

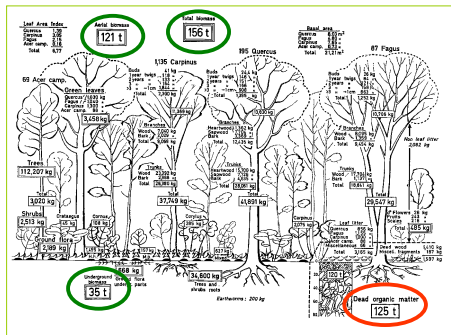
Ekologia

martwa materia organiczna w ekosystemach i dekompozycja

Ryszard Laskowski
www.eko.uj.edu.pl/laskowski

1/34

Rozmieszczenie materii organicznej (t/ha) w ekosystemie – las liściasty w Belgii



121

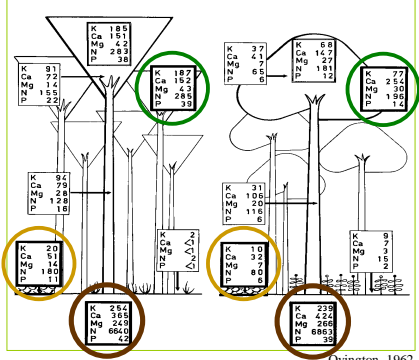
160

Duvigneaud i Denayer-De Smet, 1970

2/34

Rozmieszczenie biogenów w ekosystemie (kg/ha)

Las bukowy (GB) Las kasztanowcowy (GB)



Dyngton, 1962

3/34

**Biomasa różnych grup zwierząt w ekosystemach leśnych.
I. Kręgowce i bezkręgowce poza fauną glebową**

Grupa	Lokalizacja	Biomasa (kg/ha)
ptaki	Czechosłowacja	0,5 – 1,2
<i>Apodemus sylvaticus</i>	Anglia	0,25 – 2,0
<i>Clethrionomys glareolus</i>	Anglia	0,25 – 2,0
<i>Sorex araneus</i>	Anglia	0,12 – 1,0
<i>Talpa europea</i>	Anglia	1,00 – 4,9
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Anglia	3,20 – 12,8
<i>Dama dama</i>	Anglia	2,1
Bezkręgowce koron drzew (bez Acarina i Collembola)	Anglia	0,01 – 5,0 (sucha masa!)

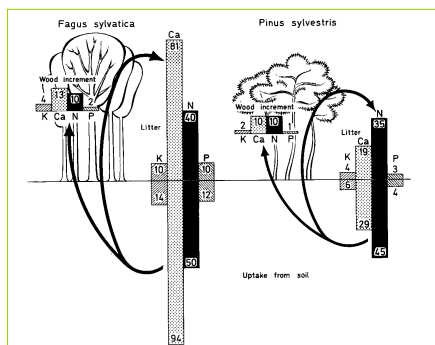
Ovington, 1962; Jensen, 1974
4/34

**Biomasa różnych grup zwierząt w ekosystemach leśnych.
II. Bezkręgowce glebowe i ściółkowe**

Grupa	Lokalizacja	Biomasa (kg/ha)
Microarthropoda	Dania	110
Nematoda	Dania	40 – 50
Enchytraeidae	Dania	30 – 250
Acarina i Collembola	Dania	98 – 708
Lumbricidae	Europa	20 – 2000

Ovington, 1962; Jensen, 1974
5/34

**Roczny obieg biogenów w lasach bukowych
i sosnowych (w kg ha⁻¹ rok⁻¹)**



Duvigneaud i Denayer-De Smet, 1970
6/34

Skład chemiczny ściółki. I. Substancje organiczne

Rodzaj związków	Zawartość (%)	Uwagi
Rozpuszczalne w wodzie	6 – 32	aminokwasy, kwasy alifatyczne, cukry proste, taniny
Rozpuszczalne w alkoholu	3 – 13	pigmenty, żywice, woski, tłuszcze
Celuloza	15 – 60	
Hemicelulozy	10 – 30	
Lignina	5 – 30	

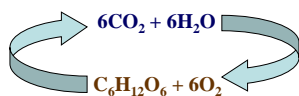
7/34

Skład chemiczny ściółki. II. Biogeny

Pierwiastek chemiczny	Zawartość (%)
N	0,34 – 1,05
P	0,02 – 0,42
K	0,04 – 0,78
Ca	0,44 – 1,46
Mg	0,03 – 0,40
Mn	0,07 – 0,34
Zn	0,006 – 0,03

8/34

Dekompozycja martwej materii organicznej



• Dekompozycja = fizykochemiczna i biologiczna degradacja materii organicznej:

- mikroorganizmy (bakterie, grzyby) → rozkład biologiczny
- fauna glebowa (głównie bezkręgowce) →
 - rozdrabnianie resztek roślinnych i zwierzęcych
 - dyspersja mikroorganizmów
 - środowisko życia
 - żerowanie na mikroorganizmach → wpływ na tempo rotacji
 - mieszanie materii organicznej z glebą mineralną

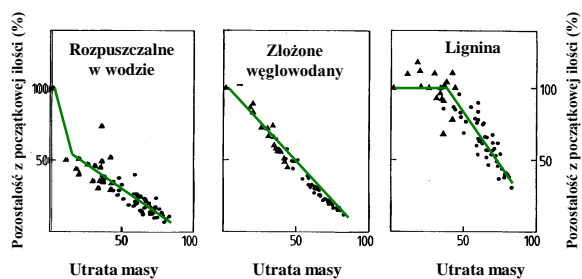
9/34

Rozkład ściółki – kluczowe procesy

- **Wymywanie**
 - proces fizykochemiczny; ewentualny udział organizmów przez rozdrabnianie ściółki
- **Właściwa dekompozycja**
 - proces biologiczny: głównie mikroorganizmy glebowe (procesy enzymatyczne)
- **Polimeryzacja**
 - proces najprawdopodobniej zdominowany przez oddziaływanie czynników fizycznych i chemicznych
- **Mineralizacja**
 - ostateczny skutek procesu rozkładu (ale nie zawsze osiągany)

10/34

Ubytek różnych składników ściółki z postępem dekompozycji



Tempo dekompozycji – metodyka

- **Metody badań (terenowe i laboratoryjne):**
 - worki ściółkowe
 - dekompozycja materiałów standardowych
 - pomiar tempa respiracji
 - bilanse opad ściółki/depozyty materii organicznej
- **model Olsona (wykładniczy):**
$$dW/dt = kW \rightarrow W_t = W_0 e^{kt}$$
- $k = f(\text{AET, L, pH, N, P, S, K, ...})$
- czas połowicznego rozkładu (t_{50}) i t_{95}

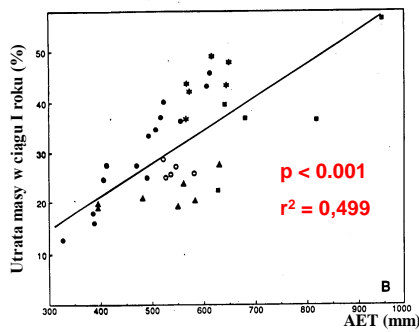
12/34

Tempo dekompozycji różnych gatunków drzew
leśnych strefy klimatu umiarkowanego

Gatunek	k	t ₉₅ (lata)
grab	-1,06	2,83
lipa	-0,91	3,30
dąb	-0,63	4,76
klon czerwony	-0,39	7,68
świerk	-0,30	10,00
sosna	-0,21	14,29
buk	-0,08	37,45

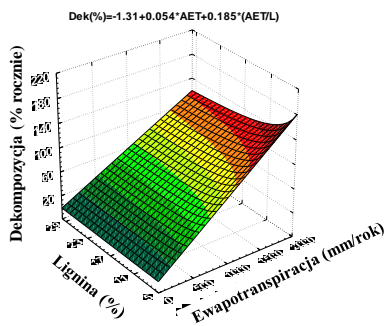
13/34

Podobnie jak produkcja, tempo dekompozycji zależy
od rzeczywistej ewapotranspiracji...



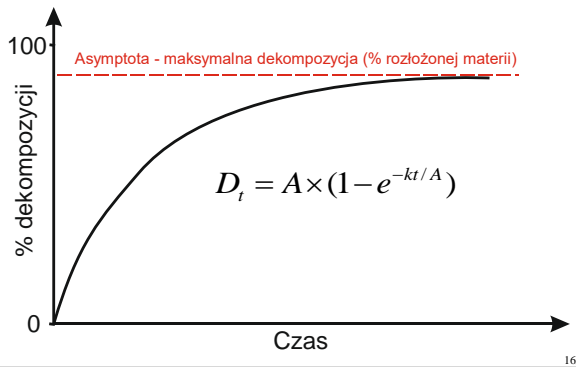
14/34

..., ale jest modyfikowane przez skład chemiczny
ściółki, zwłaszcza przez zawartość ligniny.



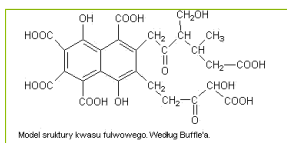
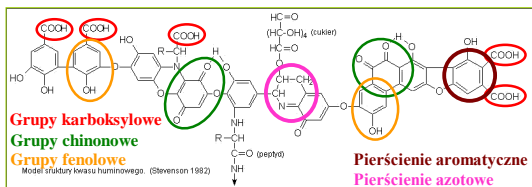
15/34

W rzeczywistości w wielu ekosystemach ściółka nie ulega całkowitemu rozkładowi



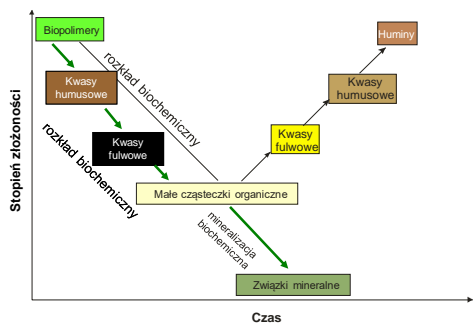
16/34

Struktura kwasów humusowych i fulwowych



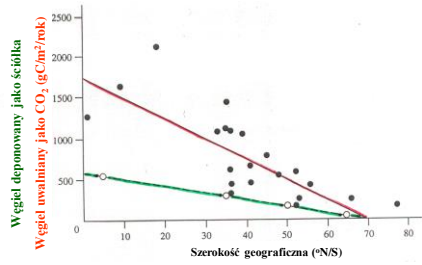
17/34

Pochodzenie substancji próchnicznych i mineralizacja – alternatywne hipotezy



18/34

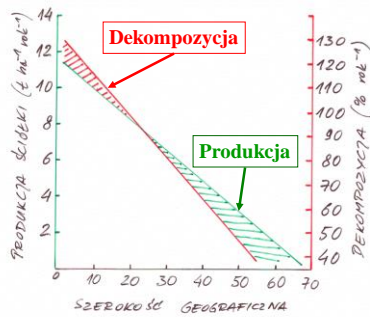
Dynamika węgla w glebach leśnych w zależności od szerokości geograficznej



Zielona linia – węgiel deponowany jako ściółka;
 Czerwona linia – węgiel uwalniany jako CO₂ z gleby.
 Różnica pochodzi z respiracji korzeni oraz rozkładu glebowej materii organicznej (Schlesinger 1977)

19/34

Zależność produktywności oraz tempa dekompozycji od szerokości geograficznej



20/34

Podział materii organicznej między pulę biotyczną i abiotyczną w lasach strefy umiarkowanej i tropikalnych



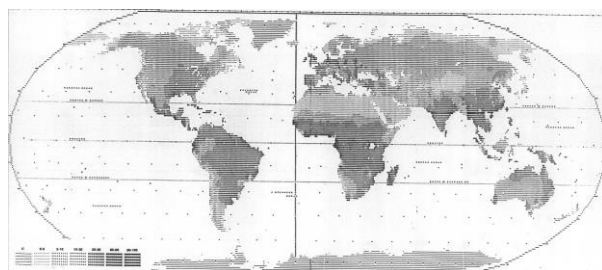
21/34

**Produkcja pierwotna i respiracja heterotrofów
w różnych ekosystemach (kcal m⁻² rok⁻¹)**

Ekosystem	Produkcja pierwotna netto	Respiracja heterotrofów
młodnik sosnowy	7500	4600
las dębowy kilkudziesięcioletni	5000	3000
las deszczowy (starodrzew)	13000	13000
duży strumień	8800	6800
przybrzeżna część cieśniny morskiej	2500	2500

22/34

**Roczna produkcja CO₂
w ekosystemach lądowych**



23/34

**Tempo akumulacji materii organicznej
w czasie pedogenezy**

Biom	Ekosystem	Tempo akumulacji (g C m ⁻² rok ⁻¹)
Lasy borealne	lasy świerkowe	11,7 – 15,3
Lasy klimatu umiarkowanego	las liściasty zawsze zielony	12,0
	lasy iglaste	6,8 – 10,0
	las liściasty	5,1
Lasy tropikalne	lasy deszczowe	2,3 – 2,5

24/34

Rozmieszczenie materii organicznej pomiędzy najważniejszymi biomami

Typ ekosystemu	Glebova mat. organiczna (kg C m ⁻²)	Powierzchnia (ha x 10 ³)	Całkowita glebova m. o. (t C x 10 ⁹)	Całkowite zasoby ściółki (t C x 10 ⁹)
Lasy tropikalne	10,4	24,5	255	3,6
Lasy umiarkowane	11,8	12	142	14,5
Lasy borealne	14,9	12	179	24,0
Tundra i alpejskie	21,6	8	173	4
Rolnicze	12,7	14	178	0,7

25/34

Rozmieszczenie glebowego węgla organicznego w poszczególnych pasach klimatycznych

KLIMAT	Powierzchnia (% całkowitej)	C organiczny (kg m ⁻²)	C organiczny (% zasobów)
tropikalny	42,1	10,3	27,5
subtropikalny	19,2	12,9	15,7
subborealny	16,5	14,6	15,2
borealny	17,8	31,1	35,1

pow = 34,3%
C_{org} = 50,3%

26/34

Rozmieszczenie martwej materii organicznej na łąkach (t/ha)

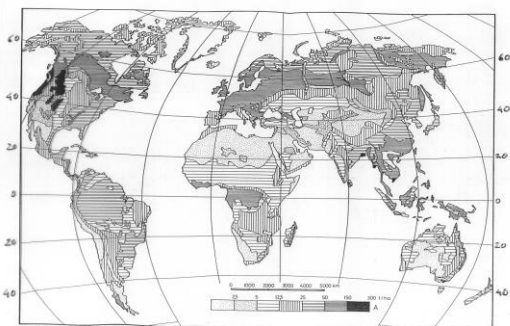
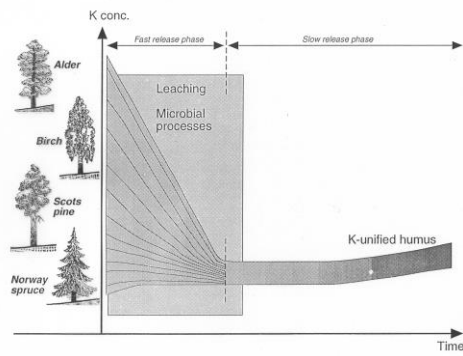


Fig. 3. Geographical pattern of global biomass distribution. A - total area of biomass, t per ha.

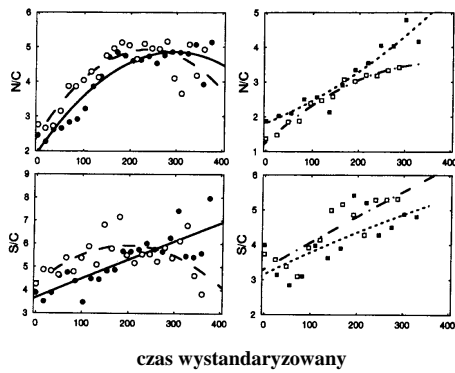
27/34

Dynamika pierwiastków chemicznych w czasie dekompozycji ściółki



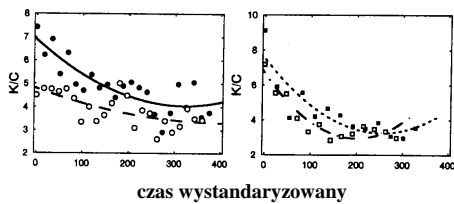
28/34

Dynamika azotu i siarki w czasie dekompozycji



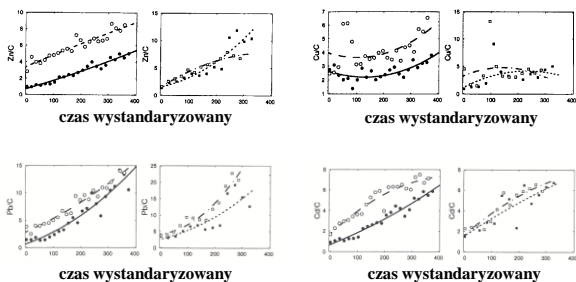
29/34

Dynamika potasu jest z reguły odmienna:



30/34

Stężenie metali „ciężkich” zawsze rośnie



31/34

Skutek wzrostu stężenia toksycznych metali – akumulacja nie rozłożonej materii organicznej

ilość m. o. kg/m ²	odl. od huty (km)	Cd mg/kg ¹	Pb mg/kg ¹	Zn mg/kg ¹	Cu mg/kg ¹	pH
13,2	2,9	32,0	721	1884	47	6,30
8,3	2,5	23,0	1052	764	73	3,95
8,3	2,9	62,0	2179	2469	135	3,88
7,9	3,1	98,0	1545	2814	100	5,03
3,1	28,6	5,7	103	202	15	5,66
1,7	6,8	7,2	191	169	16	5,76
0,9	23,0	1,5	44	80	20	5,45

32/34

Pobieranie biogenów przez drzewa względem zasobów ściółkowych

Gatunek	Biomasa (t/ha)	Pobieranie biogenów w ciągu 130 lat (kg/ha)					
		N	P	K	Ca	Mg	Zn
<i>Fagus sylvatica</i>	125,0	154	11	123	130	27	0,8
<i>Pinus sylvestris</i>	194,8	202	22	104	288	46	0,9
<i>Populus tremuloides</i>	476,5	647	85	644	1970	127	-
<i>Picea abies</i>	618,3	637	68	406	668	93	3,3

Ściółka	Masa (t/ha)	Zasoby biogenów (kg/ha)					
		N	P	K	Ca	Mg	Zn
	20,0	210	84	156	292	80	6,0

33/34

**Do zobaczenia
na następnym wykładzie**

34/34
