

# Ekologia

## biogeochemia

Ryszard Laskowski

Ekologia

1/31

---

---

---

---

---

---

---

---

## Biogeochemia

- Lata 1940. – Hutchinson i współpracownicy.
- Biogeochemia bada drogi przepływu pierwiastków chemicznych pomiędzy poszczególnymi składnikami ekosystemu oraz wymiany tych pierwiastków międzyżywioną częścią ekosystemu (biocenozą) i jej fizykochemicznym środowiskiem.
- Początkowo – obiegi biogenów w ekosystemach; obecnie – także drogi przemieszczania się zanieczyszczeń antropogenicznych.

Ekologia

2/31

---

---

---

---

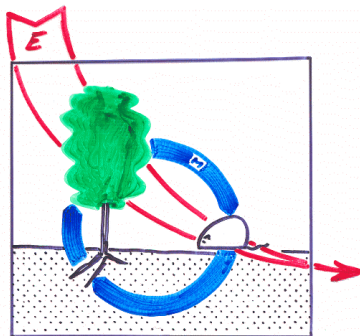
---

---

---

---

## Przepływ energii a obieg materii



Ekologia

3/31

---

---

---

---

---

---

---

---

## Pule pierwiastków biofilnych w ekosystemie



Ekologia

4/31

---

---

---

---

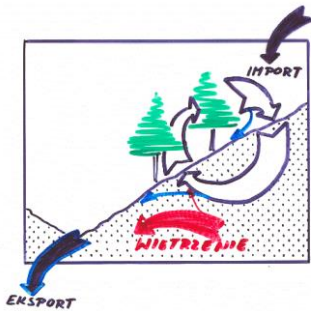
---

---

---

---

## Bilanse biogeochemiczne



Ekologia

5/31

---

---

---

---

---

---

---

---

## Bilans pierwiastków w ekosystemie

- **Drogi importu pierwiastków do ekosystemu:**
  - opady mokre (deszcz, śnieg)
  - opad suchy (pyły)
  - depozycja gazowa (np.  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ )
  - intercepcja („wyczesywanie” – mgły, chmury)
  - imigracja organizmów
- **Drogi eksportu (ucieczki) z ekosystemu:**
  - odpływ powierzchniowy (strumienie)
  - ucieczka do wód gruntowych
  - erozja eoliczna (wietrzna)
  - emigracja organizmów

Ekologia

6/31

---

---

---

---

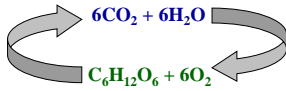
---

---

---

---

## Asymilacja versus mineralizacja



- **Punkt kompensacyjny:** natężenie światła, przy którym *fotosynteza = respiracja* →  $V_{O_2}/V_{CO_2} = 1$
- **Tempo obiegu pierwiastków:**
  - może być bardzo różne w zależności formy występowania pierwiastka w organizmach (np. materiały energetyczne / budulcowe / jony) i chemicznej mobilności pierwiastka

Ekologia

7/31

---

---

---

---

---

---

---

---

## Czas obiegu materii w różnych lasach (lata)

Typ lasu	materia organiczna	N	K	Ca	Mg	P
Borealne lasy iglaste	356	230,0	94,0	149,0	455,0	324,0
Borealne lasy liściaste	26	27,1	10,0	13,8	14,2	15,2
Lasy iglaste st. umiarkowanej	17	17,9	2,2	5,9	12,9	15,3
Lasy liściaste st. umiarkowanej	4	5,5	1,3	3,0	3,4	5,8
Lasy śródziemnomorskie	3	3,6	0,2	3,8	2,2	0,9
<b>ŚREDNIA</b>	<b>81,2</b>	<b>56,8</b>	<b>21,5</b>	<b>175,5</b>	<b>97,5</b>	<b>72,2</b>

Ekologia

8/31

---

---

---

---

---

---

---

---

## Retencja biogenów w poszczególnych pulach

- **Węgiel (C)**
  - asymilacja przez rośliny lądowe: ok.  $1,05 \times 10^{17} \text{g} = 12\%$  puli atmosferycznej  $\text{CO}_2$  → średni czas retencji atomu węgla w atmosferze =  $1/0,12 = \text{ok. } 8 \text{ lat}$ .
- **Tlen ( $\text{O}_2$ )**
  - produkcja przez rośliny lądowe jest proporcjonalna do asymilacji węgla – na 1 atom węgla przypadają 2 atomy tlenu →  $2 \times 16/12 \times 10^{17} \text{g} = \text{ok. } 1/4000$  atmosferycznej puli tlenu (ok.  $1,1 \times 10^{21} \text{g}$ )
  - średni czas retencji atomu tlenu w atmosferze = ok. 4000 lat.

Ekologia

9/31

---

---

---

---

---

---

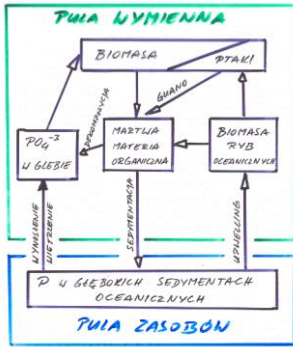
---

---





## Obieg fosforu schematycznie



Ekologia

16/31

---

---

---

---

---

---

---

---

## Bilanse biogeochemiczne, eutrofizacja

- **Dwa typy obiegów biogeochemicznych:**
  - gazowe (np. C, O, N, S)
  - sedymentacyjne (np. P)
- **Nadwyżka importu do ekosystemu nad eksportem**  
**→ eutrofizacja (= wzbogacenie w substancje odżywcze)**
  - np. nadmierny dopływ P (czynnik limitujący) do zbiorników wodnych → gwałtowny wzrost produkcji materii organicznej przez glony (tzw. „zakwity”) → obumieranie biomasy → intensywny rozkład mikrobiologiczny → wyczerpanie zapasów tlenu → śnięcie ryb, śmierć zbiornika wodnego.

Ekologia

17/31

---

---

---

---

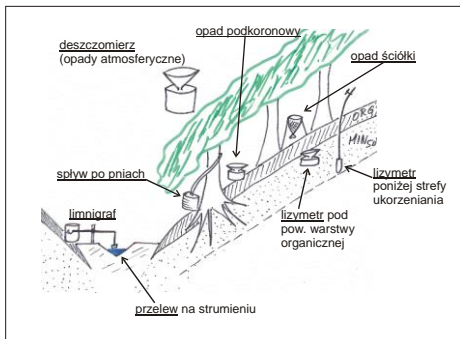
---

---

---

---

## Badanie obiegów biogeochemicznych: badania zlewniowe



Ekologia

18/31

---

---

---

---

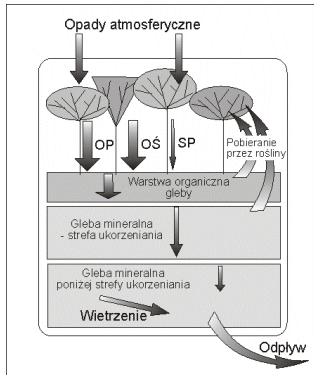
---

---

---

---

### Przepływ pierwiastków przez ekosystem



Ekologia

19/31

---

---

---

---

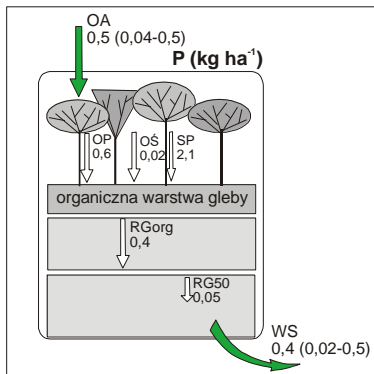
---

---

---

---

### Trzy biogeny – trzy bilanse: fosfor



Ekologia

20/31

---

---

---

---

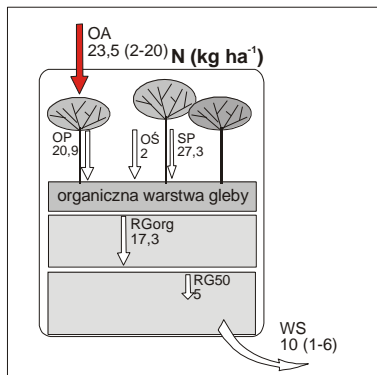
---

---

---

---

### Trzy biogeny – trzy bilanse: azot



Ekologia

21/31

---

---

---

---

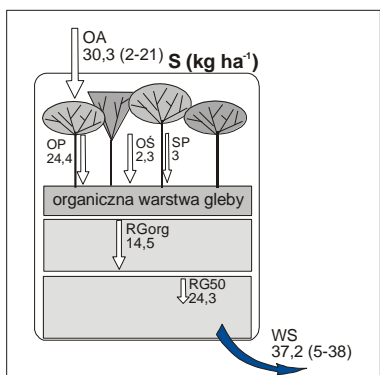
---

---

---

---

### Trzy biogeny – trzy bilanse: siarka



Ekologia

22/31

---

---

---

---

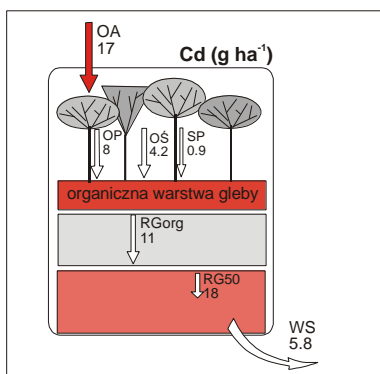
---

---

---

---

### Metale ciężkie: kadm



Ekologia

23/31

---

---

---

---

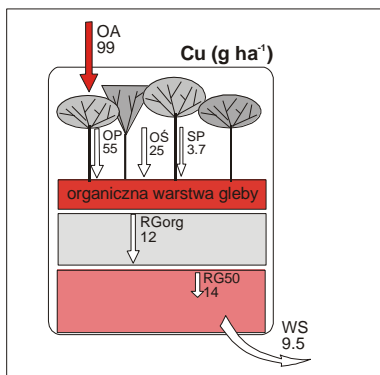
---

---

---

---

### Metale ciężkie: miedź



Ekologia

24/31

---

---

---

---

---

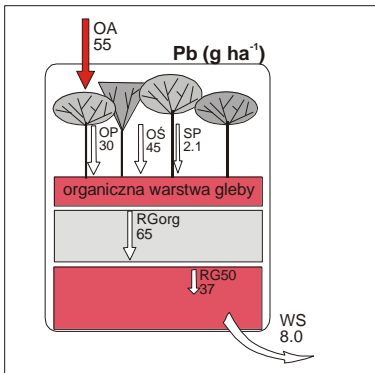
---

---

---



### Metale ciężkie: miedź



Ekologia

25/31

---

---

---

---

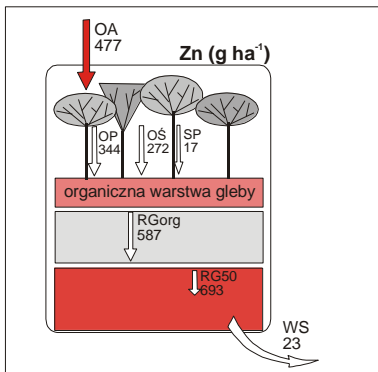
---

---

---

---

### Metale ciężkie: cynk



Ekologia

26/31

---

---

---

---

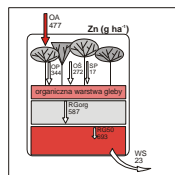
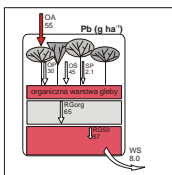
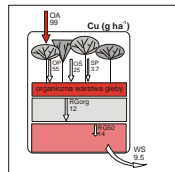
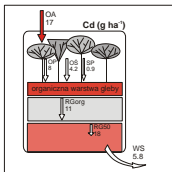
---

---

---

---

### Metale ciężkie akumulują się w ekosystemie



Ekologia

27/31

---

---

---

---

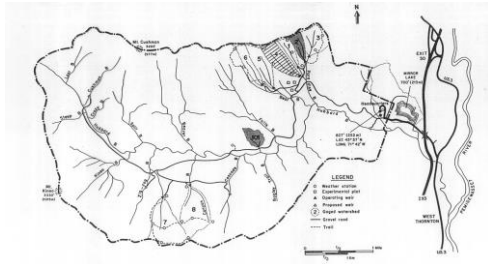
---

---

---

---

**Wpływ gospodarki leśnej na bilanse biogenów:  
doświadczenie z Hubbard Brook (USA)  
Bormann i Likens, 1974**



Ekologia

28/31

---

---

---

---

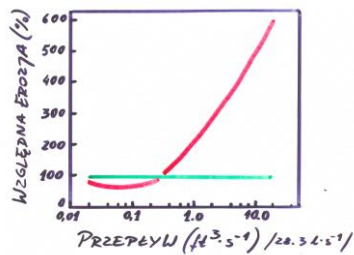
---

---

---

---

**Wzrost erozji w zlewni z wyciętym lasem**



Ekologia

29/31

---

---

---

---

---

---

---

---

**Roczny bilans biogenów dla dwóch zlewni w  
Hubbard Brook ( $\text{kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$ )**

Biogeny	Zlewnia z lasem	Zlewnia ze zrębem
Ca	-9,0	-77,7
Mg	-2,6	-15,6
K	-1,5	-30,3
Na	-6,1	-15,4
Al	-3,0	-21,1
N-NH <sub>4</sub>	+2,2	+1,6
N-NO <sub>3</sub>	+2,3	-114,1
S-SO <sub>4</sub>	-4,1	-2,8
Cl	+1,2	-1,7

Ekologia

30/31

---

---

---

---

---

---

---

---

### Zmiany w obiegu azotu wskutek wylesienia

Zlewnia kontrolna (las)	Zlewnia doświadczalna (zrąb)
Powolna nitryfikacja	Bardzo szybka nitryfikacja
$\text{NH}_4^+$ powstający w trakcie dekompozycji $\rightarrow$ kompleks sorpcyjny gleby	$\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^- \rightarrow$ wymywanie $\rightarrow$ powstawanie jonów $\text{H}^+$
$\text{NO}_3^-$ niemal wyłącznie z opadów atmosferycznych	$\text{H}^+ \rightarrow$ wypieranie z kompleksu sorpcyjnego kationów ( $\text{Ca}^{+2}$ , $\text{Mg}^{+2}$ , $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ ) $\rightarrow$ wymywanie

Ekologia

31/31

---

---

---

---

---

---

---

---