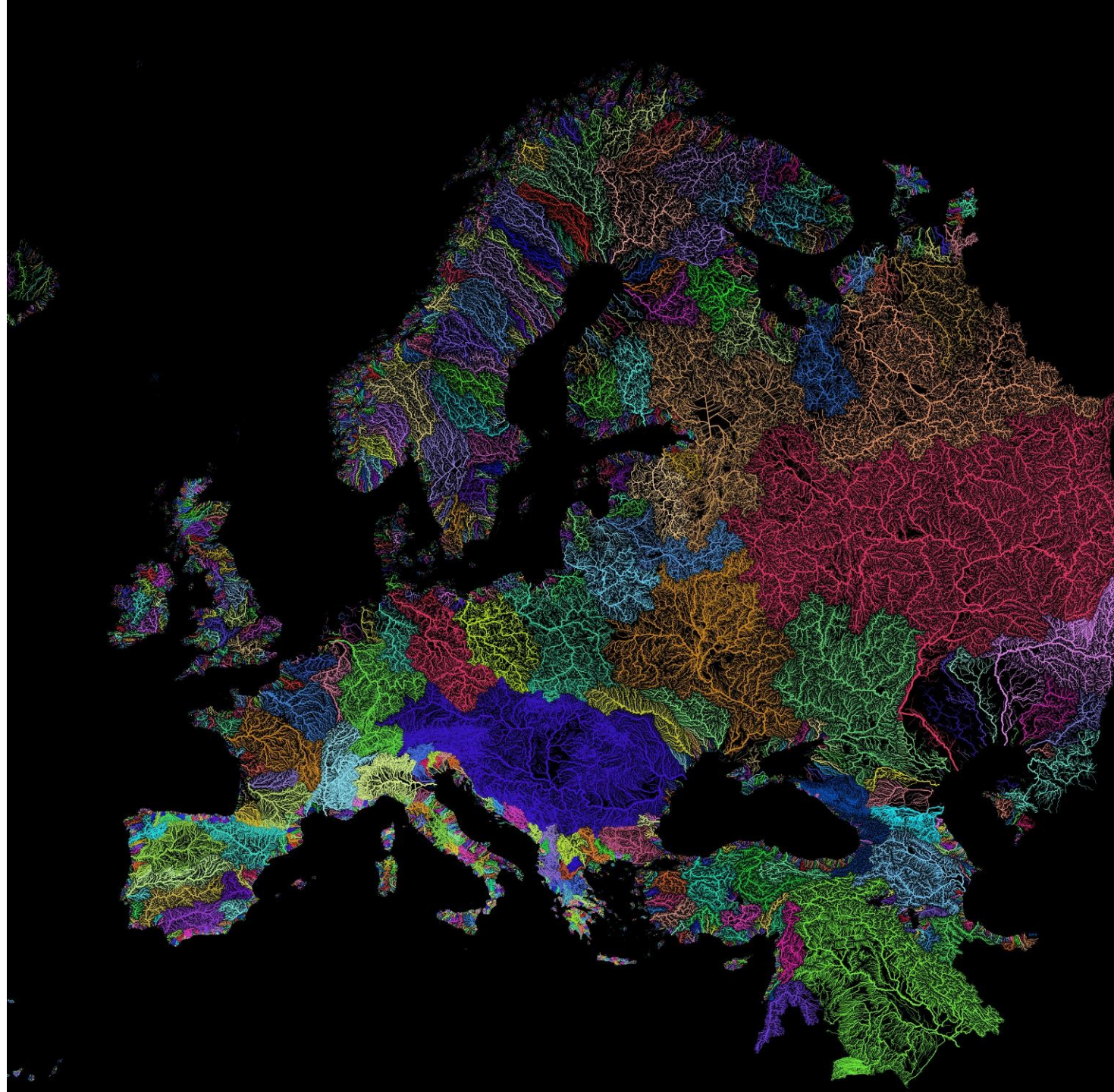
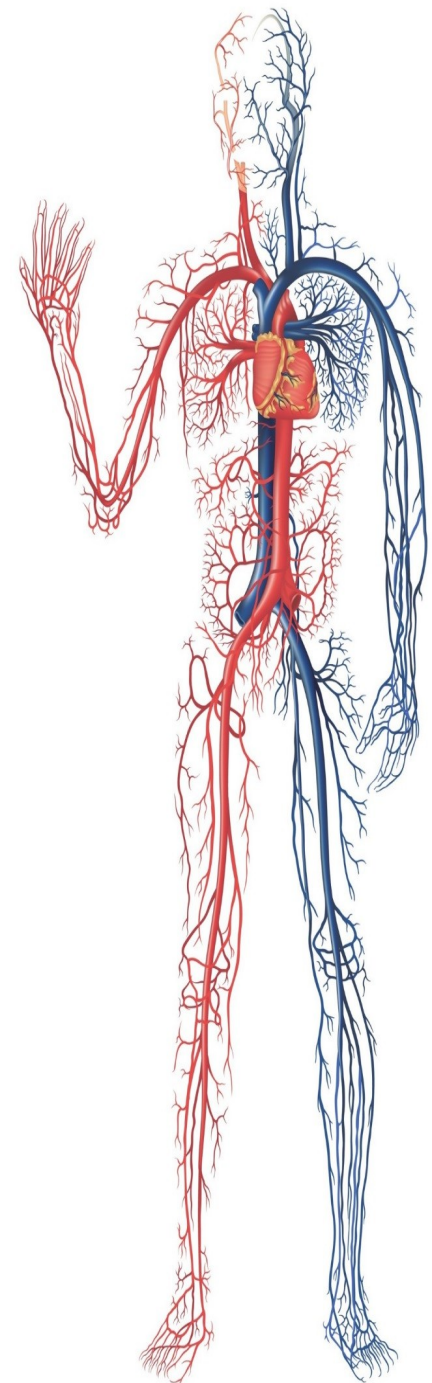


# Rzeka jako ekosystem i regulator krajobrazu

dr hab. Wiktor Kotowski,  
dr Andrzej Mikulski,

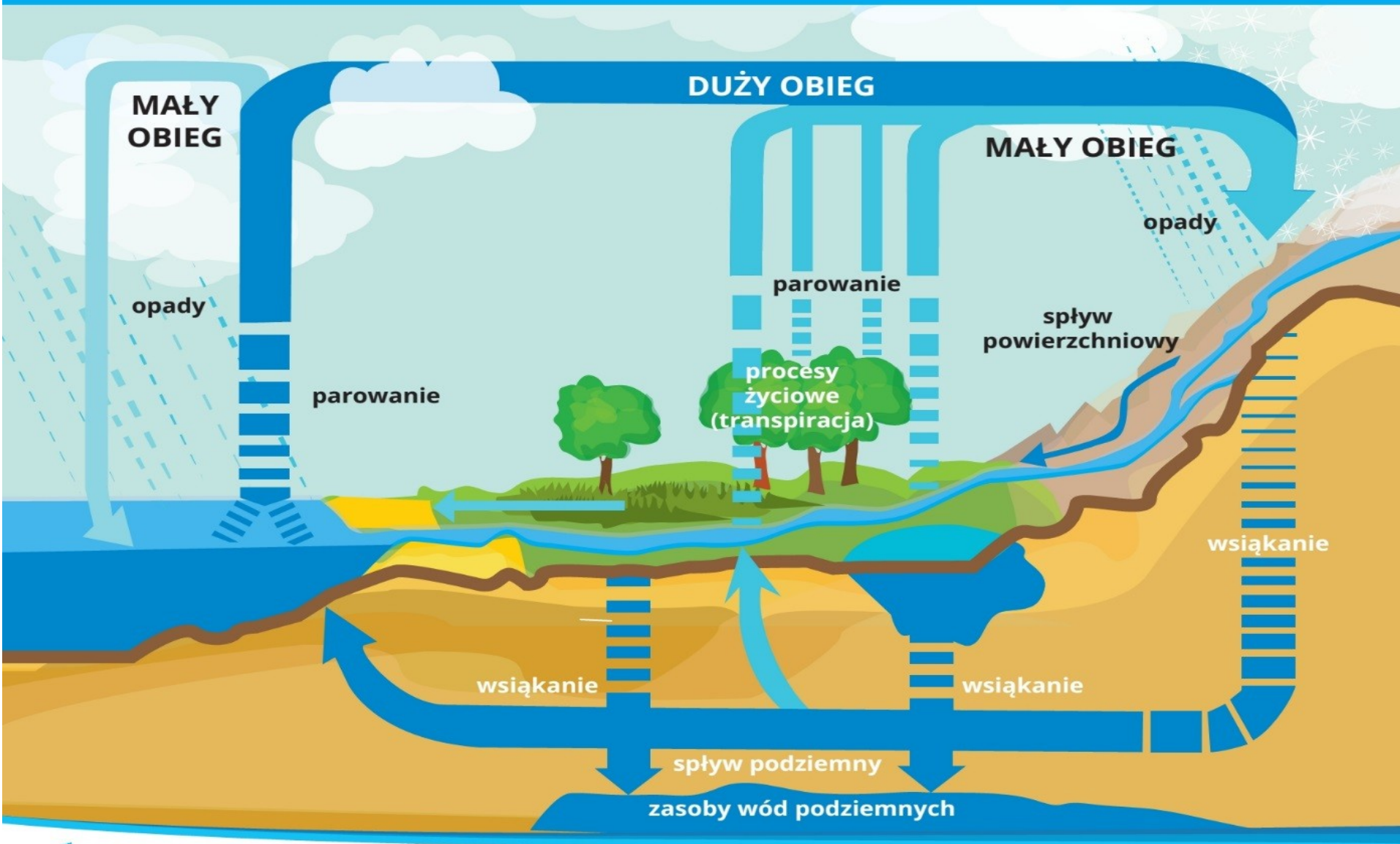


Rzeka jest zlewnią



Rzeka jest ekosystemem  
zintegrowanym z całym  
krajobrazem poprzez system  
sprzężeń zwrotnych

# OBIEG WODY W PRZYRODZIE





Szata roślinna wpływa na  
lądowy obieg wody i tempo jej  
przepływu przez zlewnię



Szata roślinna wpływa na  
lądowy obieg wody i tempo jej  
przepływu przez zlewnię

Torfowiska – obszary stagnacji wód opadowych lub gromadzenia się wód gruntowych; obszary z dużym udziałem torfowisk mają z reguły wyższą sumę opadów i niższe średnie temperatury powietrza niż analogiczne obszary pozbawione mokradeł




Dolina Biebrzy, fot. W. Kotowski, M. Ostrowski



# Na torfowisku

- Rzeka wpływa na reżim wodny określając bazę drenażu, a niekiedy generując zalewy
- Regulacja rzek często skutkuje odwodnieniem torfowisk
- Mineralizacja osuszonego torfu powoduje emisje dwutlenku węgla i przepływ biogenów do wód powierzchniowych

An aerial photograph showing a vast agricultural landscape. The fields are divided into numerous rectangular plots by a network of dark, straight drainage canals. The colors of the fields vary from vibrant green to golden-brown, indicating different stages of crop growth or harvest. In the distance, a small cluster of buildings is visible, surrounded by more fields and a line of trees. The overall scene illustrates the extensive drainage system used in agriculture to manage water levels in low-lying areas.

Melioracje torfowisk:  
przyspieszenie spływu  
wody ze zlewni i powód  
eutrofizacji wód

Bagno Wizna

fot. M. Ostrowski

Większość obszarów zlewni to tereny rolnicze



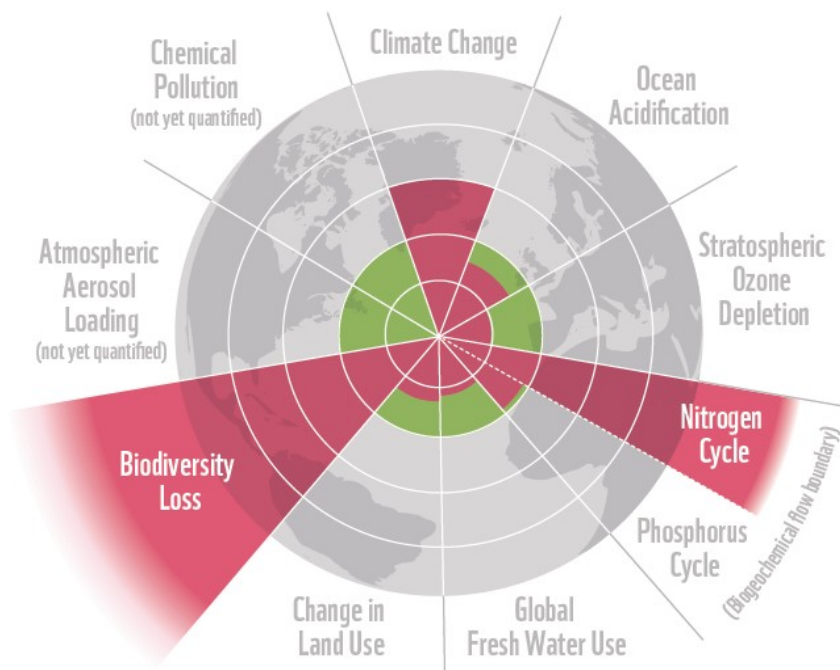


Gospodarka wodami  
śródlądowymi może znacząco  
wpłynąć na stan Bałtyku

- > różnorodność biologiczna
- > połowy ryb
- > rekreacja

Zakwit sinic w Bałtyku

# Przeżyźnienie wód to jeden z głównych, obok utraty różnorodności biologicznej i zmian klimatu, obszarów degradacji biosfery



## Granice odporności biosfery

**Figure 38: Planetary boundaries**  
We have already overstepped three of the nine planetary boundaries (Stockholm Resilience Centre, 2009).

**Key**

- Progress by 2009
- Safe limits

THE PLANETARY BOUNDARIES FRAMEWORK HAS STIMULATED SCIENTIFIC AND WIDER DEBATE, ADVANCING SCIENTIFIC ASSESSMENTS OF INDIVIDUAL BOUNDARIES AND INFLUENCING BUSINESS AND POLICY AGENDAS



Zanim woda trafi do rzeki...

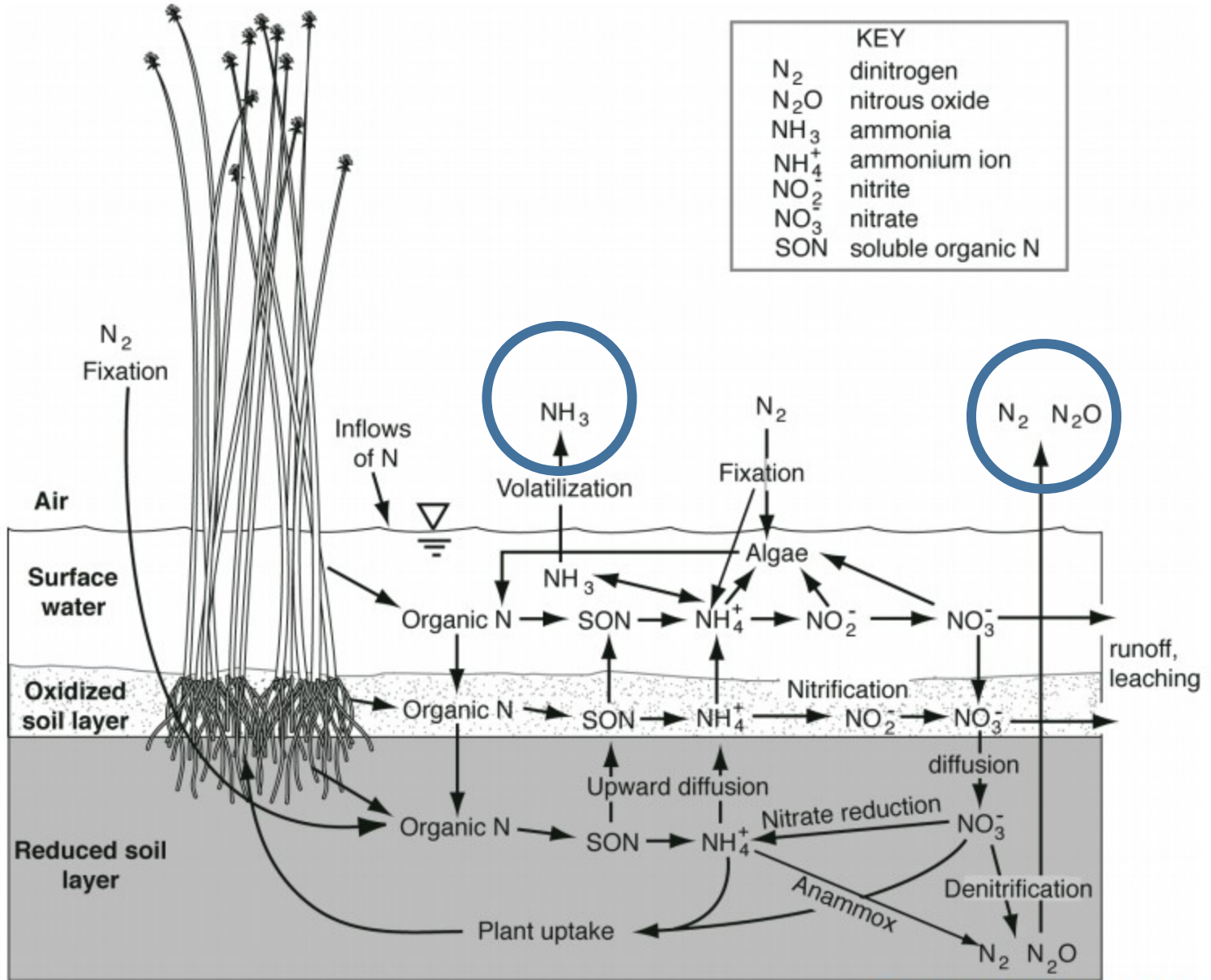




Mokradła  
nadrzeczne  
oczyszczają wodę z  
biogenów

80–140 kg azotu ha<sup>-1</sup>  
rok<sup>-1</sup>

4–15 kg fosforu ha<sup>-1</sup>  
rok<sup>-1</sup>



Source: Mitsch and Gosselink, 2007



# Wetland nutrient removal: a review of the evidence

J. Fisher and M.C. Acreman

Centre for Ecology and Hydrology, Wallingford, OX10 8BB, UK

Email for corresponding author: jafi@ceh.ac.uk

▲ 1 - - - - -

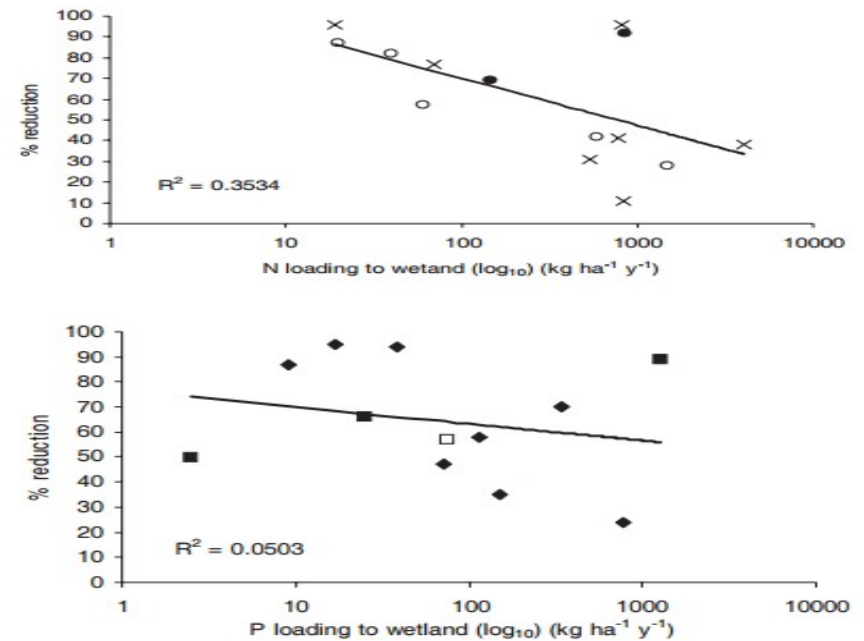
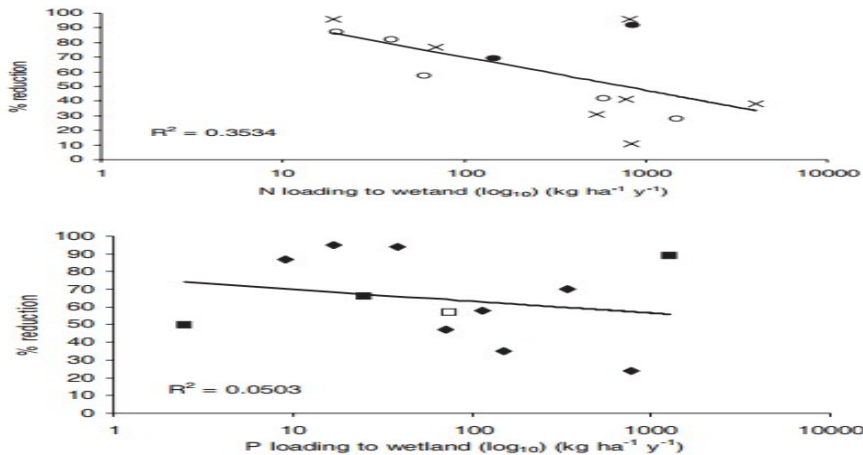


Fig. 4. Relationship between nutrient reduction within wetlands and the amount of a) N loading to wetlands and b) P loading to wetlands reported in a study. (● = TN, ○ = nitrate and × = several N species and b) P loading to wetlands, ■ = TP, □ = orthophosphate and ◆ = several P species).

Fig. 4. Relationship between nutrient reduction within wetlands and the amount of a) N loading to wetlands and b) P loading to wetlands reported in a study. (● = TN, ○ = nitrate and × = several N species and b) P loading to wetlands, ■ = TP, □ = orthophosphate and ◆ = several P species).

Rzeka zapewnia usługi  
ekosystemowe kluczowe dla  
człowieka



Woda  
Oczyszczanie ścieków



Erozja i żyzność gleby



Żywność  
Woda  
Oczyszczanie ścieków



Zdarzenia ekstremalne  
Siedliska dla gatunków  
Rekreacja



Żywność  
Erozja i żyzność gleby



Sekwestracja węgla



Jakość powietrza i klimat  
Doświadczenia duchowe



Siedliska dla gatunków



Rekreacja



Żywność  
Surowce  
Turystyka



Zdarzenia ekstremalne



Siedliska dla gatunków

**Ale eksploatując jedne usługi, naruszamy inne  
– a chcemy korzystać ze wszystkich**

# Koncepcja ciągłości

(*river-continuum concept*)

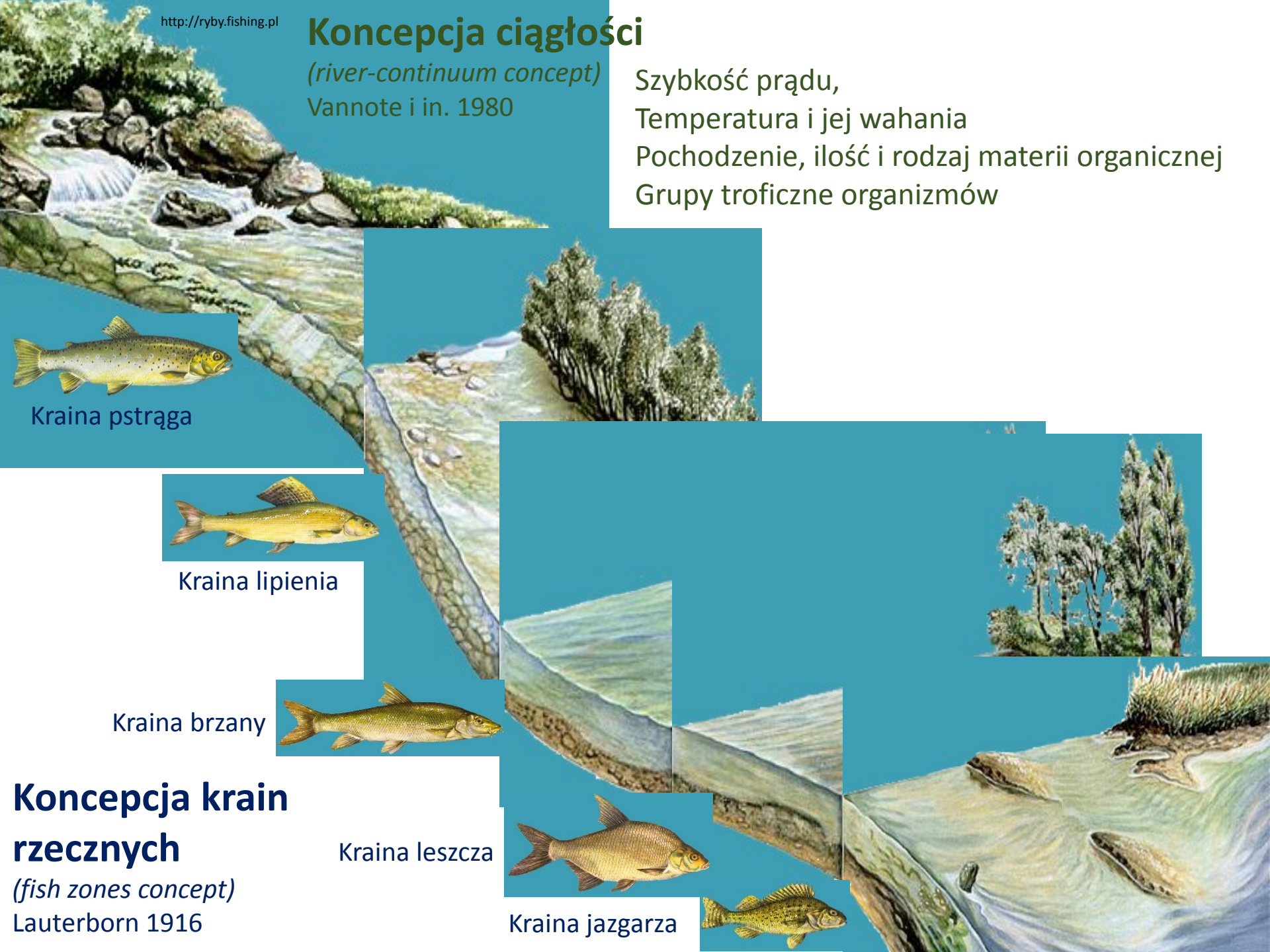
Vannote i in. 1980

Szybkość prądu,

Temperatura i jej wahania

Pochodzenie, ilość i rodzaj materii organicznej

Grupy troficzne organizmów



Kraina pstrąga



Kraina lipienia



Kraina brzany



Kraina leszcza



Kraina jazgarza

# Koncepcja krain rzecznych

(*fish zones concept*)

Lauterborn 1916

# Koncepcja ciągłości

(*river-continuum concept*)

Vannote i in. 1980

# Koncepcja pulsów

**powodziowych**

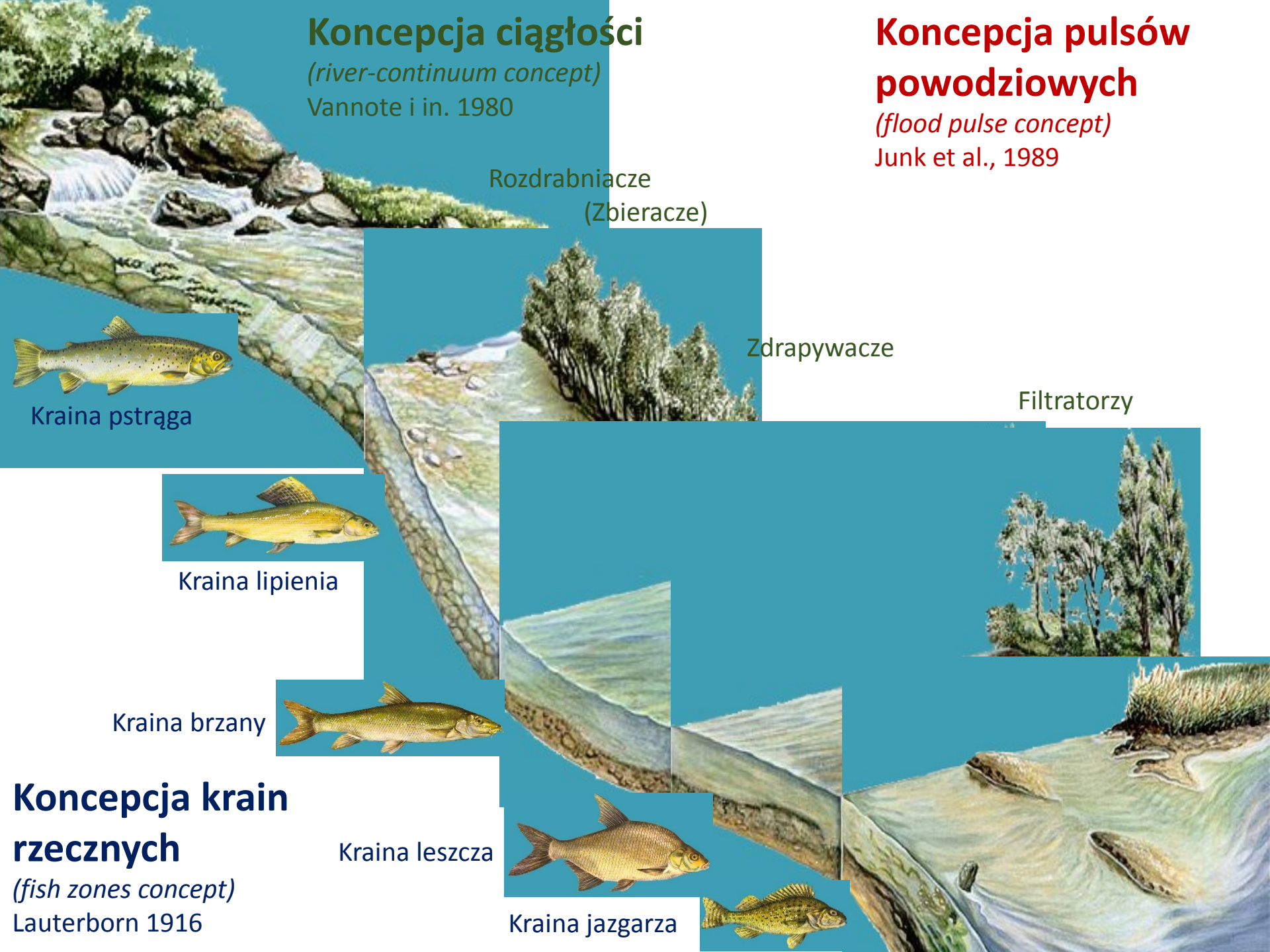
(*flood pulse concept*)

Junk et al., 1989

Rozdrabniacze  
(Zbieracze)

Zdrapywacze

Filtratorzy



Kraina pstrąga

Kraina lipienia

Kraina brzany

Kraina leszcza

Kraina jazgarza

# Koncepcja krain rzecznych

(*fish zones concept*)

Lauterborn 1916

**Wszystkie uniwersalne procesy zachodzące  
w naturalnych rzekach  
wpływają na proces samooczyszczenia**

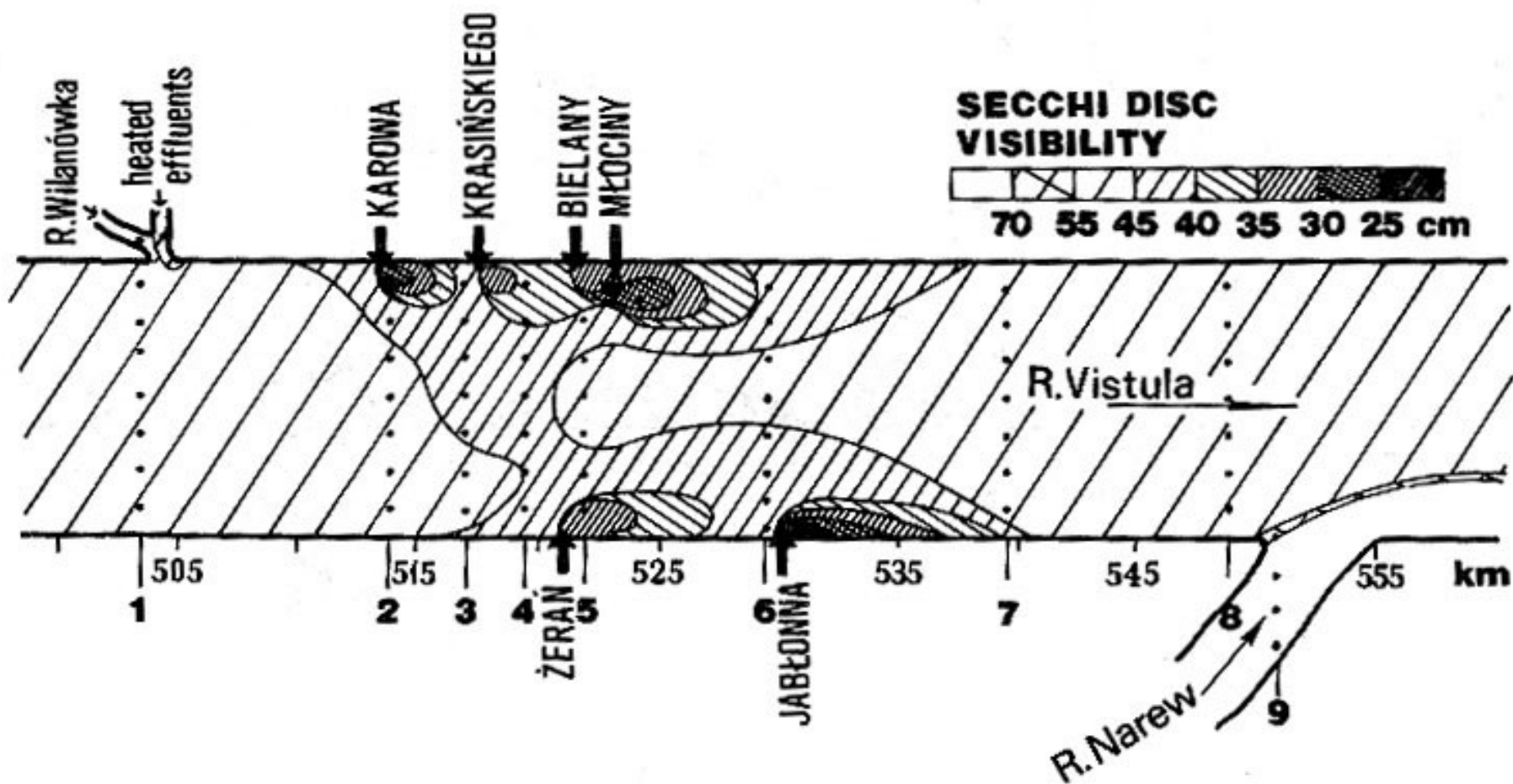


Fig. 5. Spatial differentiation of water transparency – diagram  
1–9 – profile numbers



# Ścieki

Filtracja i sedymentacja

Osad

sedymentacja  
zgrzaczce, zbieracze, filtratory  
depozycja w dolinie zalewowej

Rozkład materii  
organicznej

mieszanie + natlenianie  
obecność mikroorganizmów

Sedymentacja

Osad

sedymentacja  
zgrzaczce, zbieracze, filtratory  
depozycja w dolinie zalewowej

Usuwanie azotu

mieszanie + brak tlenu  
obecność bakterii denitryfikacyjnych

Usuwanie fosforu

działanie chemicznych  
kogulantów

Sedymentacja

Osad

sedymentacja  
zgrzaczce, zbieracze, filtratory  
depozycja w dolinie zalewowej

Neutralizacja

Oczyszczone ścieki

# Ścieki

Filtracja i sedymentacja → Osad

Rozkład materii organicznej

mieszanie + natlenianie  
obecność mikroorganizmów

Sedymentacja → Osad

Usuwanie azotu

mieszanie + brak tlenu  
obecność bakterii denitryfikacyjnych

Usuwanie fosforu

Działanie chemicznych  
kogulantów

Sedymentacja → Osad

Neutralizacja

Oczyszczone ścieki

mikroorganizmy  
podzie, podłożu,  
wiesinie

arie denitryfikacyjne  
, rośliny

cja  
wiesinie ilastej  
, rośliny

pcja  
na zawieszinie ilastej  
akumulacja

# Ścieki

Filtracja i sedymentacja

Osad

Rozkład materii organicznej

mieszanie + natlenianie  
obecność mikroorganizmów

Sedymentacja

Osad

Usuwanie azotu

mieszanie + brak tlenu  
obecność bakterii nitryfikacyjnych

Usuwanie fosforu

Działanie chemicznych  
kogulantów

Sedymentacja

Osad

Neutralizacja

Oczyszczone ścieki

## SIEĆ TROFICZNA

zgryzacze,  
zbieracze, filtratory

mikroorganizmy  
w wodzie, podłożu,

zgryzacze,  
zbieracze, filtratory

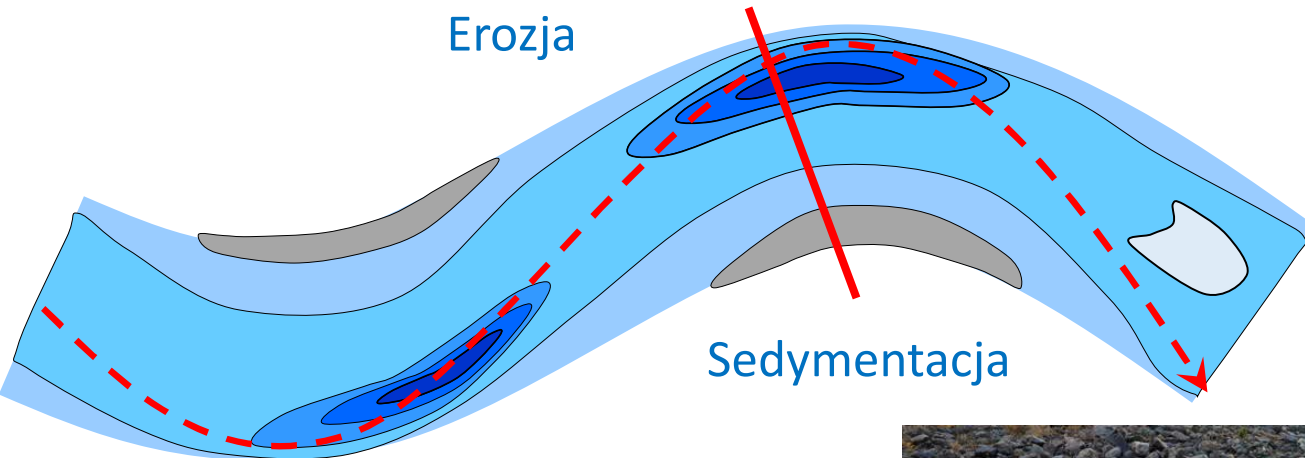
bakterie denitryfikacyjne  
glony, rośliny

glony, rośliny

zgryzacze,  
zbieracze, filtratory

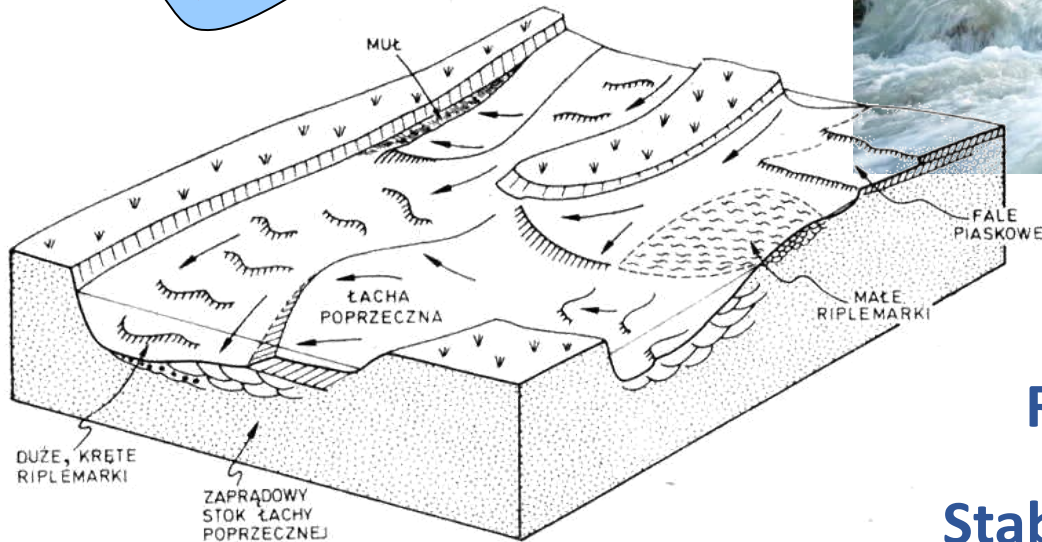
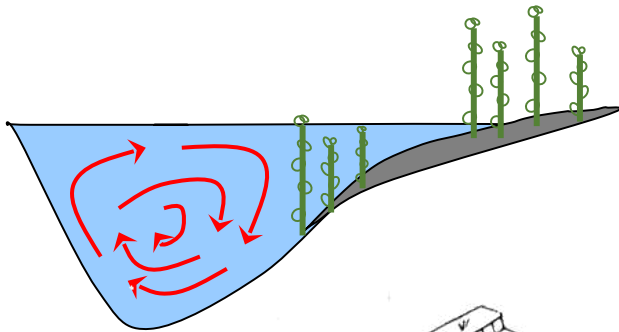
bioakumulacja

Erozja



Mieszanie  
i natlenianie

Sedymentacja



Rzeka roztokowa

Zróznicowanie siedliskowe

Różnorodność biologiczna

Stabilność biocenozy

i efektywność przepływu energii

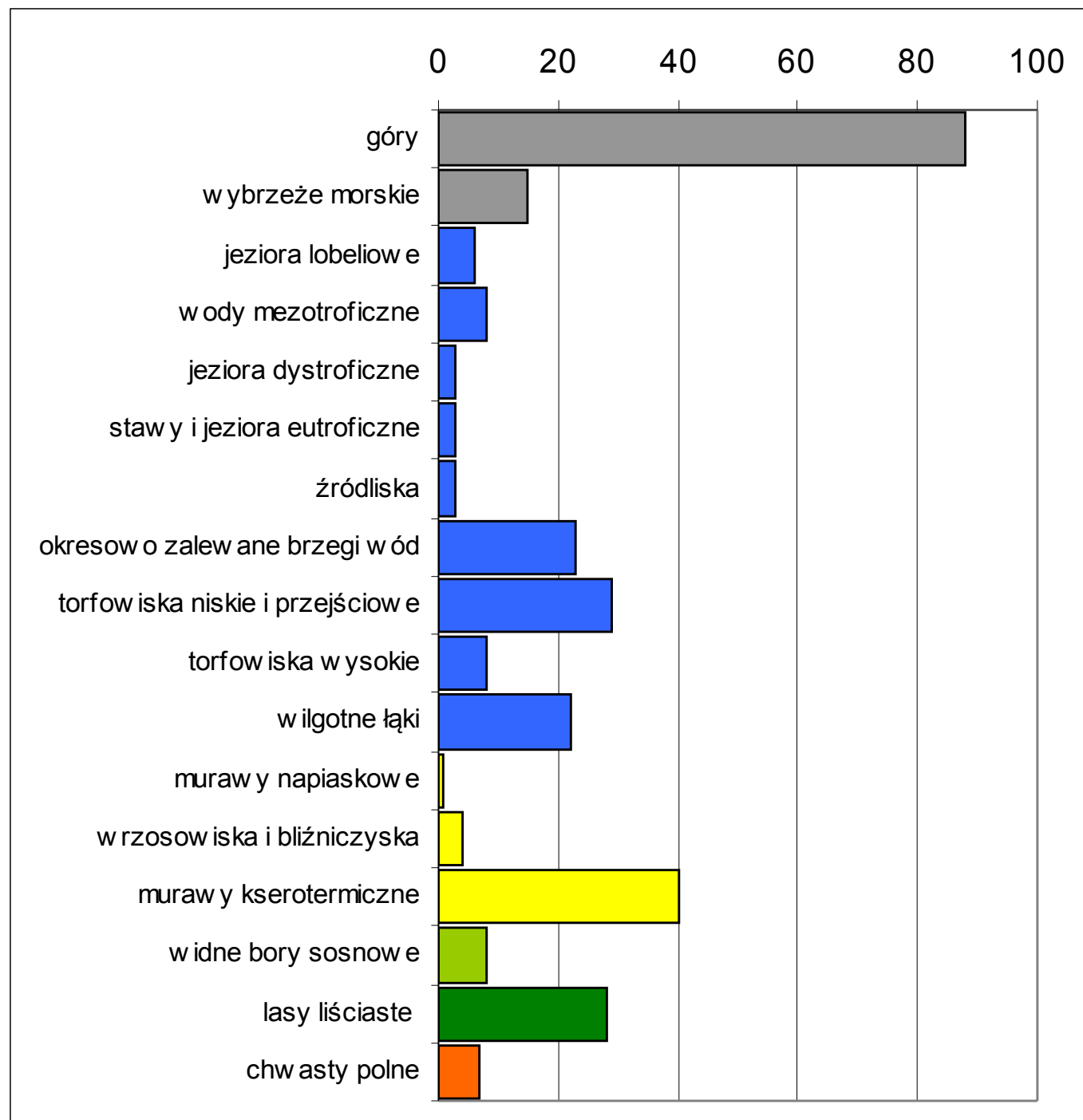


# Na terenach zalewowych

- Wylewy są kluczowym procesem ekologicznym, który:
  - Eliminuje gatunki nie tolerujące zalewu
  - Deponuje na terenach zalewowych biogeny i zawiesinę mineralną => użyźnia i wpływa na rzeźbę terenu
  - Wprowadza losowe zaburzenia, pozwalające na regularne „odmładzanie” ekosystemu
  - Transportuje nasiona roślin umożliwiając wysokie bogactwo gatunkowe



# Gatunki w Polskiej Czerwonej Księdze Roślin z podziałem na typy siedlisk



# Skutki eliminacji zalewów

- Łęgi – „grądowienie”, zanikanie typowych gatunków





# Skutki eliminacji zalewów

- Tereny otwarte, łąki – ekspansja gatunków inwazyjnych



# Skutki eliminacji zalewów

- Muliste zalewane brzegi rzek – eliminacja siedliska







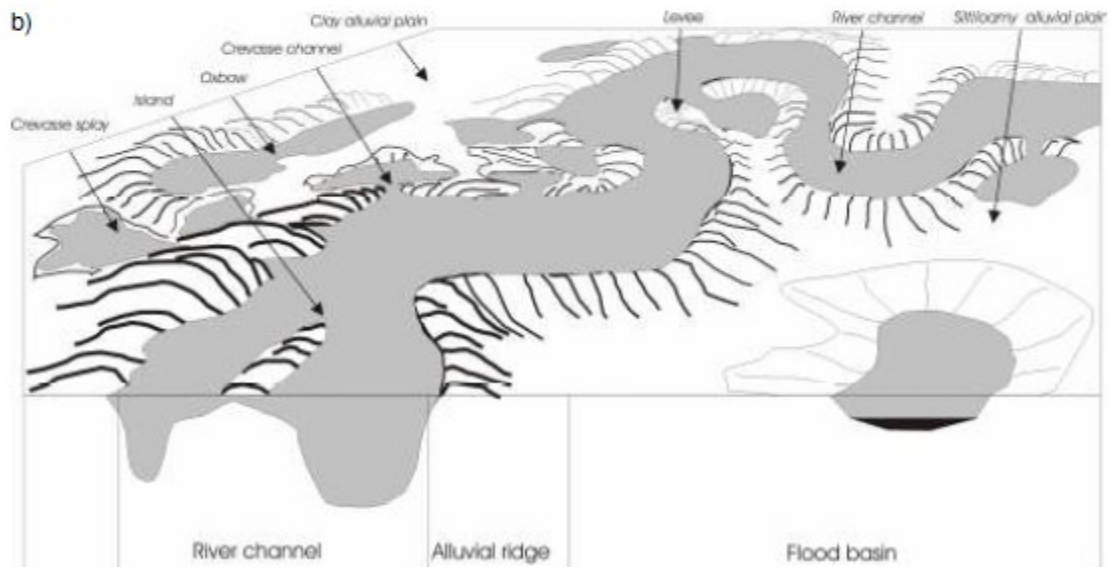
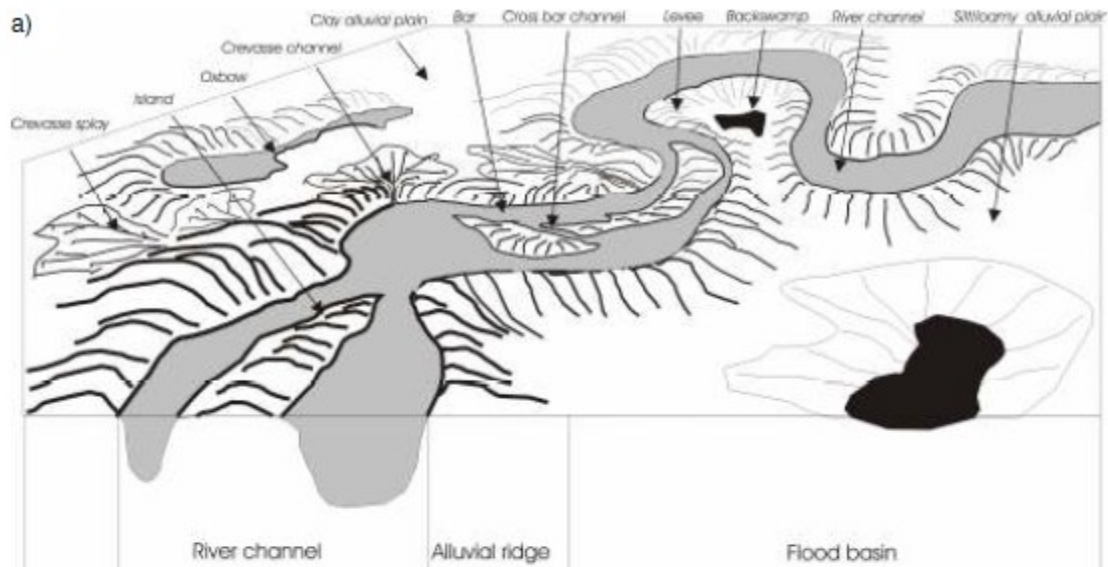
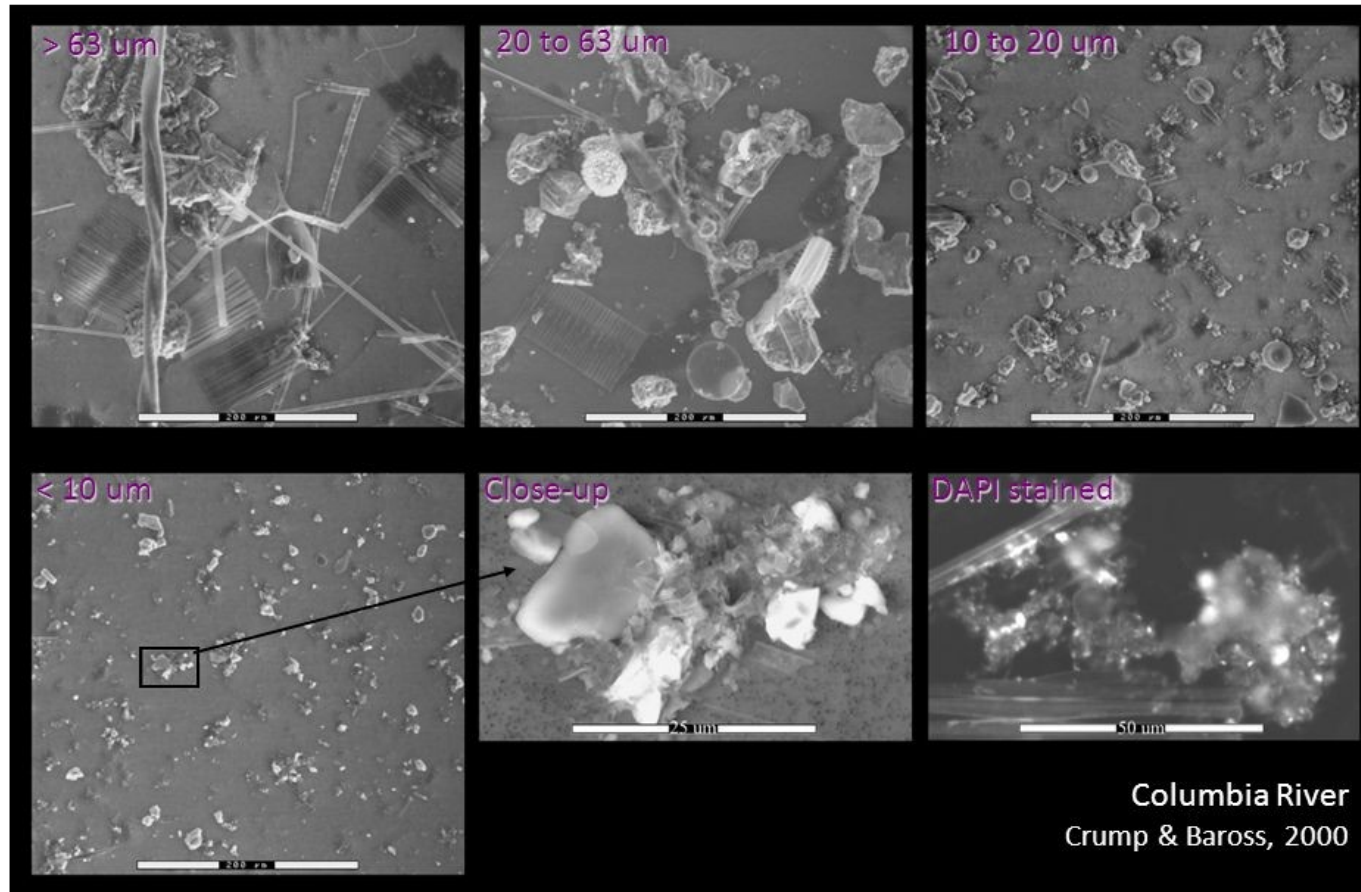


Figure 26. Stage of flood: a) base-flow stage, b) initial stage, c) advanced stage, d) final stage

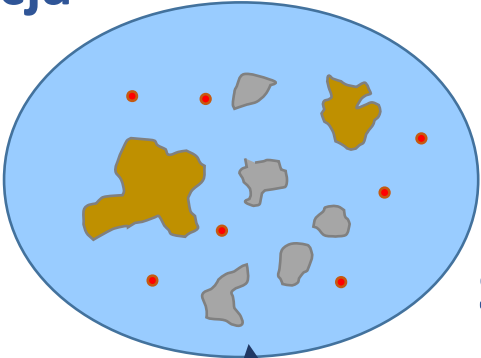
Starorzecza –  
miejsca  
oczyszczania wód z  
azotanów  
(denitryfikacja)

Ponadto wraz z  
zalewami depozycja  
fosforu  
adsorbowanego do  
cząstek mineralnych

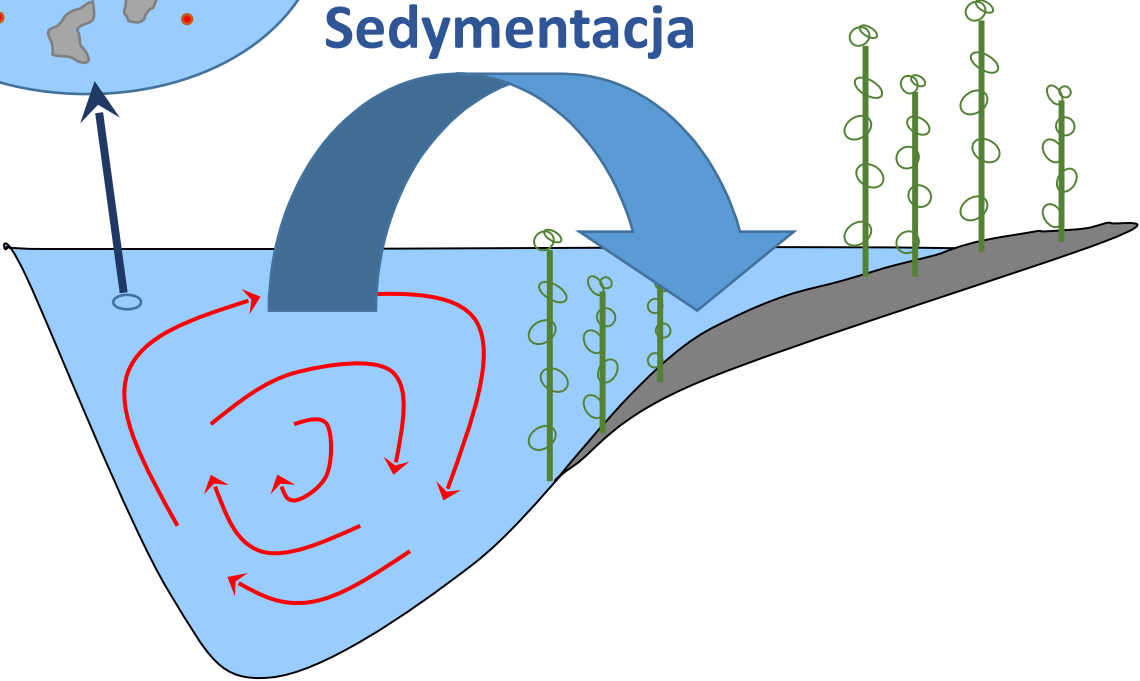
# ETM particles are packed with organics



Sorpcja

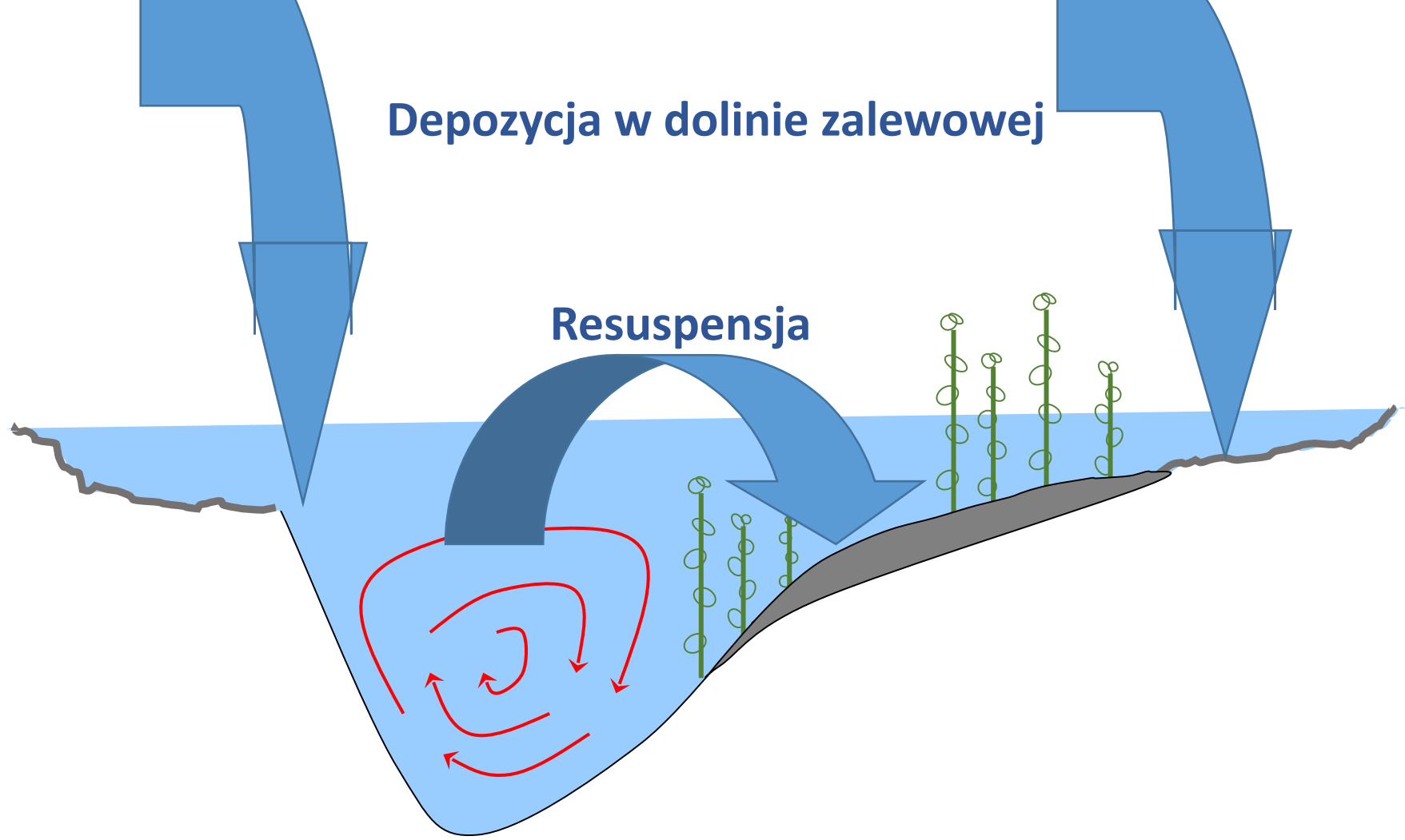


Sedymentacja



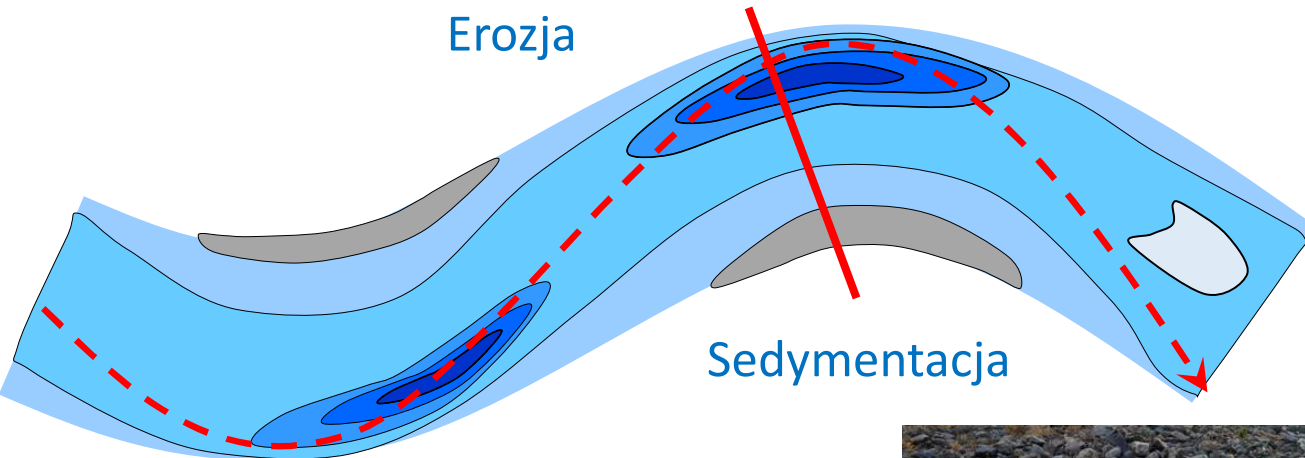
**Depozycja w dolinie zalewowej**

**Resuspensja**

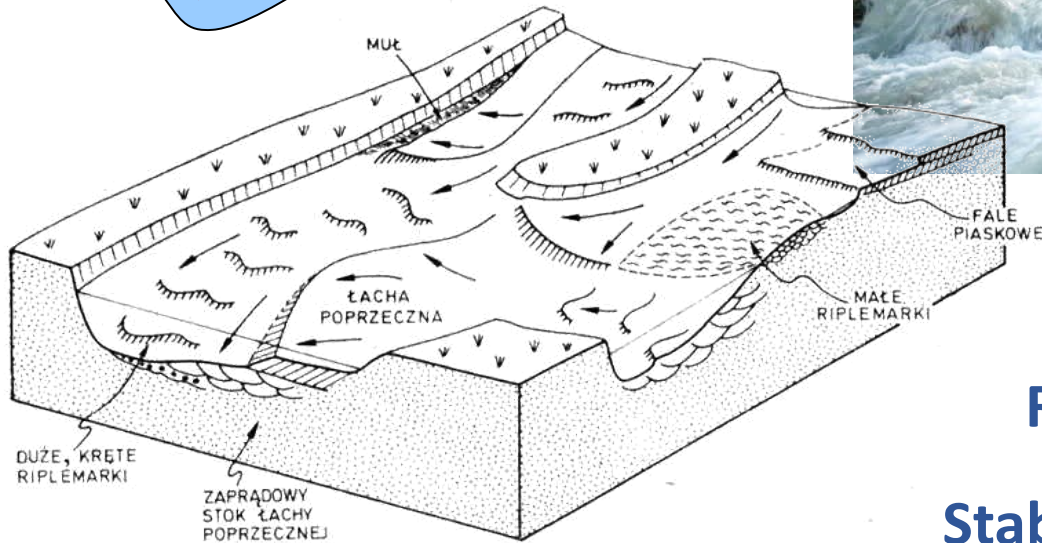
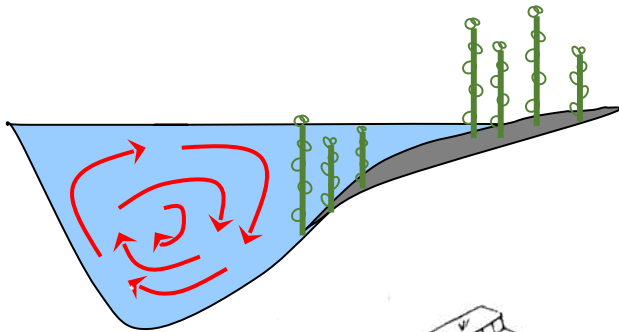




Erozja



Mieszanie  
i natlenianie



Rzeka roztokowa

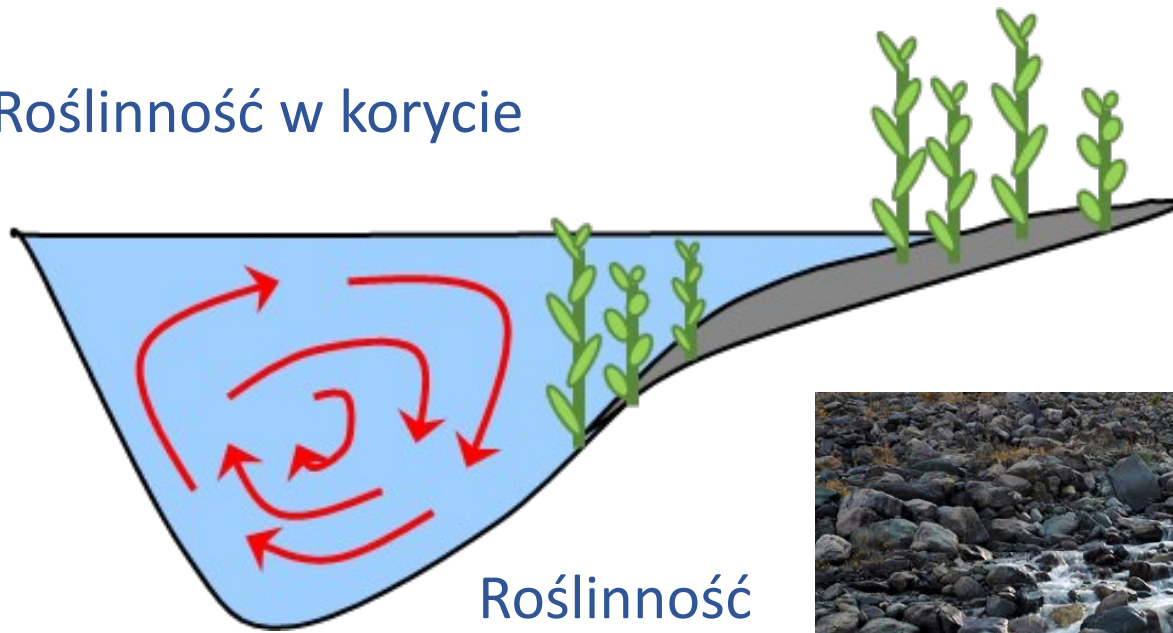
Zróznicowanie siedliskowe

Różnorodność biologiczna

Stabilność biocenozy  
i efektywność przepływu energii

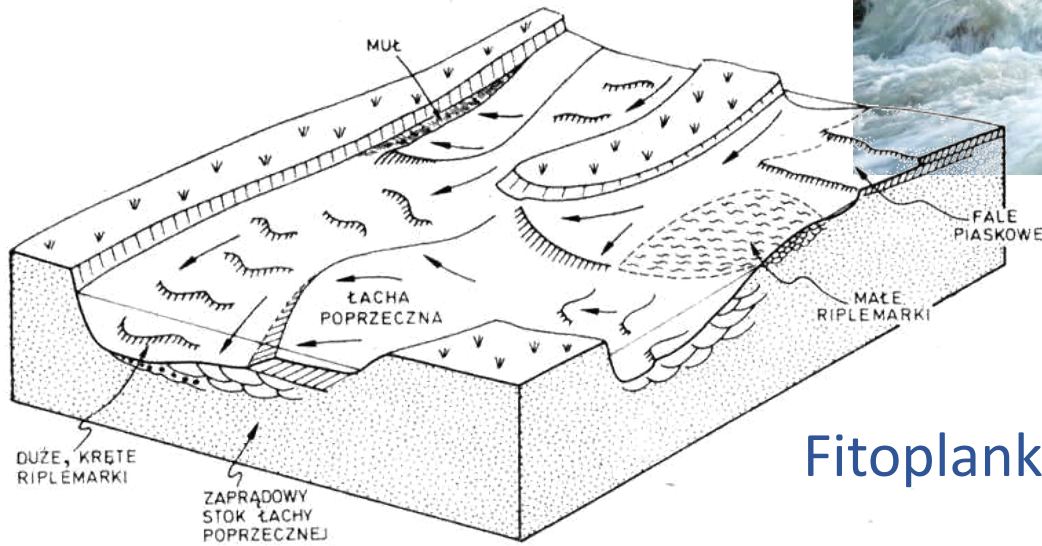
# Usuwanie substancji biogennych

Roślinność w korycie



Peryfiton

Roślinność nadbrzeżna



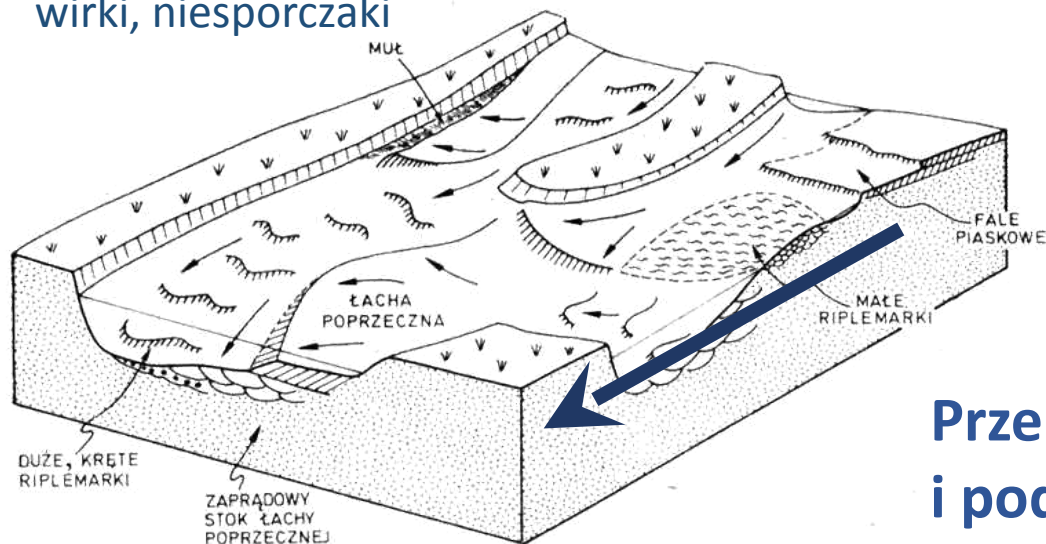
Fitoplankton

Rzeka roztokowa



## Psammon

Widłonogi, glony, wrotki, pierwotniaki, bakterie, nicienie, skąposzczety, brzuchorzęski, wirki, niesporczaki



Rzeka roztokowa

1 m<sup>2</sup> plaży w Warszawie rozkłada rocznie 284 g materii organicznej (Słodownik i Opaliński 2015)

Ile wbudowuje w biomasę?



[http://bezzadecia.blox.pl/tagi\\_b/93252/la-playa.html](http://bezzadecia.blox.pl/tagi_b/93252/la-playa.html)

Plaża La Playa w Warszawie rozkłada rocznie około 355 kg materii organicznej (Słodownik i Opaliński 2015)

**Przepływ podkorytowy i podziemny  
filtracja, rozkład, wbudowywanie w biomasę**

## Usługi ekosystemowe rzeki

- Oczyszczanie zanieczyszczeń
- Dostarczanie zdatnej do użytku wody
- Dostarczanie ryb rzecznych (reofilnych)



Certa



Jesiotr



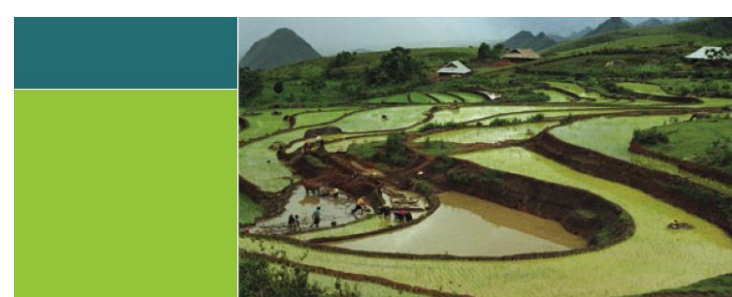
Węgorz



# Usługi ekosystemowe rzeki

- Oczyszczanie zanieczyszczeń
- Dostarczanie zdatnej do użytku wody
- Dostarczanie ryb rzecznych (reofilnych)
- Regulacja odpływu wody ze zlewni
- Droga transportowa
- Korytarz ekologiczny
- Źródło bioróżnorodności
- Znakomite miejsce wypoczynku  
(krajobraz dynamiczny)

Właściciel grobowca podczas  
"dobrej zabawy i obcowania z pięknem",  
jak głosi umieszczony obok napis.



## ECOSYSTEMS AND HUMAN WELL-BEING

*Synthesis*



<https://pl.khanacademy.org/humanities/ancient-art-civilizations/egypt-art/new-kingdom/a/paintings-from-the-tomb-chapel-of-nebamun>

## Usługi ekosystemowe rzeki

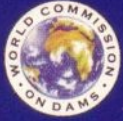
- Oczyszczanie zanieczyszczeń
- Dostarczanie zdatnej do użytku wody
- Dostarczanie ryb rzecznych (reofilnych)
- Regulacja odpływu wody ze zlewni
- Droga transportowa
- Korytarz ekologiczny
- Źródło bioróżnorodności
- Znakomite miejsce wypoczynku

**REGULACJA**

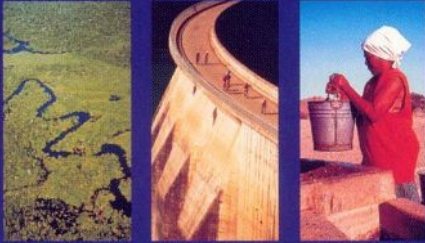
# Zapory

## ZAPORY A ROZWÓJ

Nowe wytyczne dla podejmowania decyzji



RAPORT ŚWIATOWEJ KOMISJI ZAPÓR WODNYCH



<https://www.budowle.pl/budowla,zapora-trzech-przelomow>

# Zapory

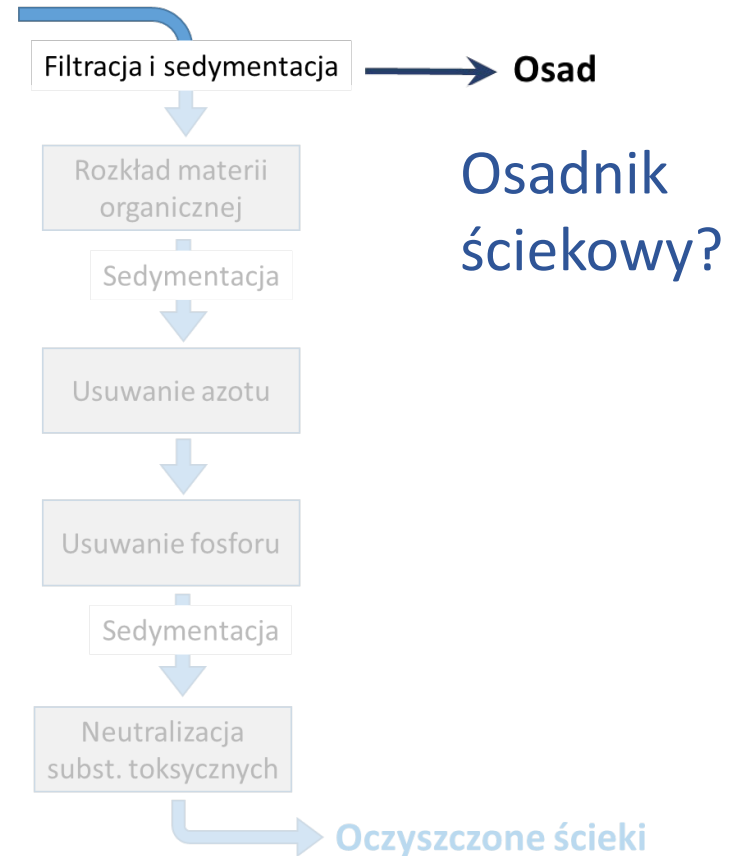
Likwidacja rzeki i większości jej usług ekosystemowych (poza transportem)

Likwidacja drożności ekologicznej (wędrówki ryb, dryf bezkręgowców)

Likwidacja ciągłości



## Ścieki





# Zapory

Likwidacja rzeki i większości jej usług ekosystemowych  
(poza transportem)

Likwidacja drożności ekologicznej (wędrówki ryb, dryf bezkręgowców)

Likwidacja ciągłości – dobrze, czy źle?

## **W zbiorniku:**

Powolne wypełnianie osadem i utrata funkcjonalności

Powstanie warunków beztlenowych

Wydzielanie fosforu – silna eutrofizacja bez możliwości stosowania klasycznej rekultywacji

Wydzielanie gazów cieplarnianych (w tym metanu)

Wydzielanie gazów toksycznych (np. amoniaku)

## **Poniżej zbiornika:**

Silniejsza erozja koryta rzeki

Upośledzenie wszystkich procesów związanych z zawiesiną

(oczyszczania z biogenów i toksyn, funkcjonowania wielu gatunków, depozycji osadów)

Odptyw azotu i fosforu w formie rozpuszczonej lub skumulowanych w zakwicie

Zaburzenie odcinka przyujściowego (równowaga ląd-morze, dostawa biogenów)

## Review

# How Green is 'Green' Energy?

Luke Gibson,<sup>1,2,\*</sup> Elspeth N. Wilman,<sup>2</sup> and William F. Laurance<sup>3</sup>

Renewable energy is an important piece of the puzzle in meeting growing energy demands and mitigating climate change, but the potentially adverse effects of such technologies are often overlooked. Given that climate and ecology are inextricably linked, assessing the effects of energy technologies requires one to consider their full suite of global environmental concerns. We review here the ecological impacts of three major types of renewable energy – hydro, solar, and wind energy – and highlight some strategies for mitigating their negative effects. All three types can have significant environmental consequences in certain contexts. Wind power has the fewest and most easily mitigated impacts; solar energy is comparably benign if designed and managed carefully. Hydropower clearly has the greatest risks, particularly in certain ecological and geographical settings. More research is needed to assess the environmental impacts of these 'green' energy technologies, given that all are rapidly expanding globally.



koalicja  
ratujmy  
rzeki



koalicja  
ratujmy  
rzeki



**EW. DO DYSKUSJI**

**Tabela 1. Średnie roczne stężenia wybranych parametrów wody Wisły na dopływie do Zbiornika (st. „Płock”) i wypływie (st. „Włocławek”). Przedstawione średnie dotyczą lat 1992–2004, a BZT – lat 1998–2002**

Parametry	St. Płock	St. Włocławek	Redukcja stężenia
Seston ( $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ )	28,9	12,7	56%
$P_{\text{tot}}$ ( $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ )	0,24	0,21	13%
$N_{\text{tot}}$ ( $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ )	3,45	3,34	3,2%
$N_{\text{min}}$ ( $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ )	1,44	1,43	0,7%
$O_2$ ( $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ )	10,27	7,9	23%
BZT <sub>5</sub>	5,4	3,1	43%

*prof. dr hab. Andrzej Giziński i dr hab. Andrzej Kentzer  
Prognoza ekologicznych skutków budowy stopnia wodnego poniżej Włocławka*

**Według PIG w 1999 roku w Zbiorniku Włocławskim zalegało 90 mln ton osadu zawierającego między innymi:**

- o 190 ton kadmu,
- o 7600 ton chromu,
- o 4200 ton miedzi,
- o 46 ton rtęci,
- o 2100 ton niklu,
- o 2200 ton ołowiu,
- o 15 000 ton cynku,
- o 51 ton wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych,
- o 1,5 tony pestycydów chloroorganicznych,
- o 0,55 tony pestycydów,
- o 36 600 ton olejów mineralnych.

4.5 mln ton materii organicznej

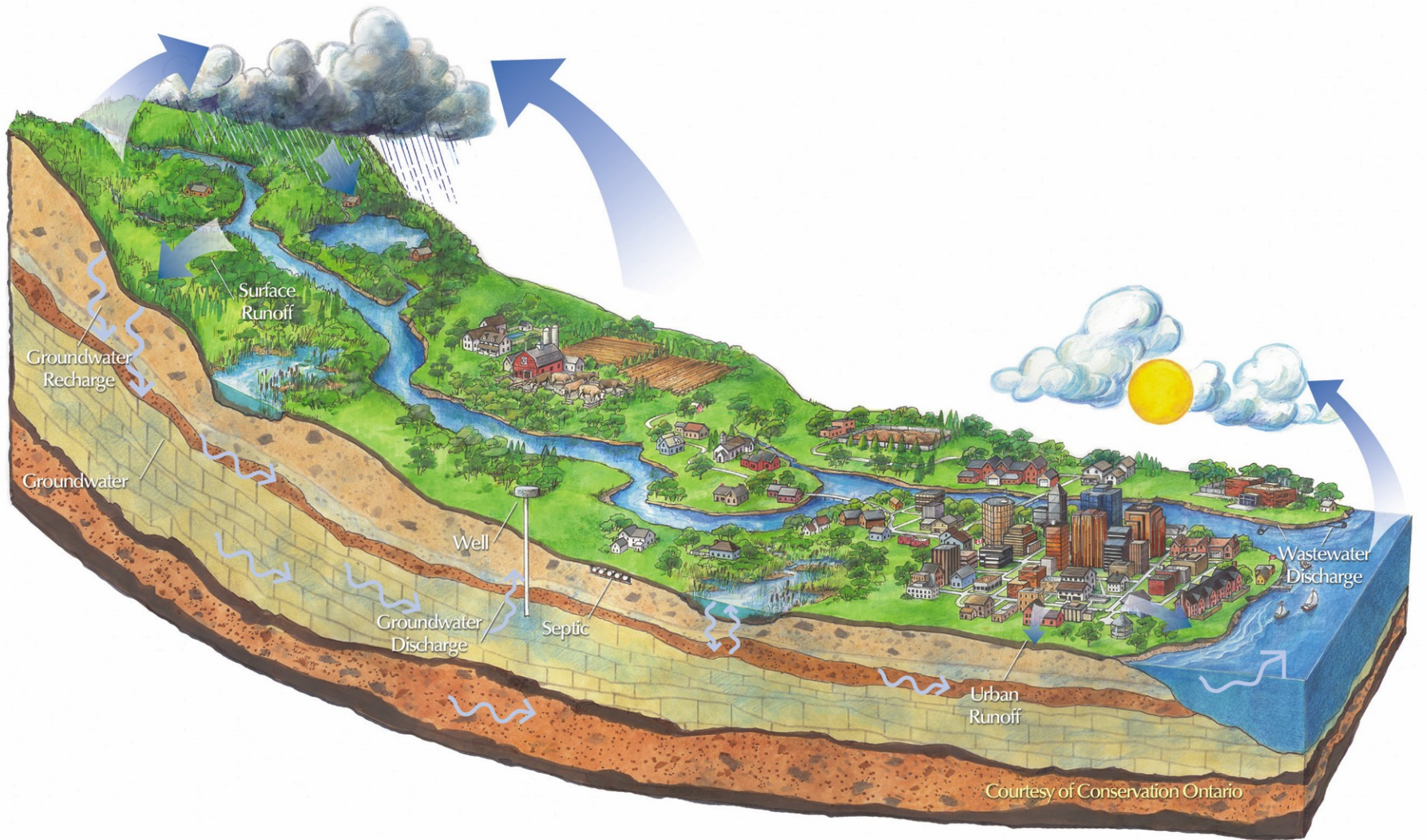
**Tabela 1.** Zawartość pierwiastków śladowych w powierzchniowej warstwie osadów dennych Zbiornika Włocławskiego, poziom tła geochemicznego i klasy czystości osadów wg kryteriów PIG (Bojakowska, Sokołowska 1998)

	Tło	Średnia arytmetyczna	Średnia geometryczna	Maks.	Min.	Współczynnik zmienności (%)	Klasa czystości
As [ppm]	<5	14,6	14,5	23,2	9,9	14,9	I
Ba [ppm]	<51	432,9	433,2	470,0	424,0	2,5	III
Cd [ppm]	<0,5	7,9	7,3	12,3	bdl	30,7	III
Co [ppm]	2	13,0	12,9	20,0	9,5	18,4	II
Cr [ppm]	5	96,3	86,5	330,0	29,0	56,2	II
Cu [ppm]	6	45,6	45,0	55,8	32,0	13,9	II
Ni [ppm]	5	23,2	22,7	33,5	8,4	23,3	I
Pb [ppm]	10	51,1	50,9	68,8	35,9	12,8	II
Zn [ppm]	48	437,0	413,7	650,0	158,0	31,3	II
Sr [ppm]	<100	108,3	96,0	132,0	21,9	31,8	I
V [ppm]	<10	32,5	23,4	140,0	1,8	83,7	II



1715

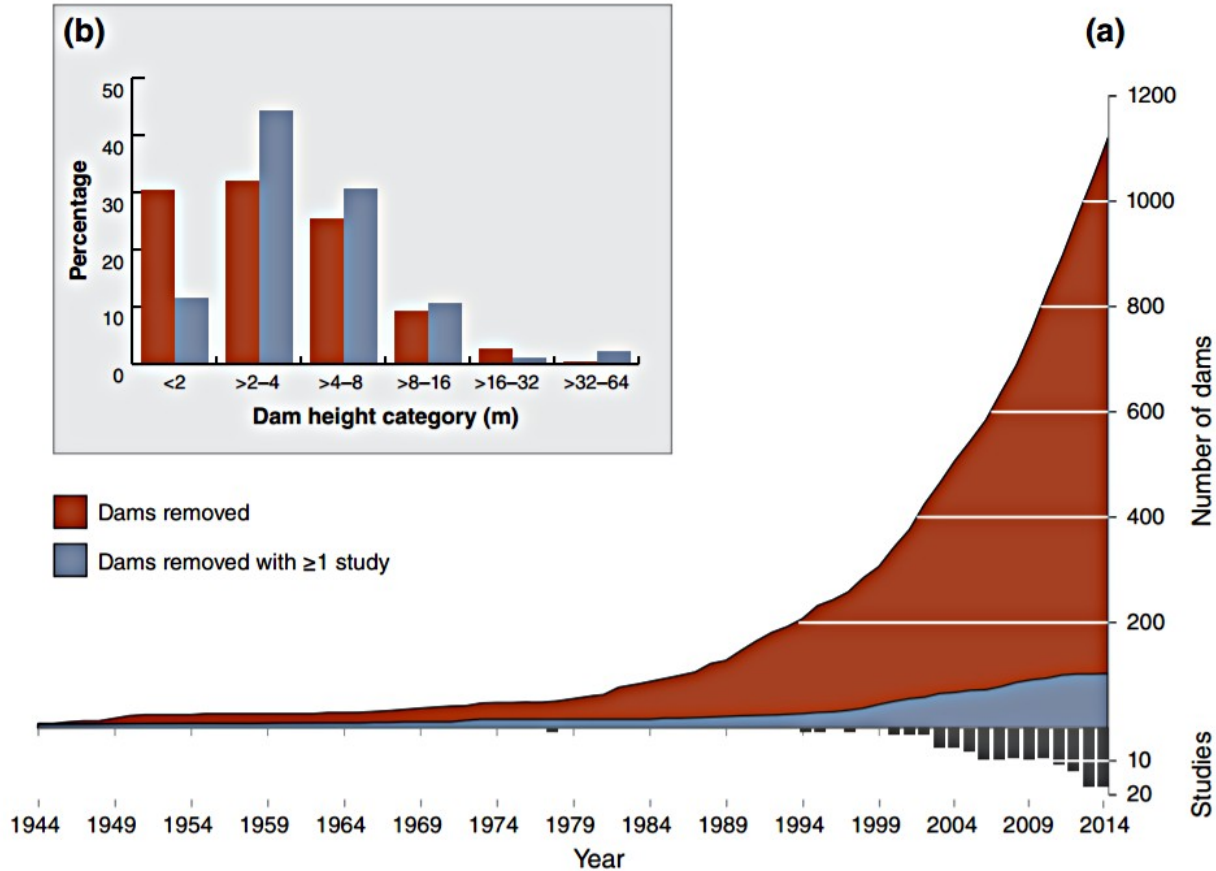






# Status and trends of dam removal research in the United States

J. Ryan Bellmore,<sup>1\*</sup> Jeffrey J. Duda,<sup>2</sup> Laura S. Craig,<sup>3</sup> Samantha L. Greene,<sup>4</sup> Christian E. Torgersen,<sup>4</sup> Mathias J. Collins<sup>5</sup> and Katherine Vittum<sup>2</sup>



**FIGURE 2 |** Compilation of dams removed (orange) and dams with at least one published study (blue) by: (a) cumulative frequency distribution by year removed (exclusive of dams with no known date of removal), with a count of the number of dam removal studies published each year inserted below the x-axis, and (b) relative frequency (percentage) in each dam height category. Data from American Rivers<sup>4</sup> and Bellmore et al.<sup>27</sup>