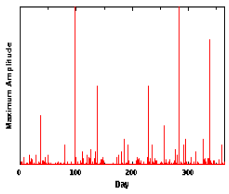
# SOC czyli samoorganizująca się krytyczność

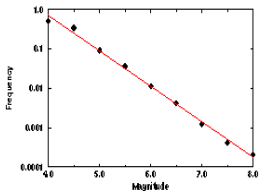
Fizyka komputerowa 2005
Katarzyna Weron,
kweron@ift.uni.wroc.pl

## Plan

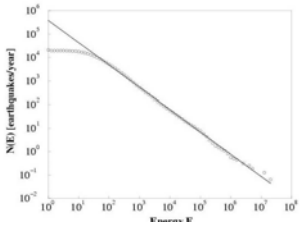
- Przykłady naturalnych kataklizmów i prawa potęgowe
- Metafora kataklizmów – lawiny piasku
- Pryzma piasku – paradygmat samoorganizującej się krytyczności
- Modele Samoorganizującej się krytyczności

## Trzęsienia Ziemi



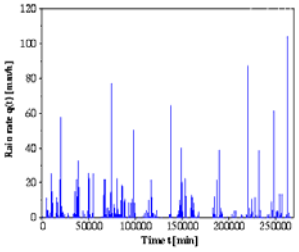

## Prawo Gutenberga-Richtera dla trzęsień Ziemi



$$N(E) \sim E^{-z} \qquad z \approx 2$$

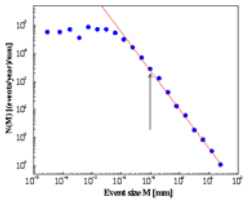
## Deszcze

- Dane zebrane przez Instytut Meteorologii Maxa- Plancka w Hamburgu przy użyciu Micro Rain Radar MMR-2 na wybrzeżu Bałtyckim w okresie styczeń – lipiec 1999.
- Intensywność deszczu q(t) w mm/h o godzinie 00.00 (wyniki uśrednione w ciągu jednej minuty)

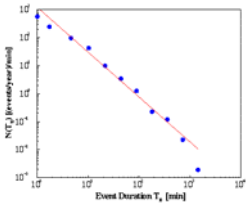



*G. Peters, B. Fischer, T. Andersson, Bor. Env. Res., 2002*

## Prawa potęgowe dla deszczu



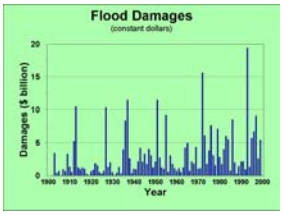

Rozkład wielkości zdarzeń



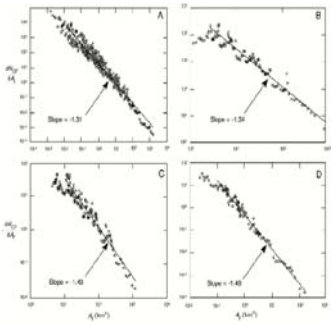

Rozkład przerw między zdarzeniami

O. Peters, C. Hertlein, and K. Christensen, *A complexity view of rainfall*, *Phys. Rev. Lett.* **88**, 018701, 1-4 (2002).
O. Peters and K. Christensen, *Rain: Relaxations in the Sky*, *Phys. Rev. E.* **66**, 036120, 1-9 (2002).

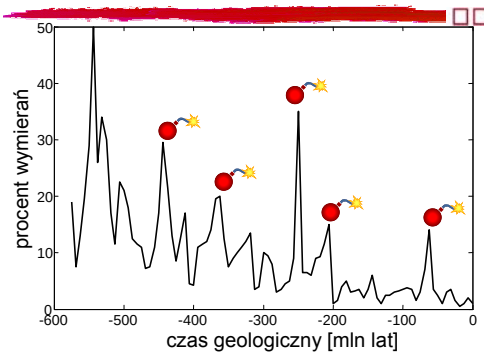
## Straty spowodowane powodziami



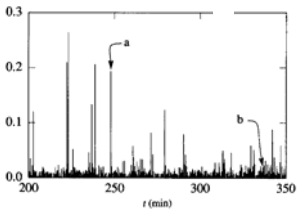

## Rozkład pożarów lasów



## Wymierania gatunków morskich – przykład SOC?

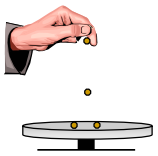


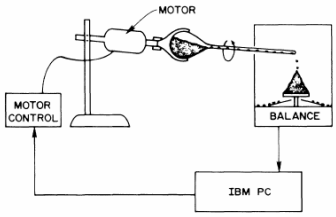

## Stosy ryżu - rice piles



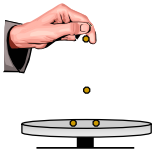

*V. Frette et al., Nature 1996*

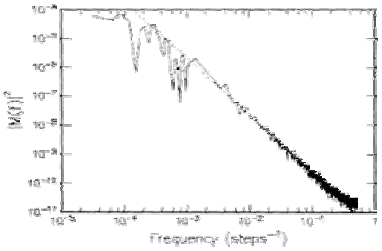
## Powoli syp piasek …






## Rozkład lawin





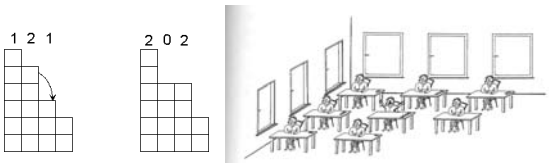
## Przykład krytyczności: samorganizująca się krytyczność

- Istnieje graniczny kąt = krytyczny
- Dla krytycznego kąta rozkład lawin jest potęgowy
- Prawo Gutenberga-Richtera (1945) dla rozkładu trzęsień Ziemi (t=3/2)
- Wielkie wymierania (Raup, Science 1986 )

## Dlaczego samooranizująca się krytyczność (SOC)?

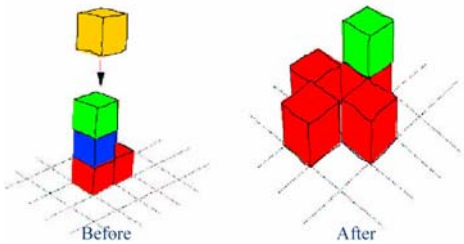
Pryzma piasku samoistnie ewoluuje do stanu krytycznego, w którym minimalne zaburzenie może spowodować katastrofę.

## Per Bak, Chao Tang i Kurt Wiesenfeld, 1988



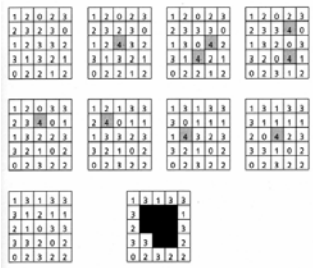

z P. Bak, How Nature Works

## Per Bak, Chao Tang i Kurt Wiesenfeld, 1988

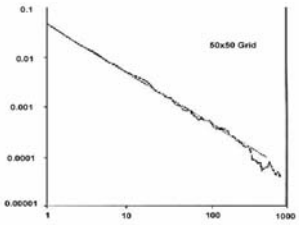



http://cmth.phy.bnl.gov/~maslov/Sandpile.htm

## Przykład



## Rozkład lawin

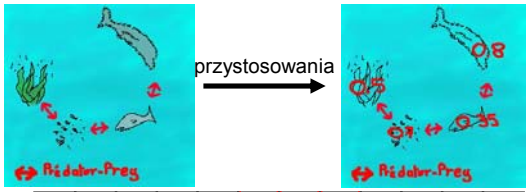



By: Bak [1]

## Model Baka-Sneppena krok 1: Siły działające na gatunek

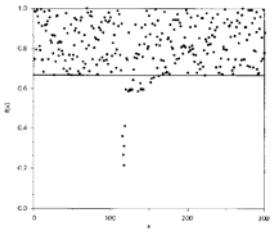
- Dobór naturalny (Darwin)
  – najsłabiej przystosowani mają najmniejszą szansę na przeżycie
- Oddziaływania między gatunkami (np. przez łańcuch pokarmowy)
  – wpływ zmian sąsiednich gatunków

## Model Baka-Sneppena krok 2: jak to zrobić?




| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.8 | 0.6 | 0.9 | 0.5 | 0.4 | ~~0.7~~ | ~~0.2~~ | ~~0.1~~ | 0.8 | 0.9 | 0.3 | 0.5 |
| 0.8 | 0.6 | 0.9 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | ~~0.5~~ | ~~0.2~~ | ~~0.8~~ | 0.9 | 0.3 | 0.5 |
| 0.8 | 0.6 | 0.9 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 0.1 | 0.9 | 0.9 | 0.3 | 0.5 |

## Model BS dla 300 gatunków



## Wyniki modelu BS

- Rozkład odległości między kolejnymi zmianami potęgowy – jedni zmieniają się często, inni rzadko (karaluchy)
- Rozkład lawin (wymierań) potęgowy
- Duża aktywność poprzedzielana okresami stazy (punktualizm)
- Nie są potrzebne meteoryty do wielkich wymierań