

Ekologia z elementami ochrony przyrody i środowiska

Prof. dr hab. Ryszard Laskowski
Instytut Nauk o Środowisku
ul. Gronostajowa 7, pok. 2.1.2

www.cyfronet.krakow.pl/~uxlaskow

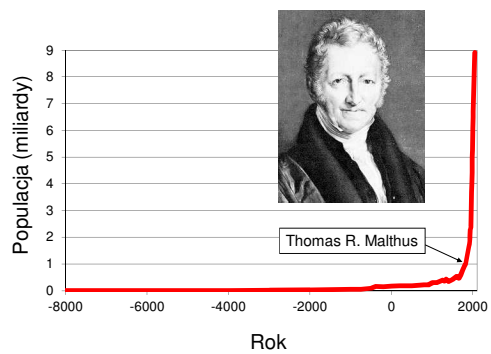
konsultacje: wtorki, 13.30-15.00

1/53

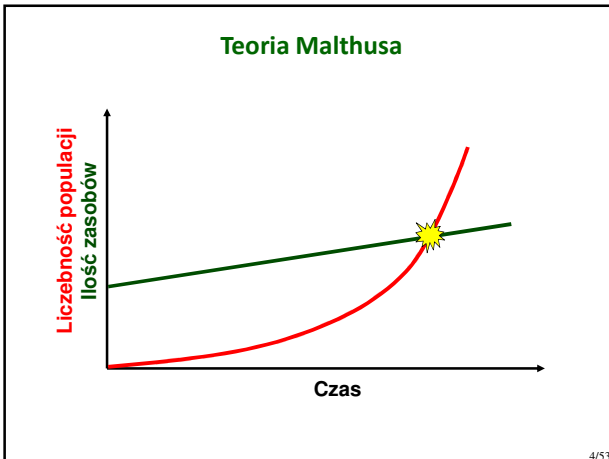
Ekstynkcje i gatunki zagrożone a ekologia populacji

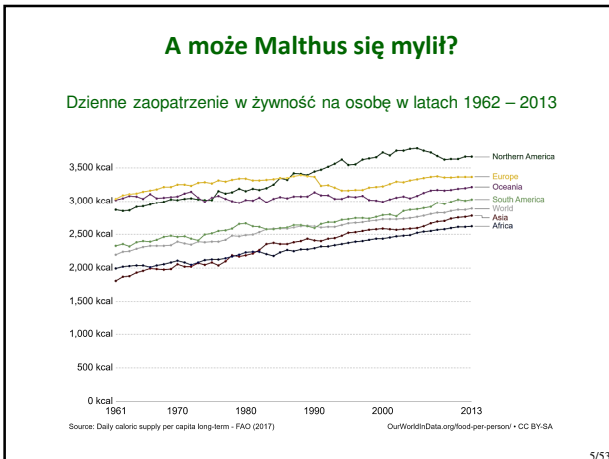
2/53

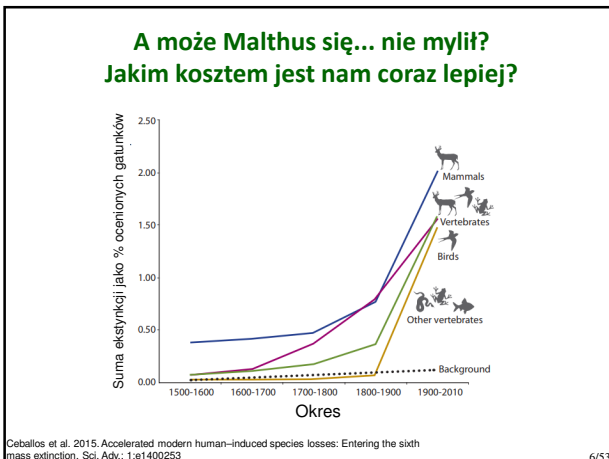
Dynamika populacji człowieka



3/53







Ceballos et al. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Sci. Adv.*: 1:e1400253

Mastodont amerykański



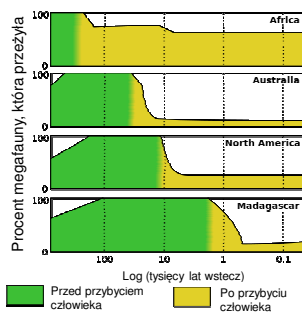
Mammot americanum – wyginął ok. 12 000 – 13 000 lat temu

Pierwsi ludzie w Ameryce – ok. 15 000 – 18 000 lat temu

Rysunek: EOL – Encyclopedia of Life (<http://eol.org>)

7/53

Zasiedlanie kontynentów przez człowieka a losy megafauny



Wikimedia Commons

8/53

Alka olbrzymia

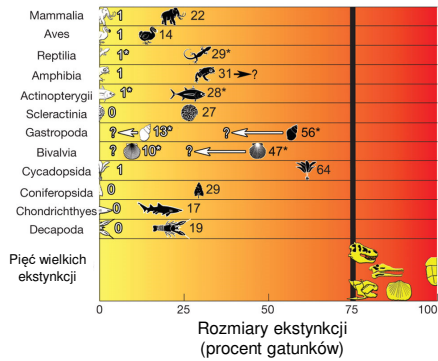


Pinguinus impennis – wyginął w 1844 roku

John James Audubon, 1827–1838: "The Birds of America"

9/53

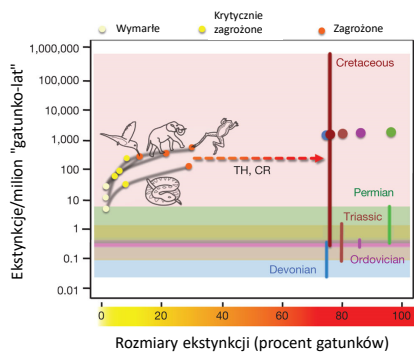
Ekstynkcja gatunków współcześnie wobec pięciu wielkich wymiarów



Barnosky i in. 2011. Nature 471: 51-57

10/53

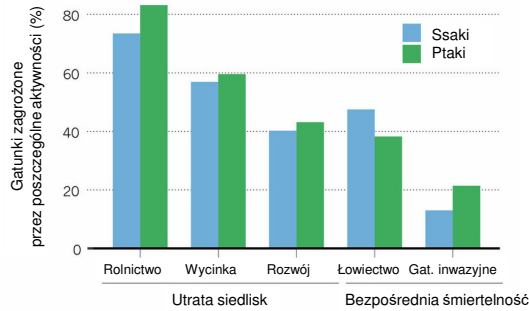
Tempo ekstynkcji vs wielkość ekstynkcji



Barnosky i in. 2011. Nature 471: 51-57

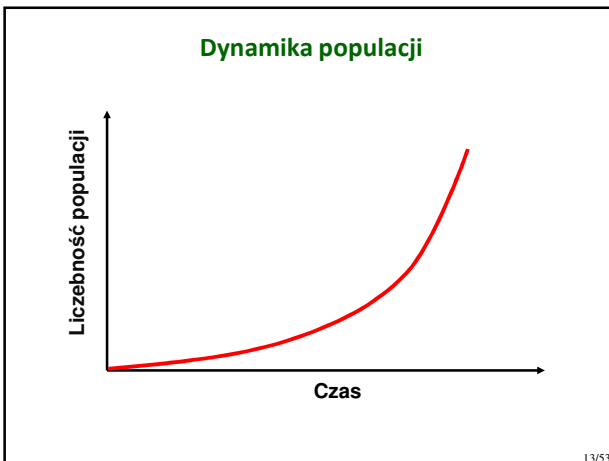
11/53

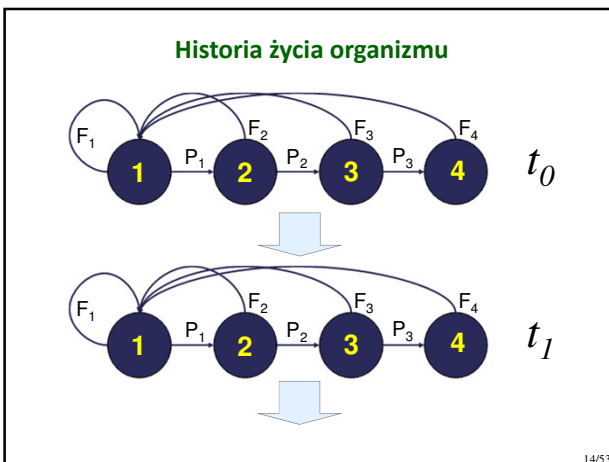
Główne zagrożenia dla ssaków lądowych i ptaków



Tilman i in. 2017. Future threats to biodiversity and pathways to their prevention. Nature 546: 73-81

12/53





Jak obliczyć liczebność populacji w kolejnych klasach wieku?

$$N_{0,t+1} = N_{0,t} \times F_0 + N_{1,t} \times F_1 + \dots + N_{n,t} \times F_n$$

$$N_{1,t+1} = N_{0,t} \times P_0$$

$$N_{2,t+1} = N_{1,t} \times P_1$$

$$\dots$$

$$N_{n,t+1} = N_{n-1,t} \times P_{n-1}$$

F_0	F_1	\dots	F_n
P_0	0	\dots	0
0	P_1	\dots	0
0	0	P_n	0

 \times

n_0
n_1
\dots
n_n

→ Dominująca wartość własna macierzy projekcji λ
(w przybliżeniu N_{t+1}/N_t dla ustabilizowanej struktury wieku)

15/53

Dopuszczalna eksploatacja populacji

Przykład: obliczyć dopuszczalną eksploatację populacji pętwała błękitnego

Klasy wieku: 0-1 2-3 4-5 6-7 8-9 10-11 12+

0	0	0,19	0,44	0,5	0,5	0,45
0,77	0	0	0	0	0	0
0	0,77	0	0	0	0	0
0	0	0,77	0	0	0	0
0	0	0	0,77	0	0	0
0	0	0	0	0,77	0	0
0	0	0	0	0	0,77	0,78

→ $\lambda = 1,0072$ → maksymalna eksploatacja: $100 \times (\lambda - 1) / \lambda = 0,71\%$

16/53

Dynamika liczebności populacji

- Liczebność populacji jest wypadkową śmiertelności (d) i rozrodności (b) oraz imigracji (I) i emigracji (E):

$$N_{t+1} = N_t + b - d + I - E$$

- Tempo zmian liczebności zależy od liczby osobników potomnych w pokoleniu $T+1$ przypadających na jednego osobnika w pokoleniu poprzednim → **współczynnik reprodukcji netto**:

$$R_0 = N_{T+1} / N_T$$

- R_0 można też obliczyć sumując liczbę osobników potomnych rodzonych w kolejnych klasach wieku:

$$R_0 = \sum_x m_x$$

- $R_0 > 1$ → liczebność populacji rośnie
- $R_0 = 1$ → populacja ustabilizowana
- $R_0 < 1$ → liczebność populacji maleje

17/53

Wewnętrzne tempo wzrostu populacji

- W danych warunkach środowiskowych, przy nieograniczonych zasobach każda populacja realizuje maksymalne możliwe tempo wzrostu – jest to **wewnętrzne tempo wzrostu populacji r**

- r zależy od gatunku (maksymalna teoretycznie możliwa reprodukcja i minimalna teoretycznie możliwa śmiertelność) oraz od środowiska (faktycznie możliwa do zrealizowania w danych warunkach rozrodność i śmiertelność)

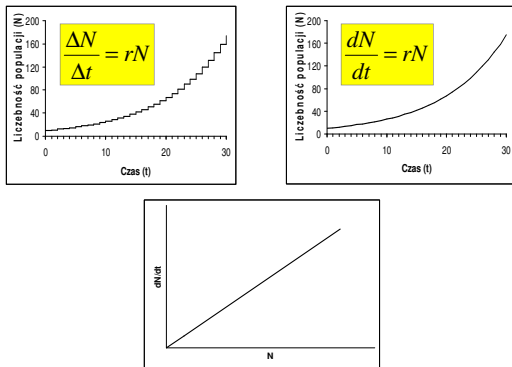
$$r = \frac{\log(\text{średnia_liczba_potomstwa_na_osobnika})}{\text{czas_trwania_pokolenia}} = \frac{\ln R_0}{T}$$

- zmiana liczebności w czasie $t = \text{wewnętrzne tempo wzrostu} \times \text{liczebność}$

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = rN$$

18/53

Dynamika populacji – model wykładniczy



19/53

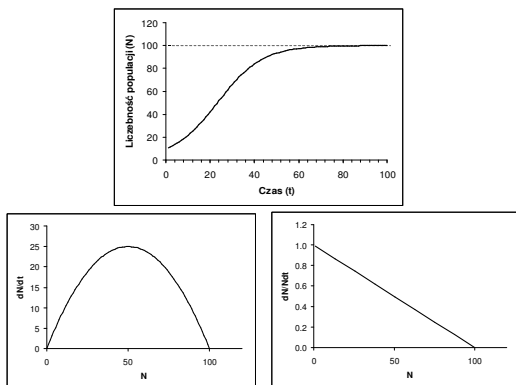
Populacje żyją na ogół w środowiskach o ograniczonych zasobach → model logistyczny

- **Pojemność środowiska, K** (ang. *carrying capacity*) – maksymalna liczebność populacji, jaka może istnieć w danym środowisku:
 - wraz ze zbliżaniem się liczebności do K nasila się konkurencja → dostępne do zasiedlenia środowisko jest już pomniejszone o N_t osobników:

$$\frac{dN}{dt} = rN \frac{K - N}{K}$$

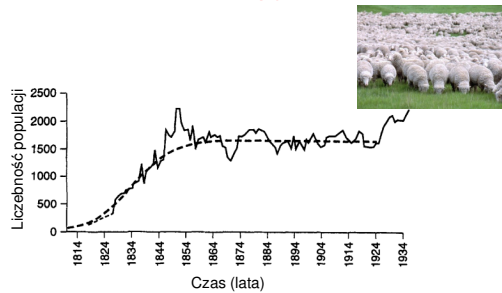
20/53

Logistyczny model wzrostu liczebności populacji



21/53

Dynamika populacji w rzeczywistości: zależność od zagęszczenia

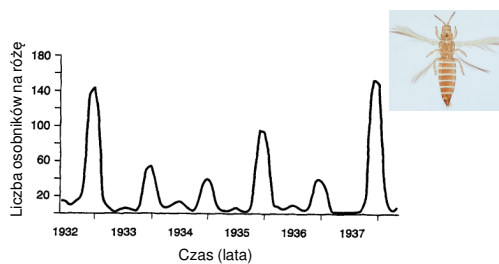


Dynamika populacji owiec po ich sprowadzeniu na Tasmanię

Davidson, 1938; fot.: lifeasahuman.com

22/53

Dynamika populacji w rzeczywistości: brak zależności od zagęszczenia



Dynamika przyłżeńców (Thysanoptera) na różach w Australii

Davidson and Andrewartha, 1948; fot.: <http://www.ozthrips.org>

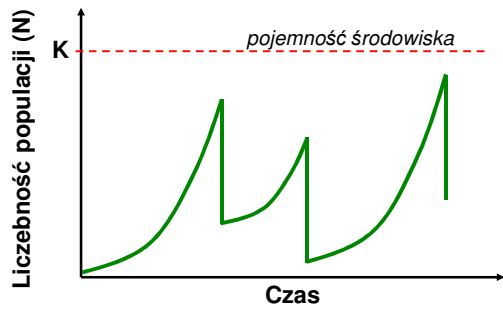
23/53

Czynniki determinujące liczebność populacji

- **Niezależne od zagęszczenia** (hipoteza Andrewarthy i Bircha, 1954):
 - liczebność populacji jest wciąż redukowana przez zaburzenia środowiskowe, dzięki którym nigdy nie dochodzi do osiągnięcia liczebności K
- **Zależne od zagęszczenia** → regulacja liczebności populacji (hipoteza Lacka, 1954)
 - liczebność populacji wzrasta aż do osiągnięcia liczebności K , kiedy dalszy wzrost jest niemożliwy ze względu na ograniczone zasoby (wyczerpujące się zasoby pokarmowe, brak siedlisk itp.)

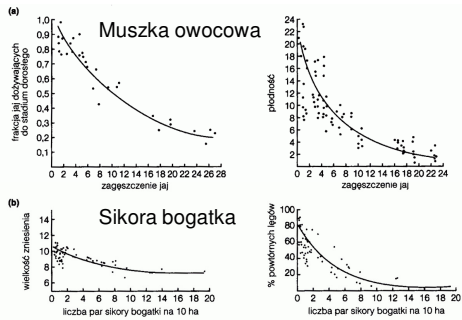
24/53

Regulacja niezależna od zagęszczenia



25/53

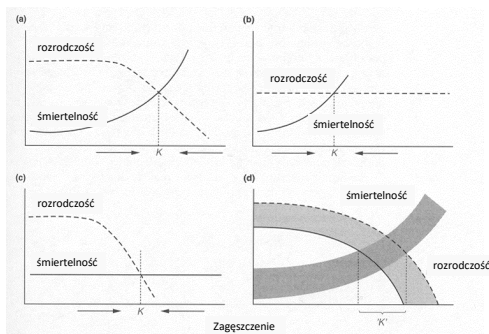
Regulacja zależna od zagęszczenia



Figs. 1. Zależność od zagęszczenia: (a) przeżywalności i płodności w populacji muszki owocowej (*Drosophila melanogaster*), i (b) płodności w populacji sikory bogatki (*Parus major*)

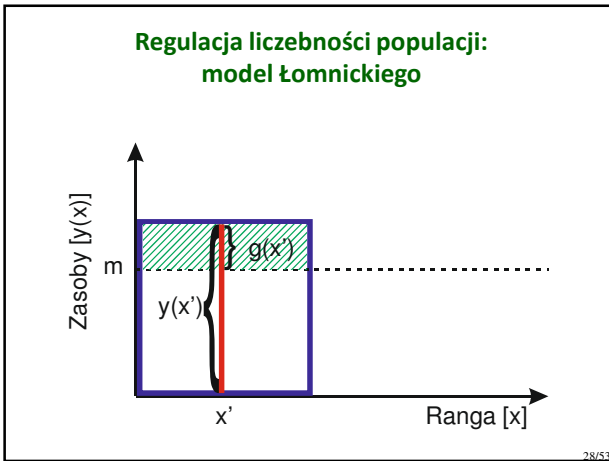
26/53

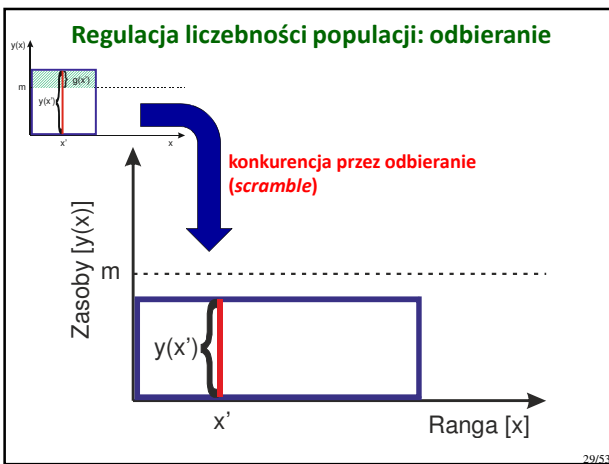
Zależność od zagęszczenia może być różnie realizowana

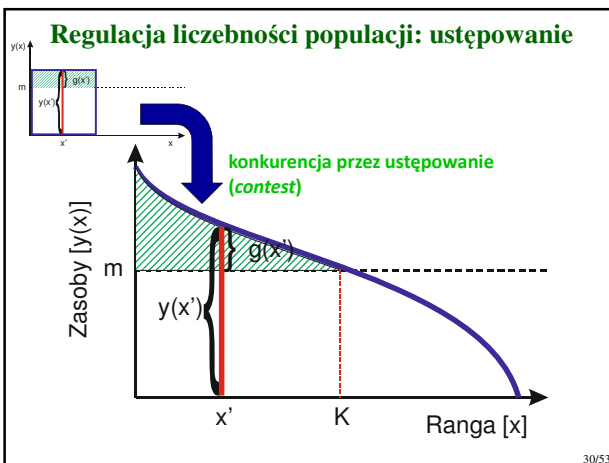


Begon, Townsend, Mortimer, 1996. Ecology.

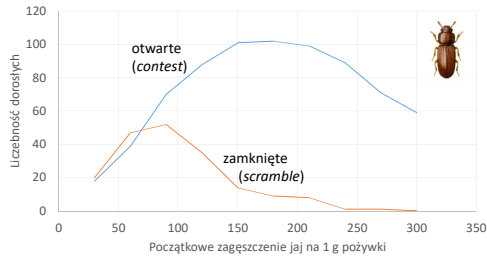
27/53





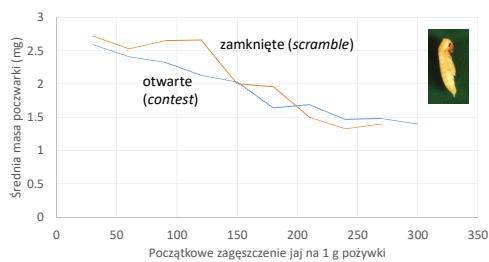


Tribolium confusum – ustępowanie pozwala na przeżycie większej populacji w tych samych warunkach środowiskowych

Laskowski, R., 1986; fot. <http://www.ces.csiro.au>

31/53

Tribolium confusum – spadek masy ciała osobników wskutek konkurencji

Laskowski, R., 1986; fot. <http://tru.gmpc.ksu.edu>

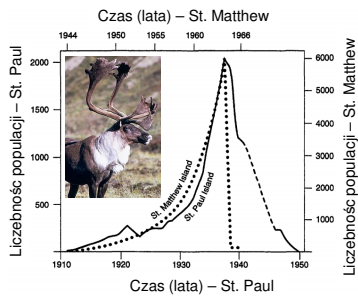
32/53

Konkurencja wewnątrzgatunkowa

- Przedmiotem konkurencji mogą być rozmaite zasoby, gdy ich ilość dostępna dla populacji jest ograniczona
- Zasada wzajemności → **wszyscy tracą**:
 - zmniejszenie udziału osobników w tworzeniu następnych pokoleń
- **Sukces reprodukcyjny osobnika w warunkach konkurencji zależy od jego względnego dostosowania**
- Nacisk konkurencji rośnie wraz ze wzrostem zagęszczenia populacji
- Konkurencja przez odbieranie (*scramble*) może prowadzić do ekstynkcji populacji

33/53

Dynamika populacji a zasoby

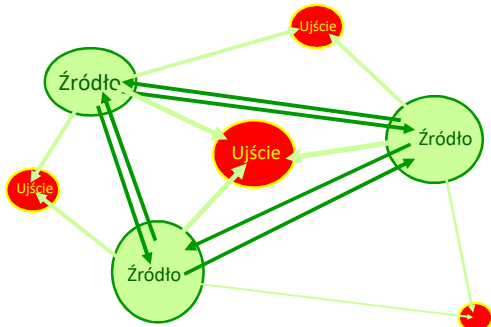


Dynamika reniferów na wyspach St. Matthew i St. Paul

Scheffer, 1951; Klein, 1968; fot.: Encyclopedia of life (<http://eol.org>)

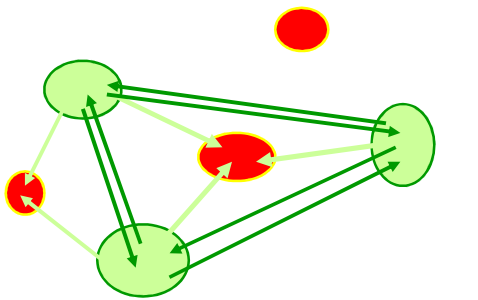
34/53

Metapopulacja

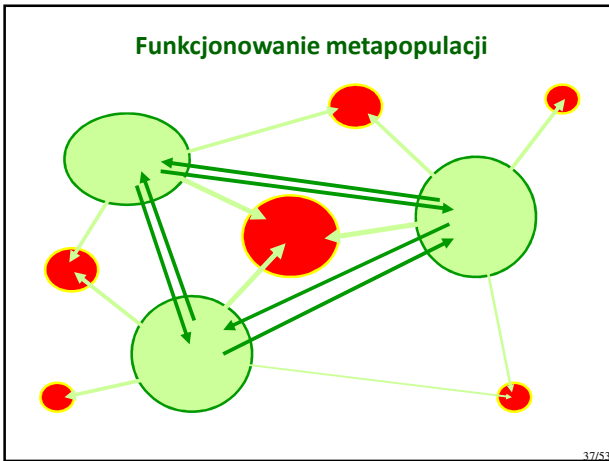


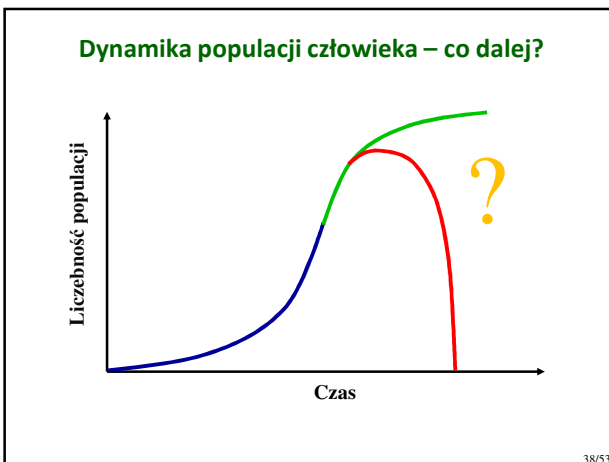
35/53

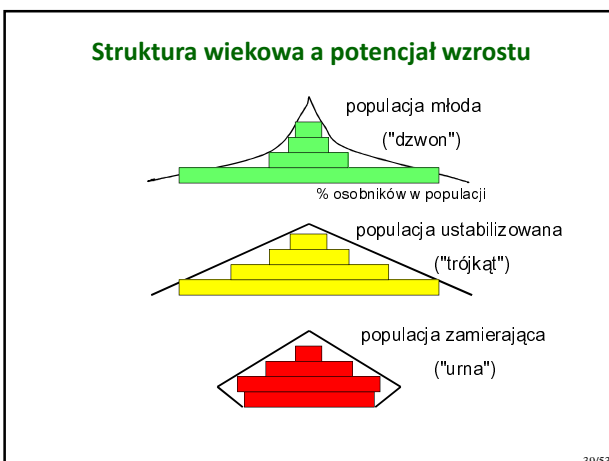
Funkcjonowanie metapopulacji



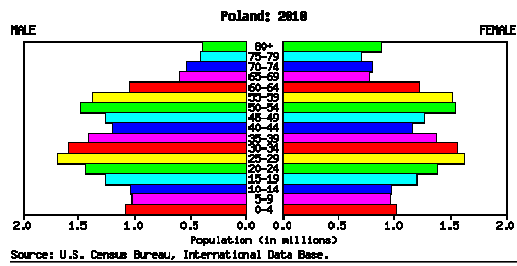
36/53





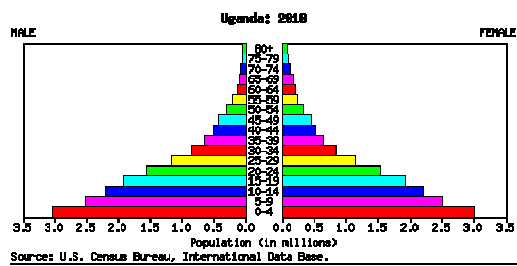


Piramida wieku dla Polski (2010)



40/53

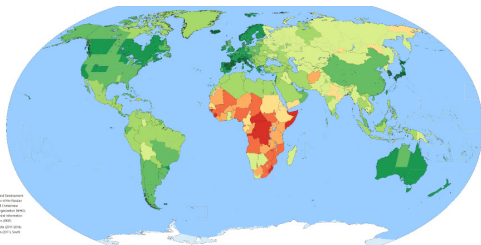
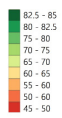
Piramida wieku dla Ugandy (2010)



41/53

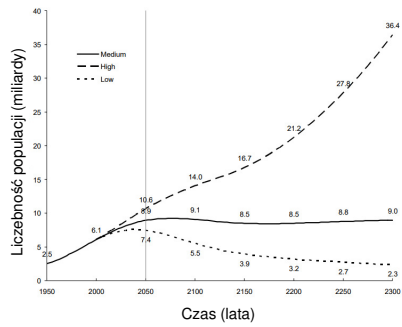
Przewidywana długość życia

Lata



42/53

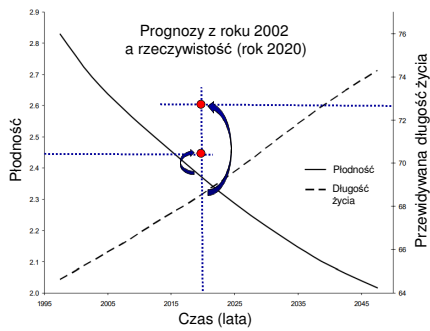
Scenariusze dynamiki populacji ludzkiej



United Nations, 2004, World population to 2300

43/53

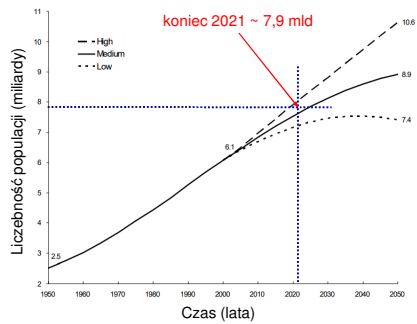
Regulacja liczebności populacji ludzkiej (?)



United Nations, 2004, World population to 2300

44/53

Scenariusze dynamiki populacji ludzkiej



United Nations, 2004, World population to 2300

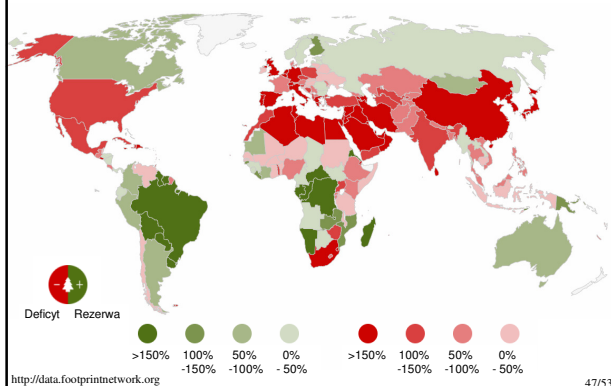
45/53

Pojemność biosfery – ślad ekologiczny

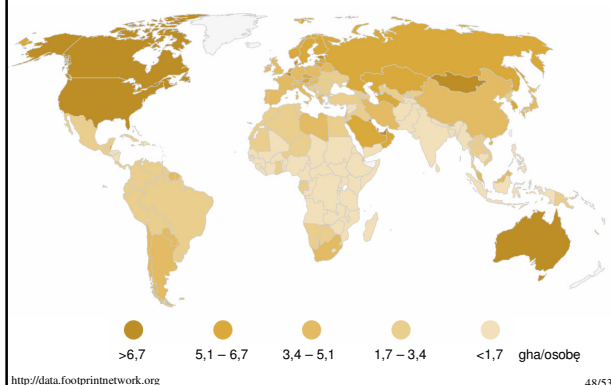
- Ile ludzi może żyć na Ziemi?
 - zależnie od poziomu konsumpcji: **2 miliardy – 40 miliardów**
- Ślad ekologiczny (*ecological footprint*):
 - ilość "globalnych hektarów" (gha) zużywanych przez osobę, społeczność, kraj
 - "globalny hektar": standardowy hektar ziemi o średniej światowej produktywności i pojemności odpadów
 - obecny stan produktywności globu: **1,5 gha/osobę**
 - **obecne tempo zużycia zasobów: 2,8 gha/osobę**
 - obecne zużycie zasobów: ok. **180%** zasobów odnawialnych

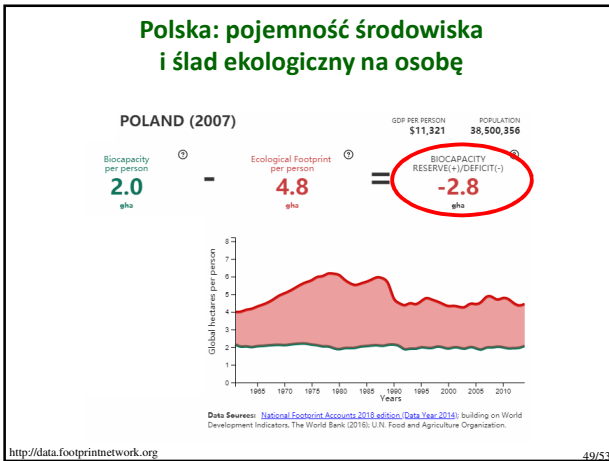
46/53

Ślad ekologiczny według krajów a zasoby

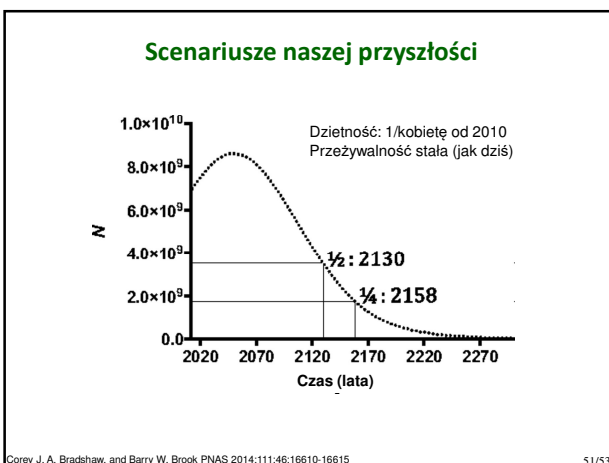


Ślad ekologiczny według krajów na osobę

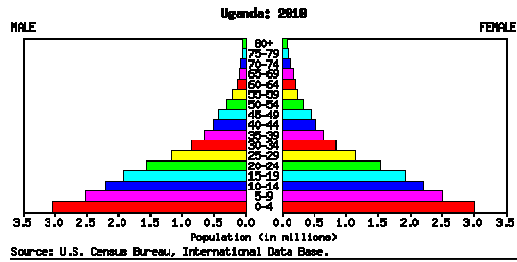




- ### Czy indywidualnie możemy coś zrobić
- Gospodarstwa domowe
 - 65% śladu węglowego
 - 70% wykorzystania ziemi
 - 51% zużycia materiałów
 - 81% zużycia wody
 - zmiana zachowań konsumpcyjnych
 - Najpilniejsze zadanie: przyspieszyć spadek dzietności
 - 1970-1975 – 4,7 dziecka na kobietę
 - 2005-2010 – 2,6 dziecka na kobietę
 - edukacja i wzrost statusu społecznego kobiet
- Ivanova i in. (2015) Journal of Industrial Ecology 20: 526-536, DOI: 10.1111/jiec.12371 50/53

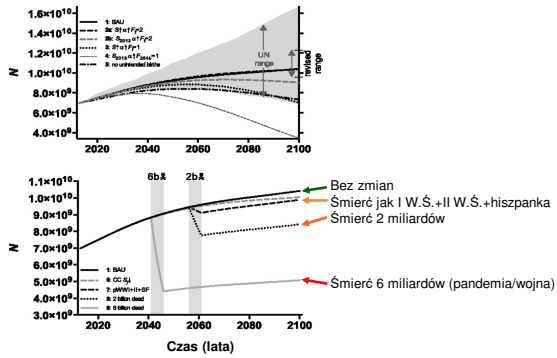


Piramida wieku dla Ugandy (2010)



52/53

Scenariusze naszej przyszłości



Corey J. A. Bradshaw, and Barry W. Brook PNAS 2014;111:46:16610-16615

53/53
