

# ANTROPOGENICZNIE PRZEKSZTAŁCONE JEZIORA REKULTYWOWAĆ CZY CHRONIĆ

prof. dr hab. inż. Tomasz Heese, dr inż. Katarzyna Pięka

Zakład Hydrologii i Inżynierii Zasobów Wodnych IMGW PIB Warszawa

Seminarium Wrocław, 16.02.2022r.





## Zbiornik „typowy”

Materię organiczną wytwarzają zarówno mikroskopijne glony jak i makrofity zanurzone i wynurzone (oczerety).



## Zbiornik „wyspecjalizowany”

Gdzie producentami są wyłącznie mikroskopijne glony. Większa ilość energii jest skierowana do gatunków, które akurat człowiek odławia na przykład ryb.

# Przekształcenia antropogeniczne

- 1. Eutrofizacja**
- 2. Zakwaszenie wód**
- 3. Zasolenie i alkalizacja**
- 4. Zanieczyszczenia chemiczne niebezpieczne (toksyczne)**
- 5. Inwazyjne hydrobionty**
- 6. Przekształcenia morfologiczne misy jeziornej (nietroficzne)**

## Podstawowe presje:

- ✓ wprowadzanie biogenów i materii organicznej (zasilanie zewnętrzne i wewnętrzne)
- ✓ hydrologiczne i morfologiczne przekształcenia
- ✓ introdukcje gatunków egzotycznych (obcych)
- ✓ zakwaszenie powodowane zanieczyszczeniami atmosfery i odwadnianiem kopalni
- ✓ zanieczyszczenia substancjami toksycznymi lub potencjalnie toksycznymi

## Źródła stresu chemicznego jezior:

- ✓ punktowe (ścieki komunalne i przemysłowe łatwe do identyfikacji i kontroli)
- ✓ obszarowe (tereny zagospodarowane rolniczo, burzowe z terenów zurbanizowanych)
- ✓ atmosfera (transport zanieczyszczeń trudnych do oceny i kontroli)

# 1. Eutrofizacja

Intensywność eutrofizacji jest zależna od:

**Wielkości zlewni** uczestniczącej w transporcie ładunku głównie fosforu i azotu (tereny bezodpływowe stanowią swoistą pułapkę biogenów)

**Charakter zlewni** jak spadek, gęstość sieci rzecznej

**Właściwości chemiczne i fizyczne** pokrycia terenu (gleby, struktura użytkowania, strefy ekotonowe)

**Zagospodarowanie zlewni** bezpośredniej jeziora

**Morfologia jeziora**, powierzchnia, głębokość średnia, głębokość maksymalna, osłonięcie, kształt misy jeziornej, rozwinięcie linii brzegowej

**Zmiany klimatu** (brak długotrwałego zaledzenia, ocieplanie hypolimnionu)

## 2. Zakwaszenie wód

### Przyczyny i zagrożenia:

**Podstawowe to nadmierne zanieczyszczenie atmosfery spalaniem surowców energetycznych w procesach technologicznych, transport**

**Najbardziej zagrożone ekosystemy to wody o niewielkich możliwościach buforujących (np. wody o przewodności właściwej poniżej  $50 \mu\text{S cm}^{-1}$ )**

**Zwiększenie się stężenia jonów wodorowych i też innych anionów jak siarczany, chlorki czy azotany powoduje wzrost aktywności chemicznej np. jonów glinu czy metali ciężkich**

**Ograniczony zostaje rozkład bakteryjny a zwiększona aktywność grzybów co w konsekwencji prowadzi do zwolnienia tempa rozkładu detrytusu i zwolnienie obiegu węgla organicznego**

**Brunatnienie wód będące wynikiem wzbogacania wód w substancje humusowe i rozpuszczonego węgla organicznego (DOC)**

### 3. Zasolenie i alkalizacja

#### Przyczyny i zagrożenia:

**W**zrost substancji rozpuszczonych w wodzie głównie kationów o charakterze alkalicznym i wodorowęglanów

Jest to efekt zwiększone wydobywania i stosowania soli (NaCl, KCl), rozwój rolnictwa, nawadnianie, zasolenie gleb, opad pyłu ze spalania surowców energetycznych, wody kopalniane

**N**a terenach przymorskich istnieje możliwość pojawiania się intruzji morskich w głąb lądu w wyniku nadmiernej eksploatacji wód podziemnych np. dla potrzeb rolnictwa

**Z**mniejszenie różnorodności biologicznej, uproszczenie struktury hydrobiontów

**N**iektóre gatunki makrozoobentosu, wykorzystywane w monitoringu przy ocenie wskaźnika EPT, szybko ustępują pod wpływem zasolenia

## 4. Zanieczyszczenia chemiczne niebezpieczne (toksyczne)

Przyczyny i zagrożenia:

Dotyczy to zmian o charakterze naturalnym zależnie od zlewni danego jeziora i obiegu wody (materię pochodzenia geogenicznego) oraz efekt działalności człowieka

Antropogeniczne zmiany obejmują substancje syntetyczne

Zanieczyszczenia nieorganiczne: toksyczne metale w tym kadm, ołów, rtęć i nikiel na obszarze UE należą do grupy substancji priorytetowych

Zanieczyszczenia organiczne: pestycydy, farmaceutyki, trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO) czyli związki bardzo wolno rozkładające się w środowisku naturalnym należące do grupy kancerogennych i mutagennych oraz podlegają bioakumulacji a lista obejmuje 12 substancji stąd zwane potocznie „parszywą dwunastką „

Plastiki efekt olbrzymiej globalnej produkcji roczne, a Polska jest w grupie 6 największych producentów w UE: polipropylen, polietylen, PVC i PET



## 5. Inwazyjne hydrobionty

### Przyczyny i zagrożenia:

Zwykle celowe lub przypadkowe przemieszczanie się organizmów wynikiem działalności człowieka jak zarybianie, próby aklimatyzacji, akwarystyka itp.

**W** warunkach naturalnych migracje mają nieco mniejsze znaczenie, chociaż te powodowane zmianami średniej temperatury mogą być decydujące o rozszerzaniu zasięgów lub jej zmiany

**W** przypadkach gdy gatunek obcy powoduje zagrożenie dla lokalnej fauny czy flory wtedy określimy go jako inwazyjny

Ciekawie wygląda inwazja gatunków roślin np. azoli paprotkowatej (*Azolla filiculoides*) czy nurzaniec spiralny (*Vallisneria spiralis*)

## 6. Przekształcenia morfologiczne misy jeziornej (nietroficzne)

Przyczyny i zagrożenia:

Zmiana układu przestrzennego zasięgu wód i ukształtowania podłoża

Obniżanie poziomu wody przez nowe odpływy lub melioracje naturalnych cieków

Osuszenie zbiornika i np. polderyzacja lub jego likwidacja

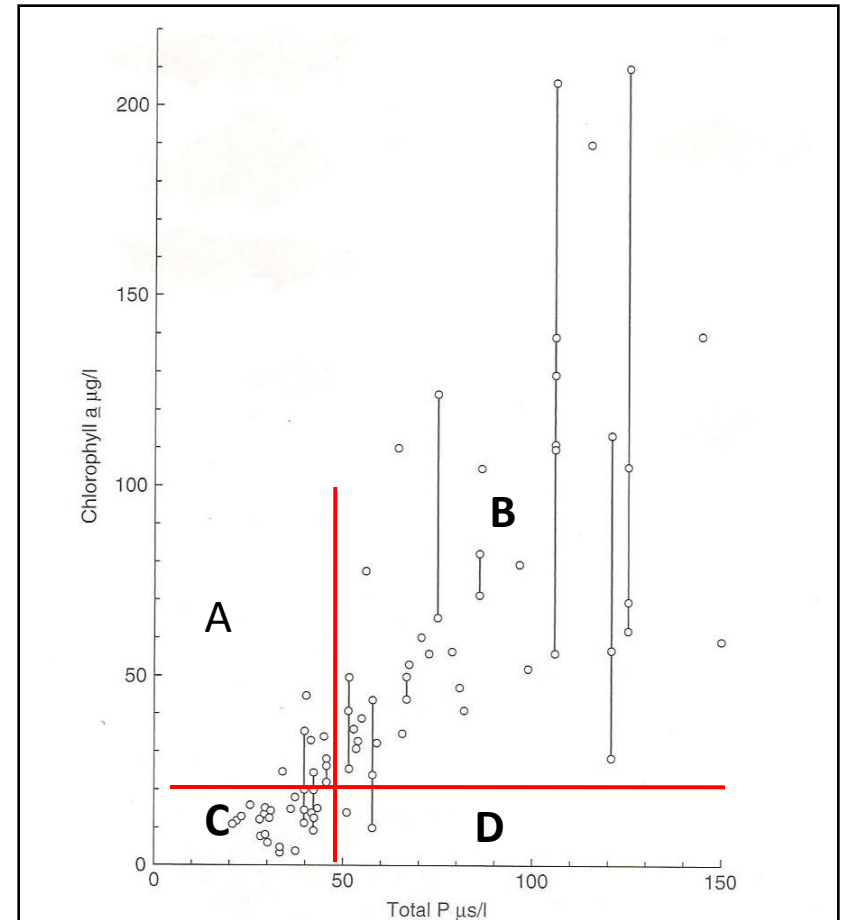
Podział jezior na kilka odrębnych akwenów np. poprzez budowę poprzecznych grobli

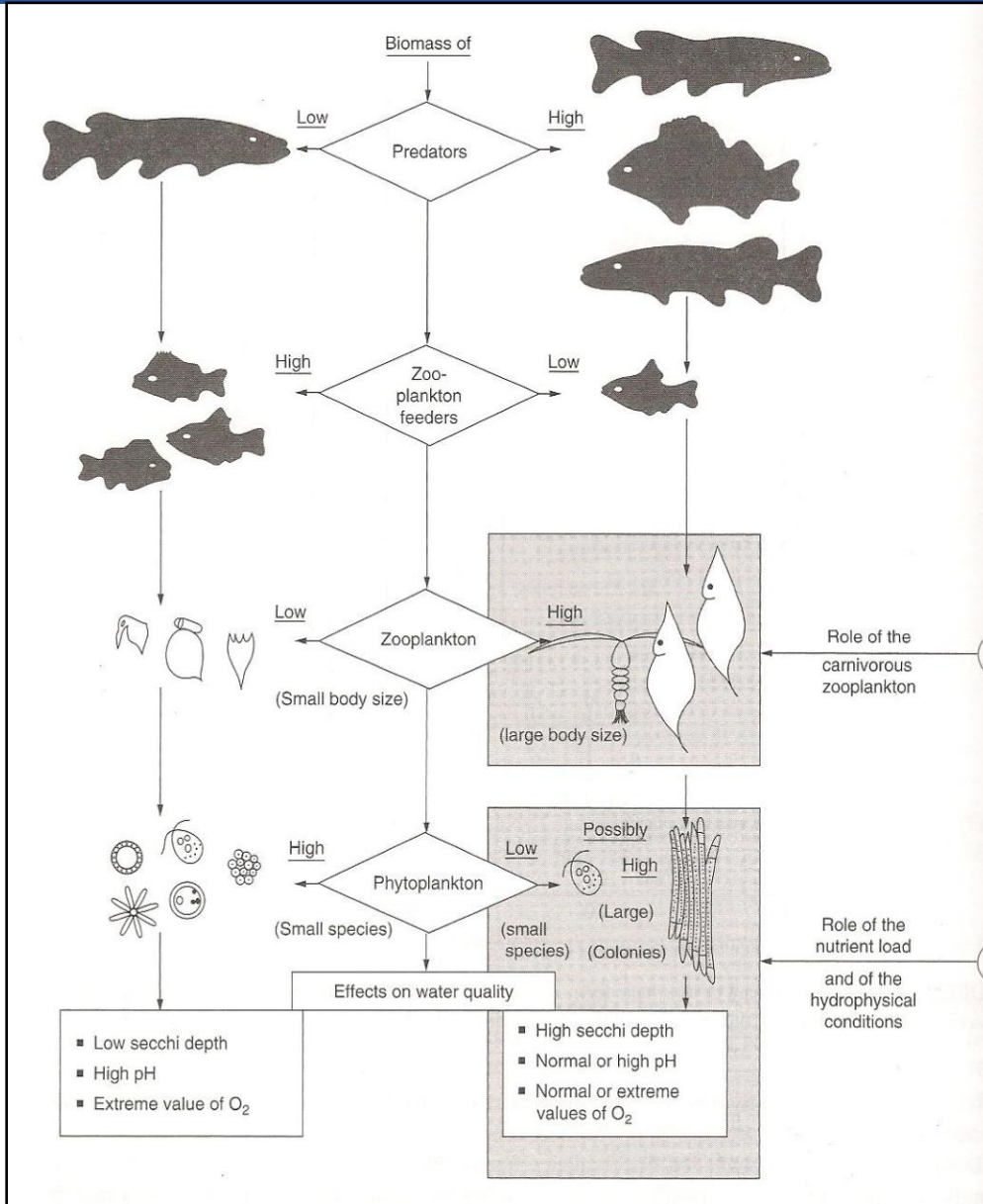
Podpiętrzanie poziomu wody w jeziorach celem ich retencji

Podpiętrzanie jezior może skutkować szeregiem niekorzystnych zmian i zanik naturalnego reżimu hydrologicznego

Zagospodarowanie strefy przybrzeżnej, rekreacja, budowle hydrotechniczne, umacnianie brzegów

- (A) Nie wymagane zarządzanie (stan stabilny)
- (B) Konieczność redukcji zewnętrznego ładunku P
- (C) Potrzeba ograniczenia ładunku wewnętrznego P (np. biomanipulacja, strącanie P, immobilizacja w osadach)
- (D) Inne czynniki decydują o rozwoju fitoplanktonu (np. limitujący jest N)

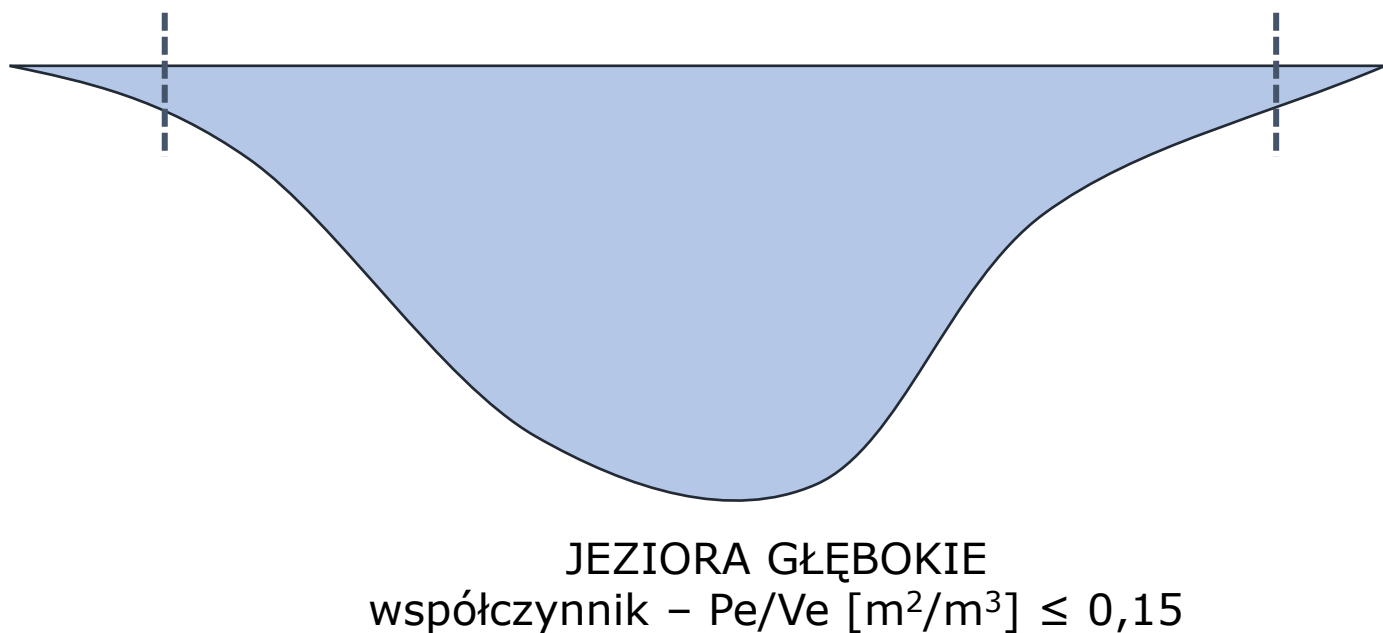
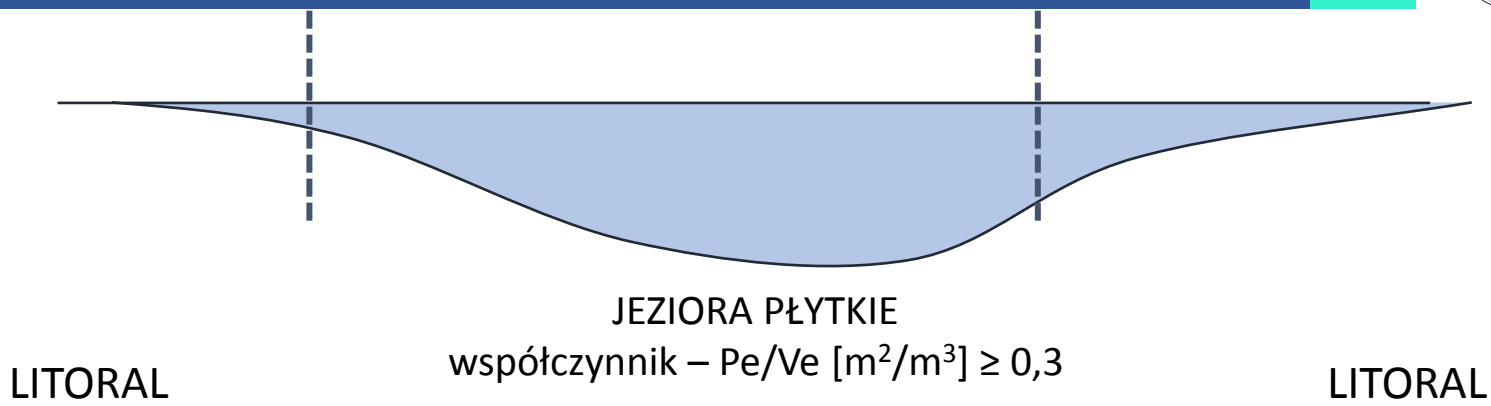




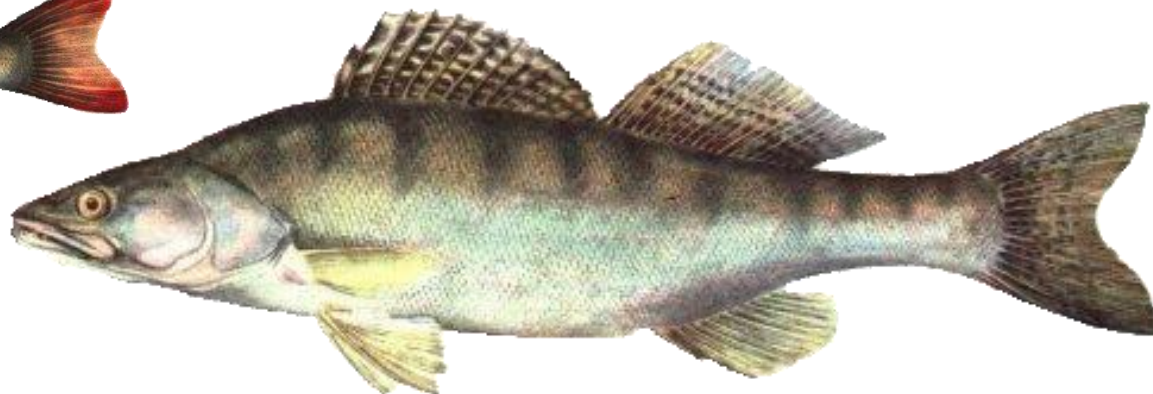
*Keratella quadrata*

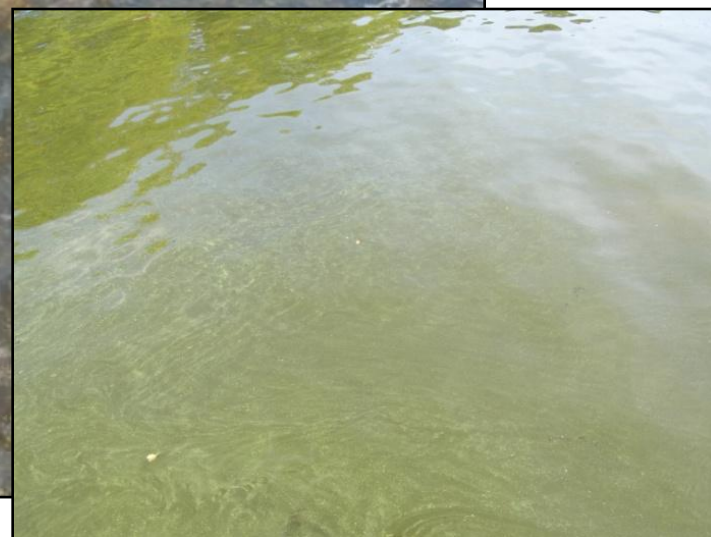


*Daphnia cucullata*











## Udział roślin wodnych w krążeniu pierwiastków biogennych w ekosystemie jeziora

- ✓ Rośliny wynurzone zwykle pobierają substancje z podłoża
- ✓ Rośliny zanurzone z wody lub podłoża lub z obu kierunków jednocześnie
- ✓ Zróżnicowany udział pobierania substancji przez liście, łodygi czy korzenie
- ✓ Pobierane substancje przez organy podziemne mogą być wydzielane do toni

Rola makrofitów w wymianie i krążeniu pierwiastków jest zależna od proporcji powierzchni zajętej przez nie do ogólnej powierzchni zbiornika

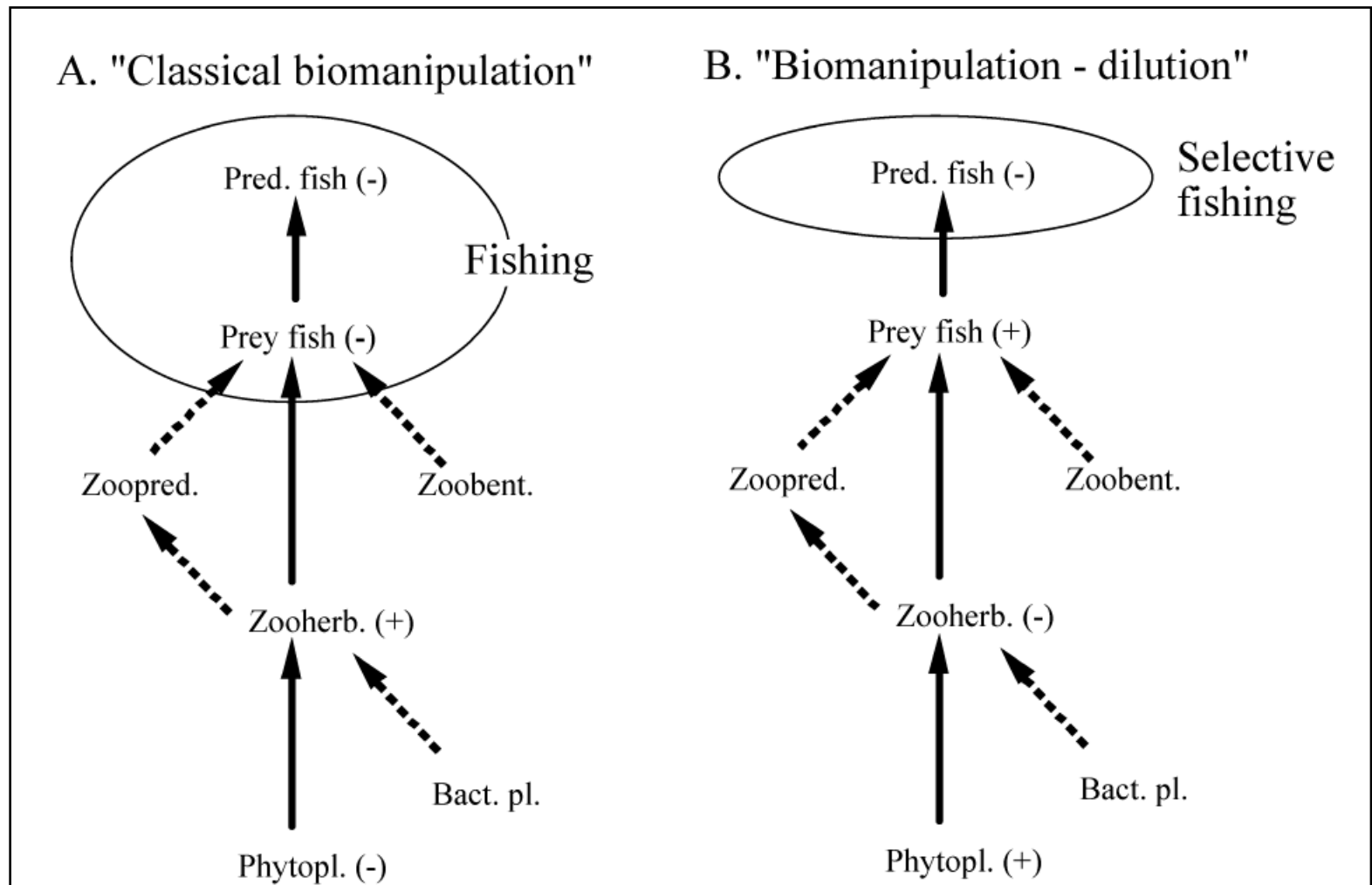
## Uwaga!

**rośliny mogą powodować wzrost stężenia fosforu w wodzie, transportując go z osadów do toni wodnej lub w trakcie rozkładu**



## Czynniki limitujące biomanipulację

- ✓ biomasa ryb poniżej 50-100 kg/ha
- ✓ odłowy ryb do 75% wartości stanu wyjściowego
- ✓ zarybianie drapieżnikami poniżej 5-6 kg/ha
- ✓ dno jeziora utworzone z torfów, miękkich osadów lub warstwy gliny
- ✓ silne wiatry powodujące stałą resuspensję osadów
- ✓ duża powierzchnia jezior
- ✓ wysoka koncentracja nutrientów (P i N)
- ✓ wysoka biomasa sinic
- ✓ obecność drapieżników bezkręgowych
- ✓ wysokie zagęszczenie *Ceratium hirudinnella*



**W** jeziorach płytkich mamy duży udział litoralu (stref płytkowodnych) w stosunku do objętości wody i znaczący potencjał, w procesie rekultywacji, makrofitów zanurzonych.

**G**łębokie jeziora o niskim udziale litoralu wymagają regulacji zespołami pelagicznymi co jest znacznie trudniejsze.

**N**ależy pamiętać, że biomanipulacja nie jest panaceum na eutrofizację i może w skali wielolecia nie przynieść oczekiwanych rezultatów.

**B**iomanipulację ichtiofauną należy traktować jako zabieg wspomagający ochronę jezior, a działania te winny być uzasadnione ekonomicznie tworząc tzw. usługi ekosystemowe.

- ✓ **Stabilizacja poziomu wody (częściej używany jest termin podpiętrzanie) jeziorze powoduje szereg zmian w morfologii zbiornika, parametrach fizykochemicznych wody, cechach biologicznych.**
- ✓ Znacznie więcej zmian zaobserwujemy w jeziorach płytkich z płaską misą jeziorną gdzie zwiększamy powierzchnię jeziora przy niewielkiej retencji.
- ✓ Przy jeziorach o stromych brzegach przy niewielkich zmianach powierzchni mamy wyraźniejszy wzrost retencji.
- ✓ **Główną rolą jezior w systemie rzeczno-jeziornym jest regulowanie odpływu i jego wyrównanie, które jest zależne od objętości jeziora oraz jego miejsca położenia w dorzeczu.**



Przytłamowanie wykonane przez bobry przy podniesionej zastawce  
na odpływie z jeziora poziom wody 1,35 m np.m.  
wiosna 2020



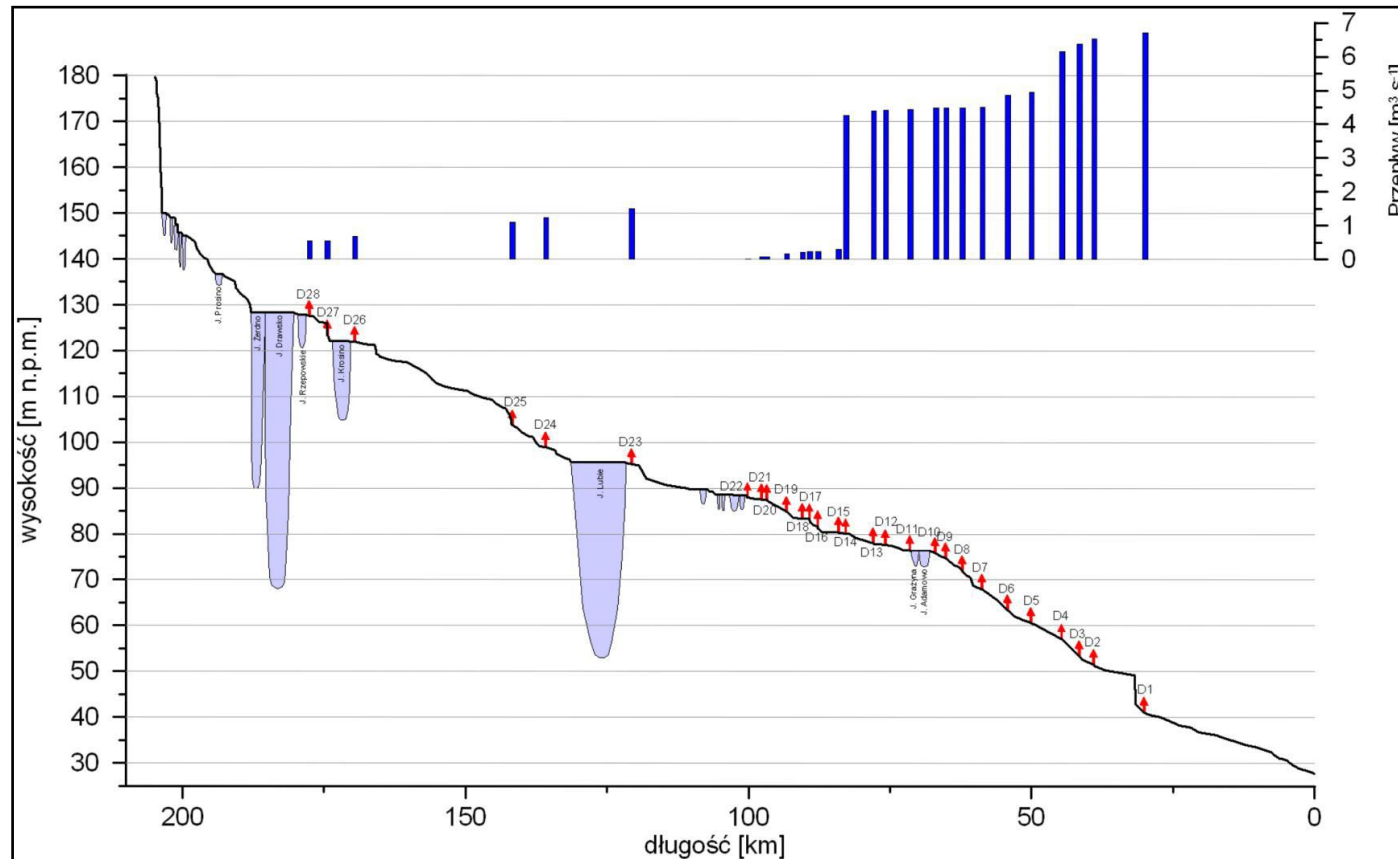
Przytamtowanie wykonane przez bobry przy podniesionej zastawce  
na odpływie z jeziora, poziom wody około 1,00 m n p.m.  
Wiosna 2021





Zastawka opuszczona na odpływie z jeziora a poniżej zanik zasilania strumienia

1. Przy typowaniu jezior do stabilizacji poziomu wody należy w pierwszej kolejności uwzględnić jeziora rynnowe, przepływowe i o stromych brzegach.
2. Retencjonowanie wody w jeziorach winno się realizować w granicach naturalnych wahań poziomu wody w granicach maksymalnie do około 0,5 m.
3. Zbyt wysokie piętrzenie poza wyraźnie uzasadnionymi innymi potrzebami (np. ochrona przed powodzią) może być niekorzystne dla funkcjonowania jeziora doprowadzając do szybkiej eutrofizacji i spadku jakości wody. Wyjątkiem mogą stanowić retencje korytowe gdzie dla gromadzonej wody zaplanowano krótki czas zatrzymania (poniżej 14 dni) by ograniczyć nadmierny rozwój fitoplanktonu.
4. Jeziora ze stabilizacją poziomu wody muszą mieć opracowaną instrukcję gospodarowania wodą.
5. Przed decyzjami co do wysokości piętrzenia celem stabilizacji musi zostać wykonany dokładny bilans wodny w tym szczególnie odpływu z jeziora. Pozwoli to na określenie dolnej wody zwierciadła odpowiadające przepływowi średniemu niskiemu (SNQ).



Profil podłużny rzeki Drawy z odcinkami monitoringu z wyznaczonymi natężeniami przepływu oraz zbiornikami znajdującymi się w nurcie głównego koryta (Szpikowski i in., 2016)

Ocena zmian zachodzących w poszczególnych strefach życia jeziora w wyniku piętrzenia/stabilizacji poziomu wody:

## **Zmiany zachodzący w pelagialu**

1. Wskaźniki fizyczno-chemiczne
2. Fitoplankton
3. Zooplankton

## **Zmiany zachodzące w profundalu jezior**

1. Osady denne
2. Makrozoobentos

## **Zmiany w litoralu jezior**

1. Zbiorowiska makrofitów i ich zasięg
2. Ocena reakcji halofitów

## **Wpływ na gospodarkę rybacką**

1. Zmiany w zespołach ichtiofauny
2. Regulacja zespołu ichtiofauny (odłowy sportowe i rybaków zawodowych)

**Podstawowe pytanie:**

**jak uniknąć przyspieszenia procesu starzenia się jezior w wyniku zabiegu podpiętrzenia/stabilizacji poziomu wody ?**



**Co zrobić by uniknąć w wyniku zwiększania retencji jeziornej starzenie się strefy profundalu i odmładzania strefy litoralu**



## Zadania legislacyjne

Bardzo istotnym założeniem jest by jeziora podpiętrzone czy z ustabilizowanym poziomem wody traktować jako silnie zmienione jednolite części wód powierzchniowych (SZCW). Pochodzenie tych jeziora jest efektem zjawisk naturalnych a obecnie zostały poddane antroporesji (na przykład tymczasowej). Zbiorniki sztuczne powstałe w wyniku przegrodzenia doliny rzecznej są sztucznymi jednolitymi częściami wód (SCW). Jest to bardzo ważne by nie wprowadzać zamieszania w interpretacji związanej z wyznaczaniem linii brzegowej co szczególnie ma istotne znaczenie w obszarach z zainwestowaną strefą przybrzeżną.

## Działania kompensacyjne:

1. Ochrona przybrzeżnych środowisk z dużą akumulacją torfu
2. W warunkach naturalnych są zalewane okresowo przy wysokich stanach jeziora i dotyczy to zaledwie krótkiego okresu wiosną
3. W warunkach piętrzenia są zalane cały rok lub kilka miesięcy
4. Prowadzi to do wielu niekorzystnych zmian w tym do wymywania materii organicznej w kierunku toni wodnej tj. otwartego plosa
5. Przy znacznych powierzchniach takiego siedliska istnieje możliwość wyłączenia takiego obszaru z zakresu retencji np. poprzez obwałowania





Nowe pomosty na Jeziorze Drawsko o bardzo solidnej konstrukcji, pontonowe osadzone na ruchomych palach co uwzględnia zmiany poziomu wody i spiętrzenia sztormowe

Dziękuję za uwagę / Thank you

Tomasz Heese, Katarzyna Pikuła

Seminarium 16.02.2022 Wrocław

