




Piramida troficzna

Zooplankton

Fitoplankton



Zarybić zbiornik gatunkami drapieżnymi

korzystniejsze jest zarybianie stadiami młodocianymi zamiast dorosłymi rybami, gdyż narybek stwarza presję pokarmową na licznie pojawiający się wylęg i tegoroczny narybek gatunków ryb planktono- i betosożernych,

konieczne jest ponawianie zarybień przez kilka pierwszych lat, przynajmniej do czasu pojawienia się roślinności zanurzonej,

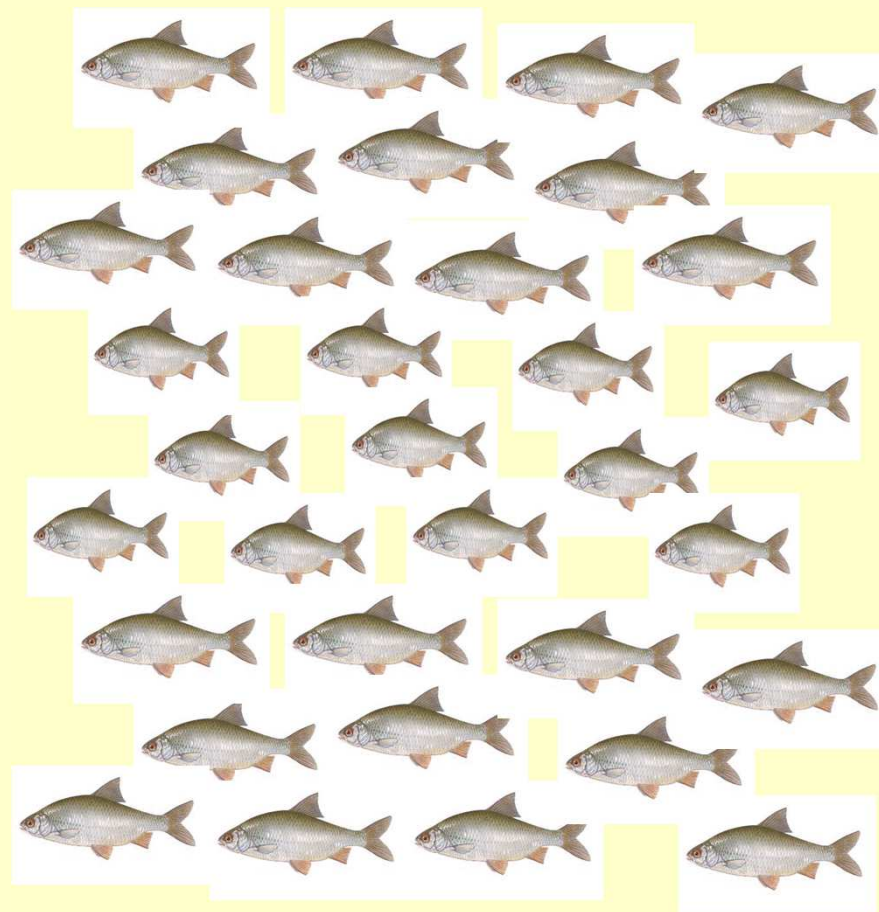
najkorzystniejsze efekty daje zastosowanie dużej ilości podchowanego narybku szczupaka, zalecana ilość wpuszczanego narybku wynosi przynajmniej 1000 szt./ha

materiał zarybieniowy powinien mieć wymiar przekraczający 10 cm, gdyż w tym stadium rozwojowym szczupak przechodzi na odżywanie się rybami

zastosowanie zarybień kilkogatunkowych (np. dodatkowe wpuszczenia sandacza i suma) eliminuje ryby karpowate przemieszczające się do pelagialu.

Przyczyny niepowodzeń

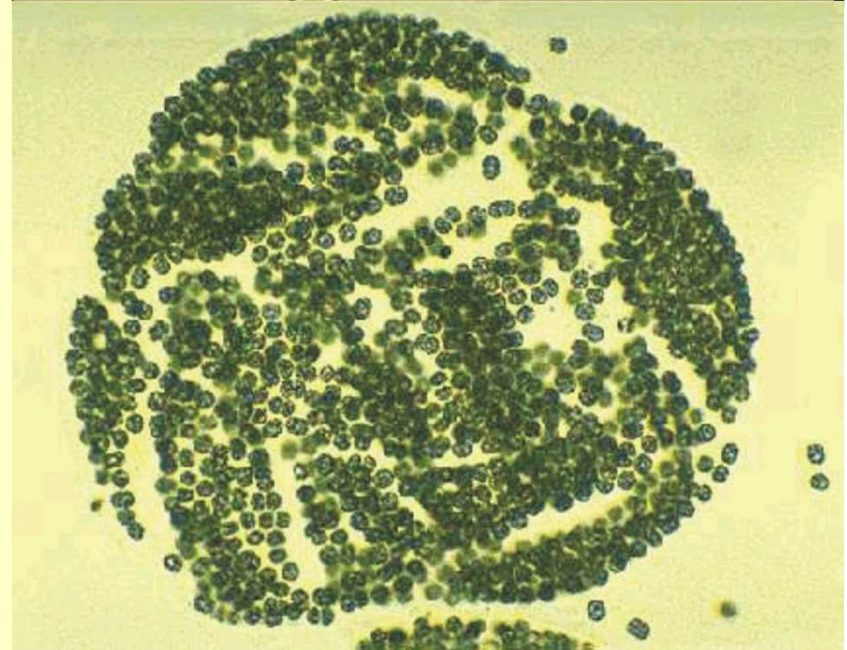
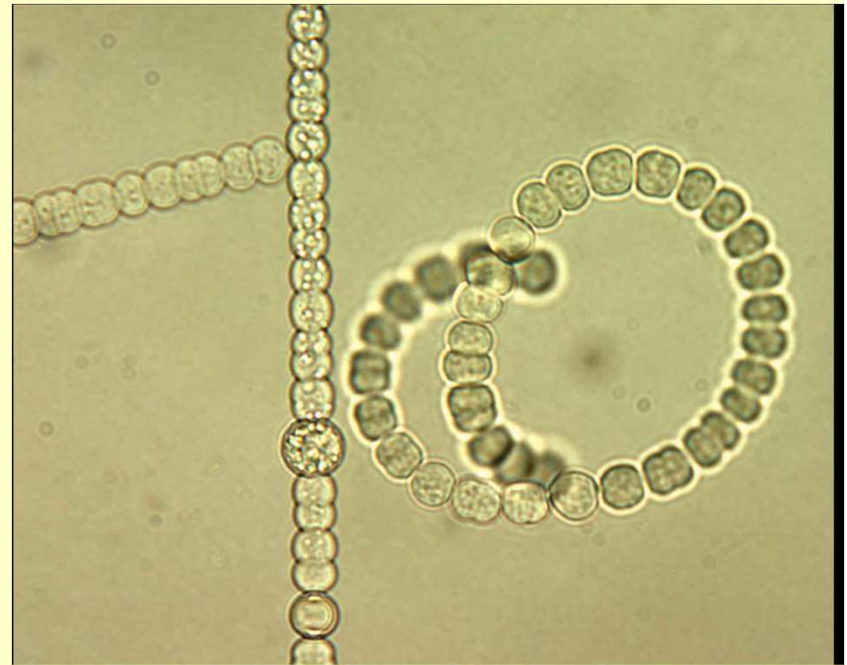
Duża ilość narybku ryb karpiowatych jako odpowiedź ekosystemu na intensywne odłowy lub wytrucie ryb. Mała konkurencja i obfita baza pokarmowa w postaci dużego zooplanktonu skorupiakowego, sprzyja ich udanemu rozwojowi.



Przyczyny niepowodzeń c.d.

Rozwój dużych organizmów fitoplanktonowych. Organizmy większe, nie odfiltrowywane z wody przez zooplankton mogą osiągać duże liczebności, z braku konkurencji form drobnych.

Rozwój glonów toksycznych. Dotyczy to szczególnie wybranych rodzajów sinic, które nie konsumowane przez zooplankton przyczyniają się do tworzenia silnych zakwitów wody.



Przyczyny niepowodzeń c.d.

Rozwój drapieżnych bezkręgowców. Są to szczególnie owady lub ich larwy, które odżywiając się zooplanktonem zakłócają proces biomanipulacji.

Mała przeżywalność introdukowanych ryb. Zbiornik o silnych zakwitach wody jest z reguły pozbawiony roślinności, co nie stwarza dogodnych warunków do rozwoju ryb drapieżnych. Introdukowany narybek jest najczęściej w krótkim czasie dziesiątkowany w wyniku kanibalizmu a także wyżerany przez inne ryby drapieżne.



Znaczenie roślinności zanurzonej

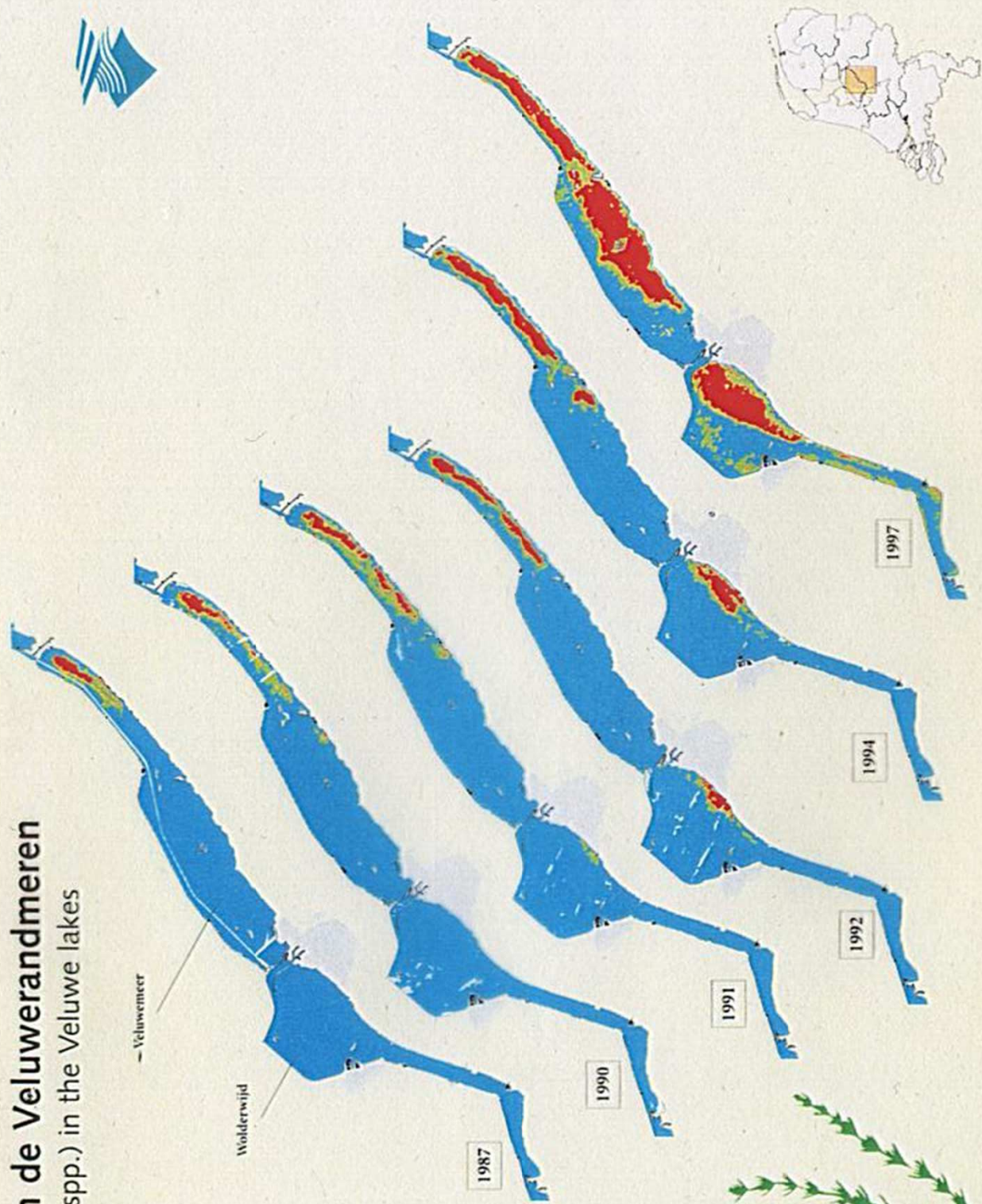
- konkurencja dla fitoplanktonu
- podłoże dla peryfitonu
- magazynowanie biogenów
- refugium dla zooplanktonu i innych bezkręgowców
- utrwalenie osadów dennych (ograniczenie resuspensji)
- wydzielanie związków hamujących rozwój fitoplanktonu (allelopatia)
- miejsce rozrodu i rozwoju ryb



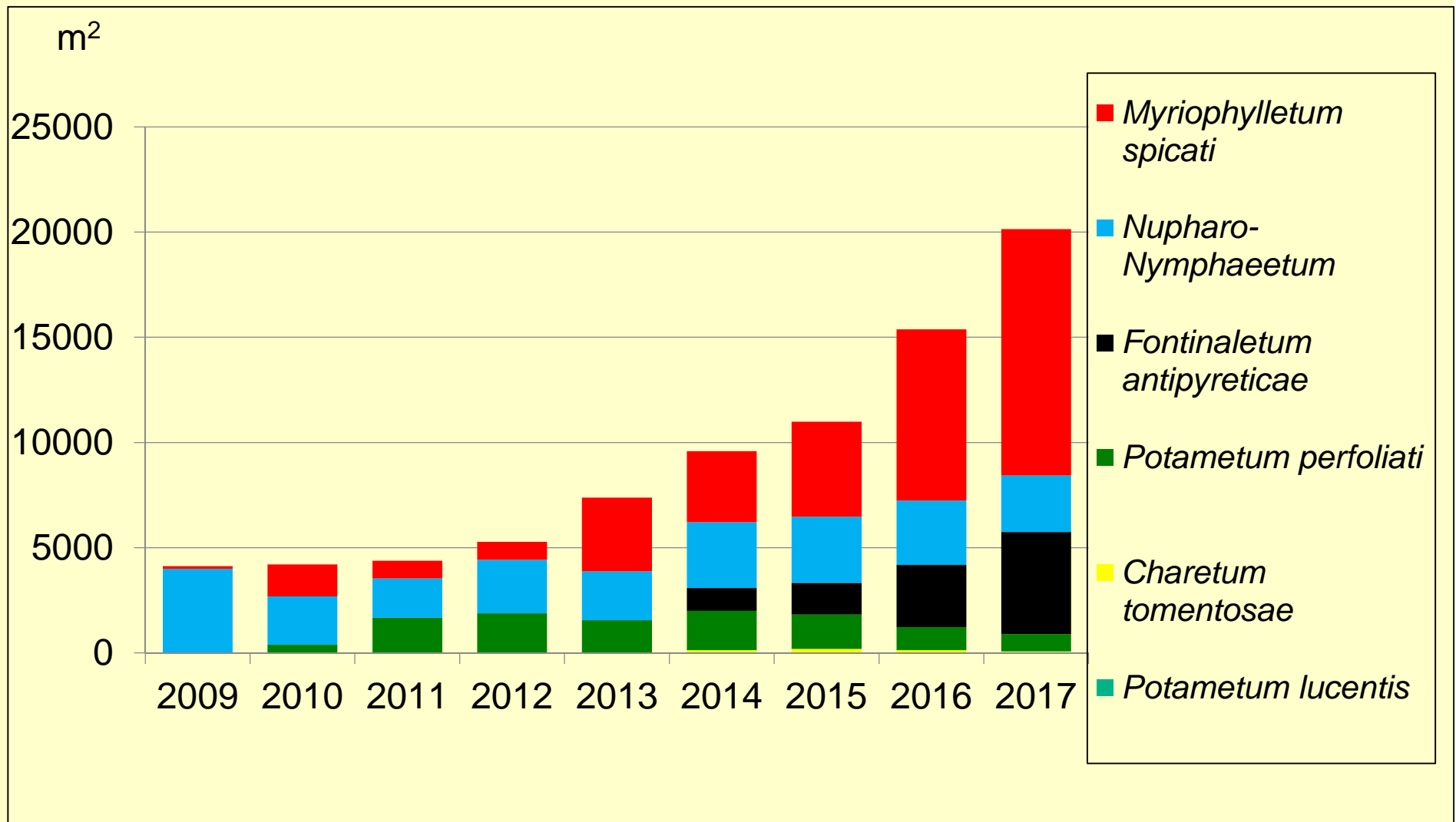
*Van den Berg
& Coops
1999*

Kranswieren in de Veluwerandmeren

Stoneworts (*Chara* spp.) in the Veluwe lakes



Jeziro Durowskie – powierzchnie zajmowane przez roślinność podwodną i o liściach pływających w kolejnych latach rekultywacji



Usuwanie nadmiaru roślinności

- Usuwanie ręczne z brzegu
- Koszenie (kosiarka stawowa) i usuwanie przy użyciu łodzi
- Wykorzystanie specjalnego kombajnu, koszącego i zbierającego rośliny (na większych akwenach)
- Koszenie i zbiór z pokrywy lodowej



Rekultywacja jezior przy wykorzystaniu technologii EM

Zastosowanie Efektywnych Mikroorganizmów (EM) w zbiornikach wodnych powoduje przyspieszoną mineralizację materii organicznej w osadach dennych.

W skład wchodzi: bakterie kwasu mlekowego, bakterie fotosyntetyczne, drożdże i inne pożyteczne mikroorganizmy występujące w naturze

Stosowanie w formie płynnej



lub kule Bokashi

Wnioski

Przed rozpoczęciem rekultywacji jeziora konieczne jest wykonanie bilansu fosforu i zastosowanie metod ochronnych, dostosowujących zasilenie 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



Dziękuję za uwagę