



Ekologia

Ekosystemy – produktywność

Ryszard Laskowski
www.cyfronet.edu.pl/~uxlaskow

1/24

Produkcja ekosystemu

• Produkcja pierwotna

- brutto (GPP, *ang. Gross Primary Production*)
całkowita ilość energii związana przez autotrofy
- netto (NPP, *ang. Net Primary Production*)
energia związana i zgromadzona przez autotrofy po odjęciu energii zużytej na oddychanie

$$NPP = GPP - R$$

• Produkcja wtórna

- całość produkcji wszystkich konsumentów ekosystemu

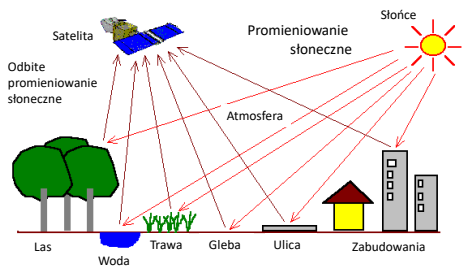
2/24

Metody pomiaru produktywności

- Bezpośredni pomiar biomasy (plonu)
- Obliczanie biomasy drzew na podstawie wymiarów
- Pomiar produkcji tlenu i (lub) zużycia CO₂ (metoda jasnej i ciemnej butelki) – głównie ekosystemy wodne
- Pomiar asymilacji ¹⁴C
- Pomiar stężenia chlorofilu w wodzie lub pomiar ilości chlorofilu na powierzchni łądu
- Metody satelitarne

3/24

Pomiary satelitarne w ekologii



4/24

Satelite Landsat i Sentinel



<https://sentinel.esa.int>



Sentinel 2

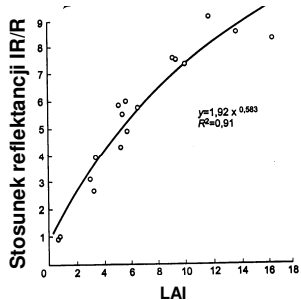
- rozdzielczość 10 m, 20 m, 60 m
- zdjęcie co 5 dni
- zastosowania:
 - planowanie przestrzenne
 - monitoring agro-środowiskowy
 - monitoring wodny
 - monitoring roślinności
 - monitoring pól
 - monitoring lądowych zasobów węgla



Sentinel 4 - rozdzielczość 20 m

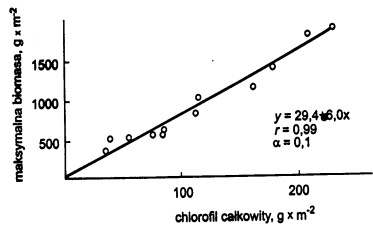
5/24

Stosunek natężenia promieniowania odbitego w zakresie bliskiej podczerwieni (IR) i odbitego w zakresie czerwieni (R) koreluje ze wskaźnikiem powierzchni liści (LAI, ang. Leaf Area Index)



6/24

Korelacja między biomasą liści i ilością chlorofilu na jednostkę powierzchni

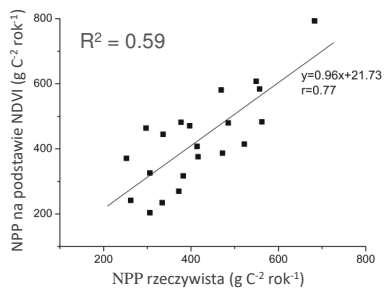


Znormalizowanej Wskaźnik Roślinności (ang. *Normalized Difference Vegetation Index*):

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}$$

7/24

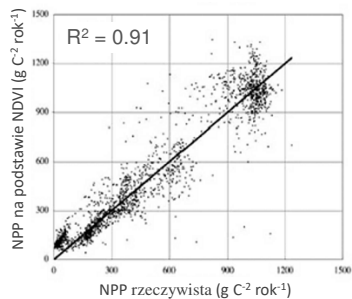
**NDVI a rzeczywista produktywność ekosystemów
Przykład z północno-wschodnich Chin**



Xu i in. 2011. Environ Monit Assess 184: 1275–1286

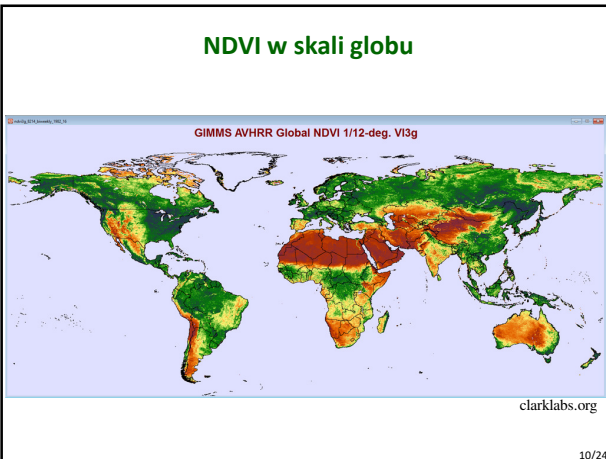
8/24

NDVI a rzeczywista produktywność ekosystemów w skali świata

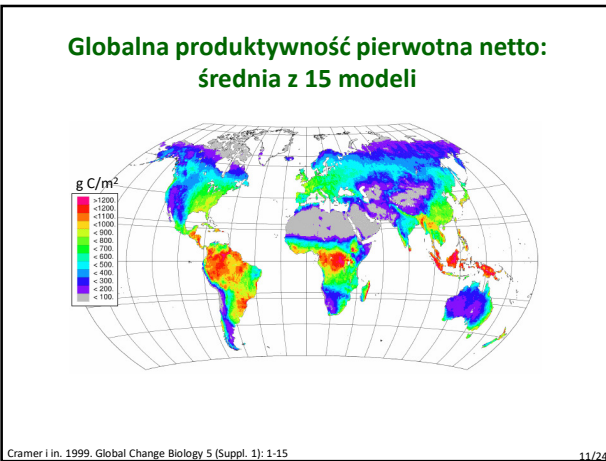


9/24

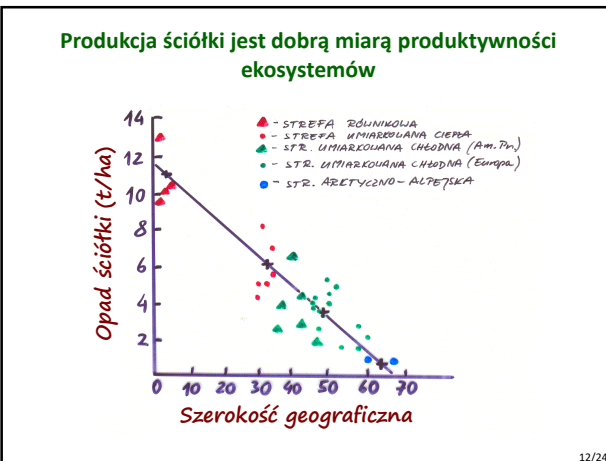
NDVI w skali globu



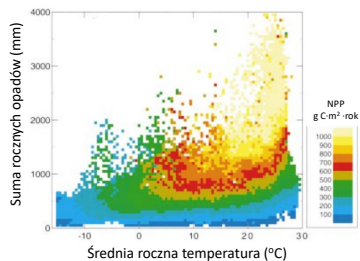
Globalna produktywność pierwotna netto: średnia z 15 modeli



Produkcja ściółki jest dobrą miarą produktywności ekosystemów



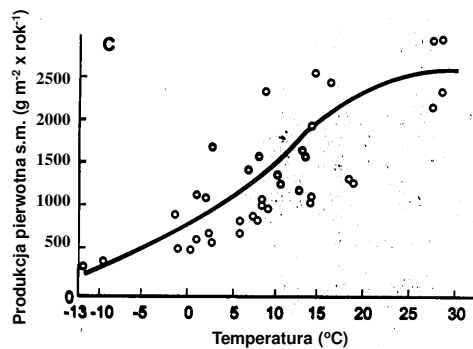
Produktywność pierwotna netto w zależności od temperatury i opadów: średnia z 15 modeli



Schloss i in. 1999. Global Change Biology 5 (Suppl. 1): 25-34

13/24

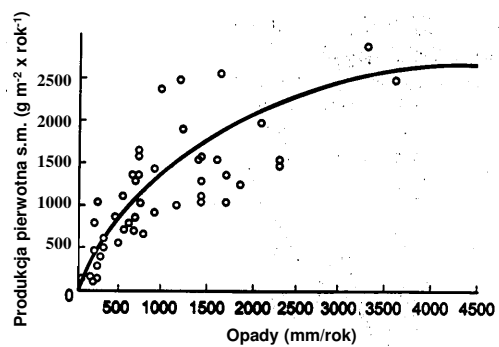
**Od czego zależy produktywność ekosystemów lądowych?
TEMPERATURA**



Za Weinerem, 1999

14/24

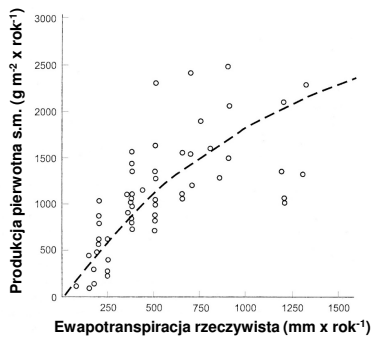
**Od czego zależy produktywność ekosystemów lądowych?
OPADY**



Za Weinerem, 1999

15/24

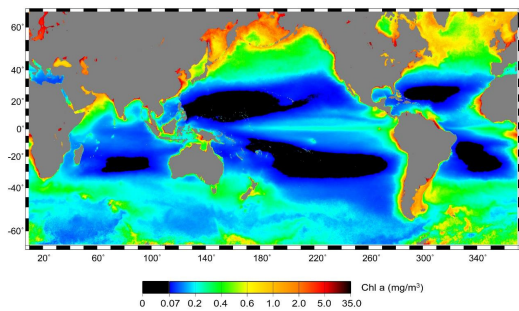
Ewapotranspiracja – dobra miara sumująca łączne oddziaływanie temperatury, dostępności wody, rodzaju gleby, okrywy roślinnej i ukształtowania terenu



Za Weinerem, 1999

16/24

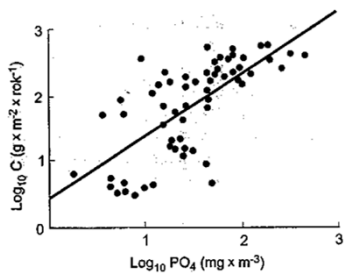
Produktywność oceanów



NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration

17/24

W ekosystemach wodnych jest inaczej...



Zależność produkcji pierwotnej netto od stężenia fosforu w jeziorach świata (wg Schindlera, 1978).

18/24

Czynniki limitujące produktywność ekosystemów

• **Ekosystemy lądowe:**

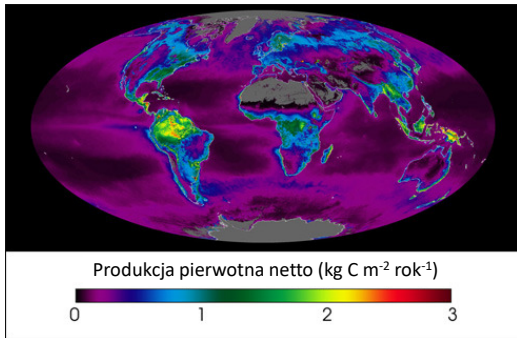
- temperatura
 - dostępność wody
 - światło
- } ewapotranspiracja

• **Ekosystemy wodne (strefa eufotyczna):**

- dostępność biogenów (P, Fe, inne)

19/24

Produktywność ekosystemów w skali globalnej



20/24

Ekosystem/biom	NPP (kg s.m. m ² rok ⁻¹)	Całkowita produkcja (t s.m. ×10 ⁹)
Lasy tropikalne wilgotne	2,3	23
Lasy umiarkowane liściaste	1,3	3,9
Lasy borealne	0,75	7,1
Sawanna trawiasta	2,3	13,8
Sawanna sucha krzewiasta	1,2	8,4
Pustynie piaszczyste gorące	0,01	0,08
Pustynie piaszczyste zimne	0,05	0,05

21/24

Ekosystem	NPP (kg s.m. m ⁻² rok ⁻¹)	Całkowita produkcja (t s.m. × 10 ⁹)
Moczary i bagna tropikalne	4,0	6
Moczary i bagna umiarkowane	2,5	1,25
Uprawy: tropikalne, byliny	1,6	0,8
Uprawy: umiarkowane, byliny	1,5	0,75
Uprawy: tropikalne, jednoroczne	0,7	6,3
Uprawy: umiarkowane, jednor.	1,2	7,2
ŁĄDOWE ŁĄCZNIE:	0,9	132,3
Morza i oceany	0,25	91,6
Jeziora i rzeki	0,4	0,8
WODNE ŁĄCZNIE:	0,26	92,4
CAŁKOWITA PROD. PIERW.	0,44	224,6

Podsumowanie

- **Ekosystem** – wyodrębniona jednostka funkcjonalna, składająca się z biocenozy i nieożywionego środowiska
- Produktivność ekosystemów zależy od klimatu
- Najwyższa produktivność – **tropikalne moczary (do 4 kg/m² rocznie)**; najniższa – pustynie (0,01 kg/m²)
- Morza i oceany: niska produktivność (0,25 – 0,4 kg/m²), duża łączna produkcja (ok. 90 x 10⁹ t/rok – obszar!)
- Czynniki ograniczające produktivność inne na łąkach niż w ekosystemach wodnych
 - **łądy: ewapotranspiracja** (temperatura + opady), **światło**
 - **wody (strefa eufotyczna): dostępność biogenów**

23/24

WATCHERS IN THE SKIES Once its Sentinel satellites are fully operational, Copernicus will probably be the world's most comprehensive Earth-observation programme. In addition to Sentinels 1 to 6, a Sentinel 5 Precursor satellite will be launched in 2016 to minimize the gap in atmospheric data following the expiration of Envisat in 2012.

SENTINEL-1
Launched date: 1A: Launched; 1B: 2015
Payload: All-weather radar
Revisit time: 1–3 days
Applications: Monitoring sea ice and the Arctic, land surface motion risks, disaster response

SENTINEL-2
2A: 2015; 2B: 2016–17
Digital sensors with 13 bands
2–5 days
Monitoring land-use changes, agriculture and ecosystems, volcanoes and landslides

SENTINEL-3
3A: 2015; 3B: 2016–17
Sea/land temperature radiometer, sea/land colour instrument
1–2 days
Sea surface and land ice topography, sea and land surface temperatures and colours

SENTINEL-4
Near end of this decade
Ultraviolet/visible/near-infrared spectrometer
Geostationary. Hourly coverage of Europe/North Africa
Monitoring of air pollution, stratospheric ozone, solar radiation

SENTINEL-5
Near end of this decade
Ultraviolet/visible/near-infrared/storwave spectrometer
17 days
Monitoring of air pollution, stratospheric ozone, solar radiation and climate

SENTINEL-6
Mission still under discussion
Radar altimeter
Under discussion
Measure global sea surface height for oceanography and climate studies
