



Od stacji do stacji: Złożoność sieci kolejowej oczami fizyka

Grzegorz Siudem [Politechnika Warszawska]

Stacja Muzeum, 27 października 2024

Plan na dzisiaj

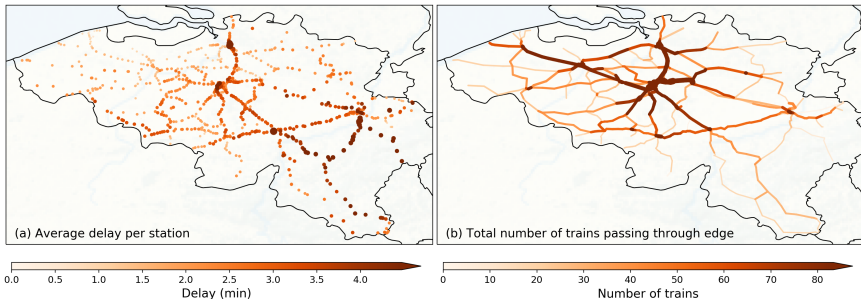


1. Sieć kolejowa
2. Warszawska sieć transportu publicznego
3. Inne sieci złożone

Kim jestem?



- ▶ Pół-fizyk pół-matematyk, fan podróżowania pociągami rowerem.
- ▶ Naukowo zajmuję się modelowaniem układów złożonych...
- ▶ w tym sieci złożonych.
- ▶ Tylko czym są sieci złożone?



The background consists of two large, overlapping geometric shapes. A teal-colored shape is in the upper-left corner, and a light beige shape is in the lower-left corner. The rest of the background is white. The text 'Sieć kolejowa' is centered in the white area.

Sieć kolejowa

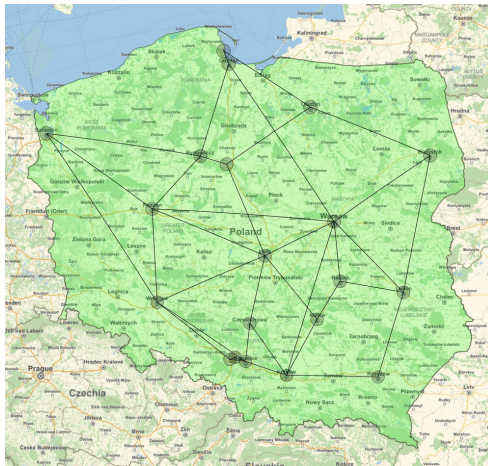
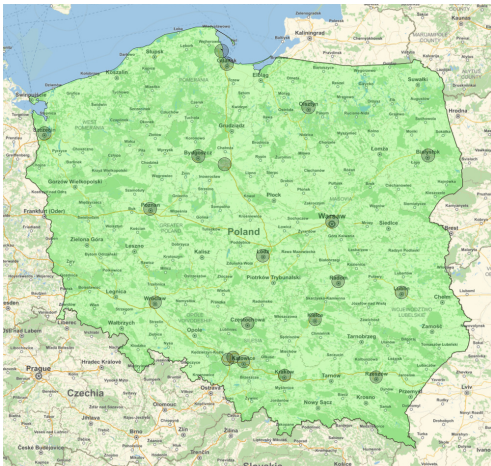
Sieć kolejowa

Czyli historia mojej porażki



Sieć kolejowa

Rozwiązanie alternatywne



Sieć kolejowa

Elementarz Teorii Grafów



Definicja

Grafem nazywamy parę (V, E) , gdzie V to niepusty zbiór wierzchołków, a E zbiór krawędzi między nimi.

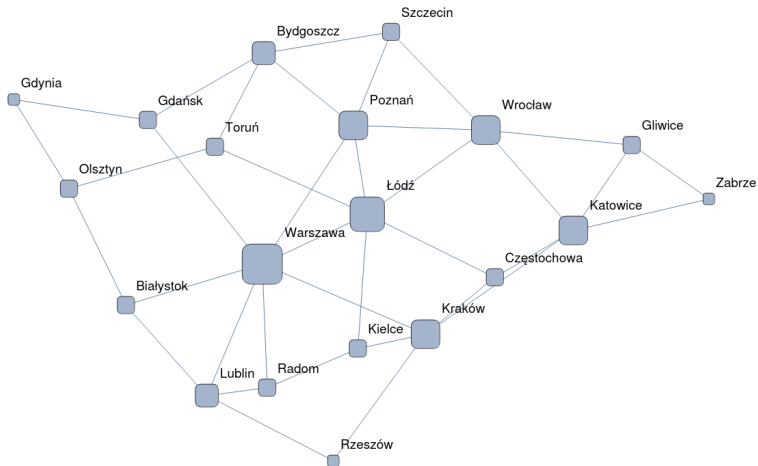
Stopień wierzchołka

Stopień wierzchołka k_i to liczba połączeń wężła i -tego z innymi wierzchołkami.

Sieć kolejowa



Co dają nam sieci złożone? - stopień wierzchołka jako miara jego istotności



Sieć kolejowa

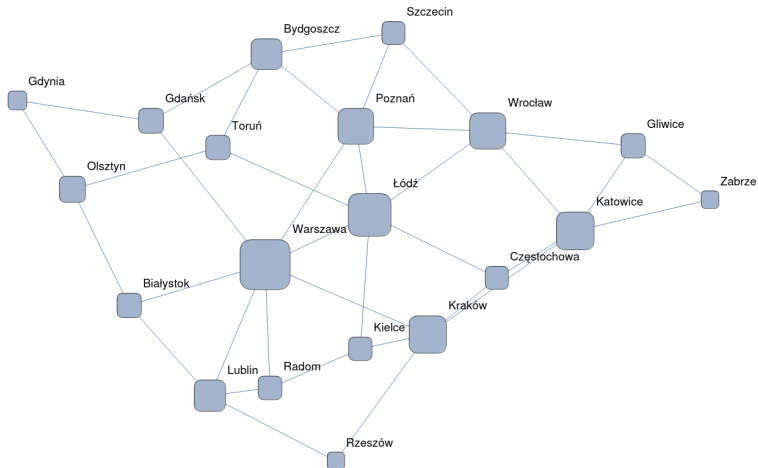
Algorytm PageRank



- ▶ Zaproponowana przez Larry'ego Page'a i Sergeya Brina w 1998 roku.
- ▶ Miara popularności stron internetowych.
- ▶ Mierzy nie tylko liczbę połączeń, ale także ich jakość.
- ▶ Algorytm był wykorzystywany przez wyszukiwarkę Google.
- ▶ Dlaczego używamy go zatem do analizy syntetycznej sieci kolejowej?!

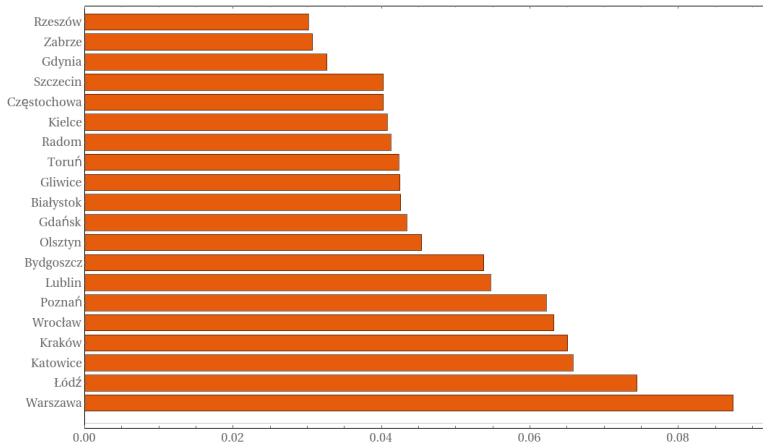
Sieć kolejowa

Co dają nam sieci złożone? - PageRank jako miara centralności



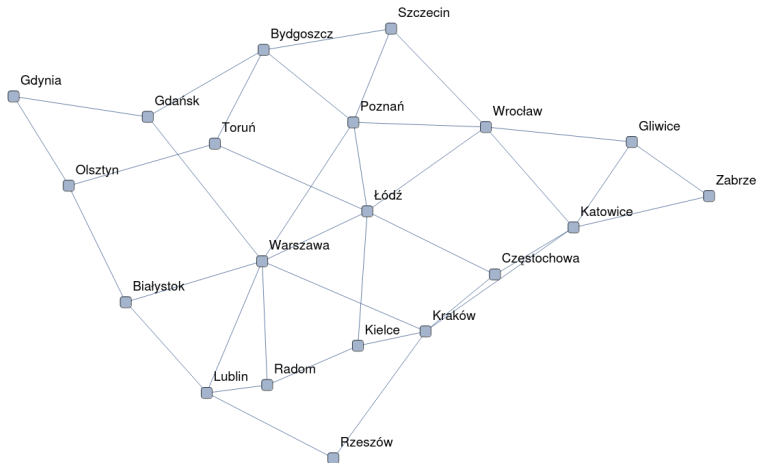
Sieć kolejowa

Co dają nam sieci złożone? - PageRank



Sieć kolejowa

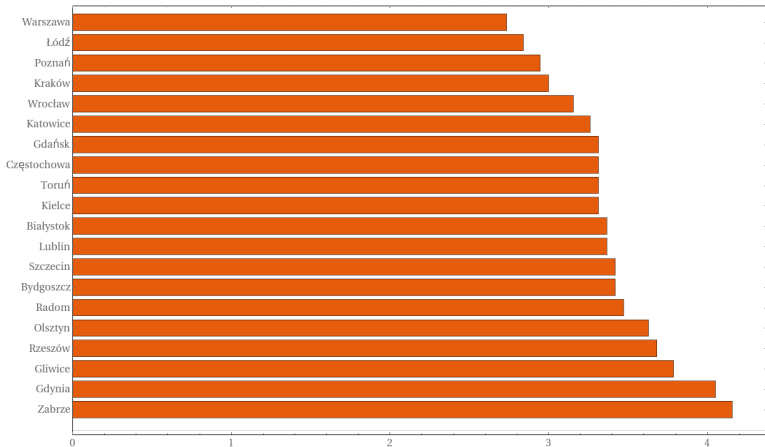
Najkrótsza ścieżka w grafie



Sieć kolejowa



Co dają nam sieci złożone? - najbardziej centralny wierzchołek



Warszawska sieć transportu publicznego

Warszawska sieć transportu publicznego

Publicznie dostępne dane!

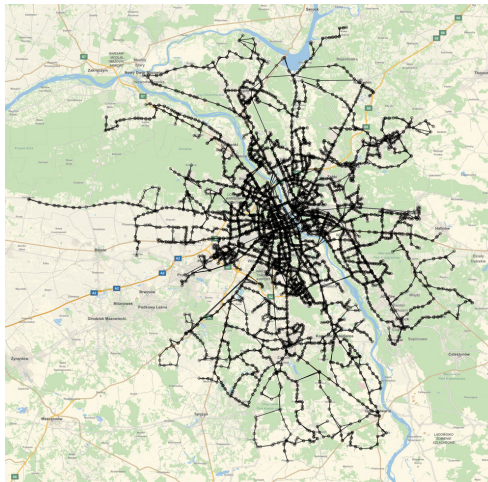
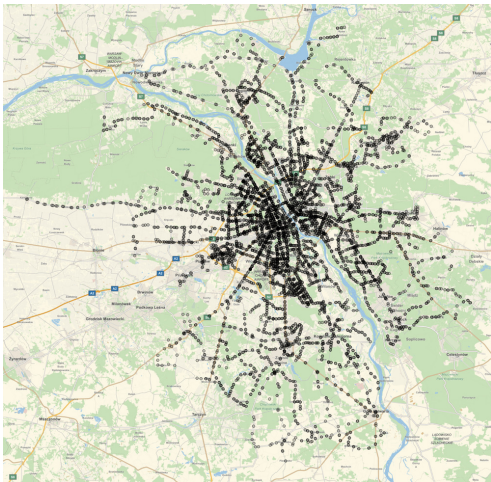


- ▶ `https://www.ztm.waw.pl/pliki-do-pobrania/dane-rozkladowe/`
- ▶ Zajrzyjmy do tych danych!
- ▶ ... i podziwiamy efekt.

Warszawska sieć transportu publicznego



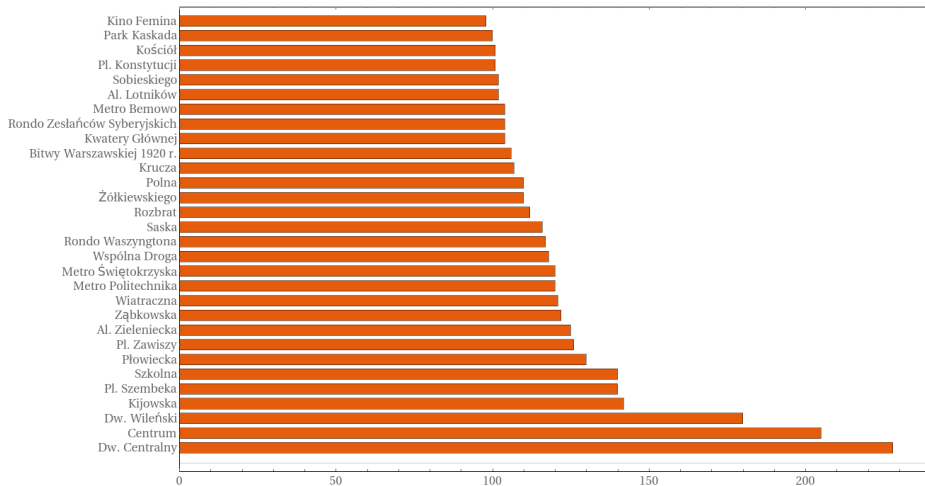
Graf połączeń (rozkładowych)



Warszawska sieć transportu publicznego



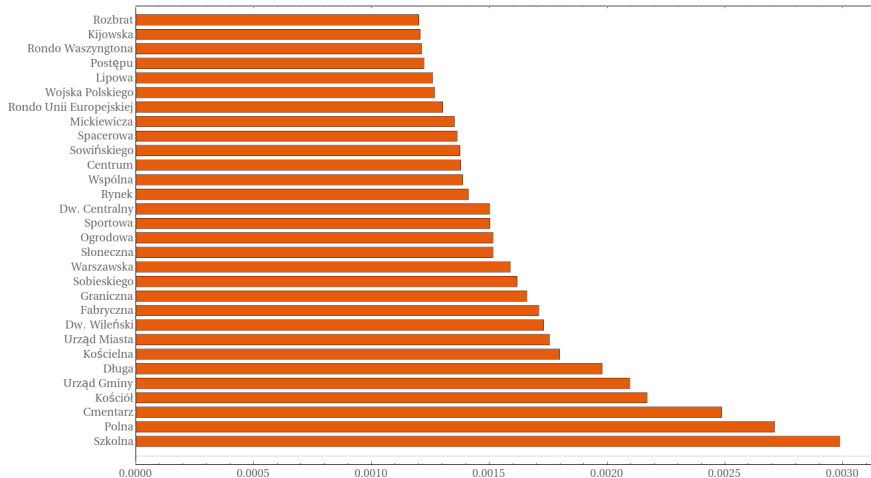
Najwyższe stopnie wierzchołków



Warszawska sieć transportu publicznego



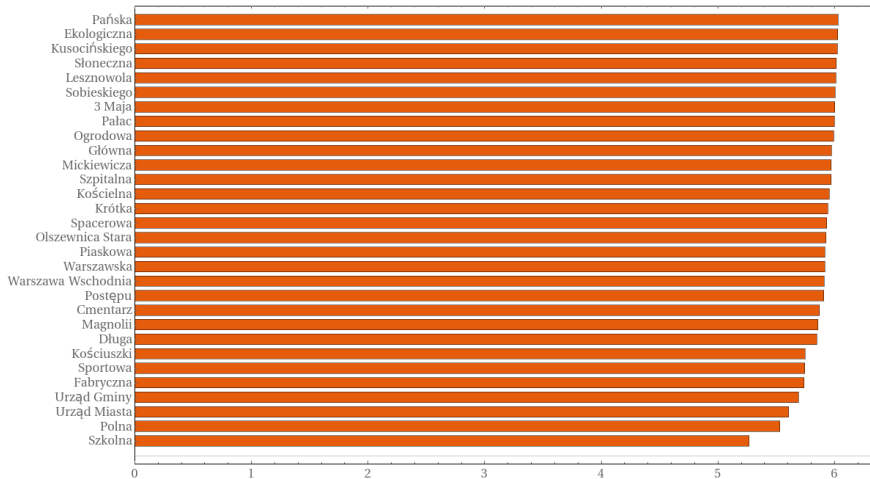
PageRank



Warszawska sieć transportu publicznego



Najkrótsza średnia najkrótsza ścieżka w grafie

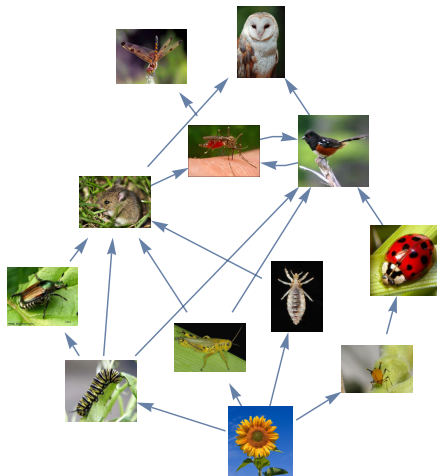


The background consists of two overlapping geometric shapes: a teal triangle in the top-left corner and a light gray triangle in the bottom-left corner, both pointing towards the center. The rest of the background is white.

Inne sieci złożone

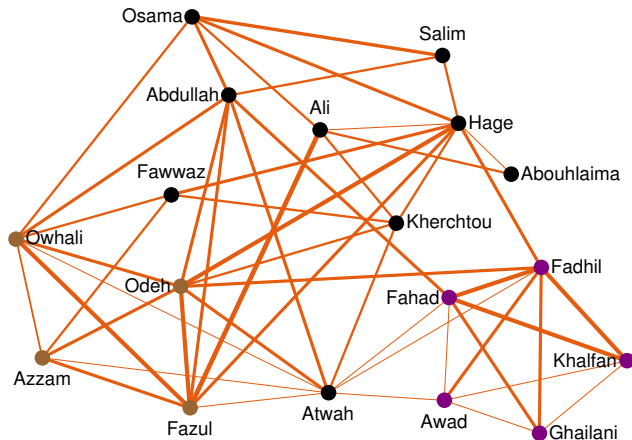
Inne sieci złożone

Sieci troficzne



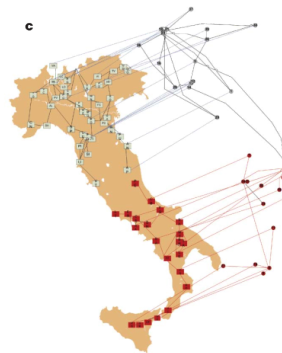
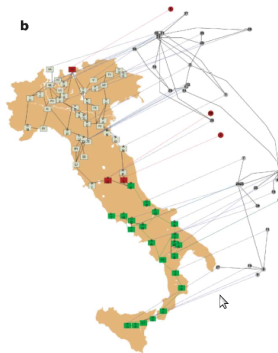
Inne sieci złożone

Sieci interakcji

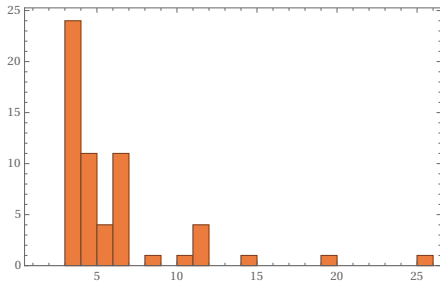
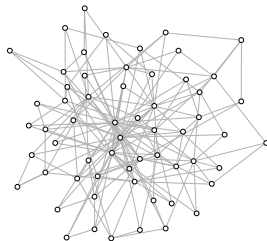
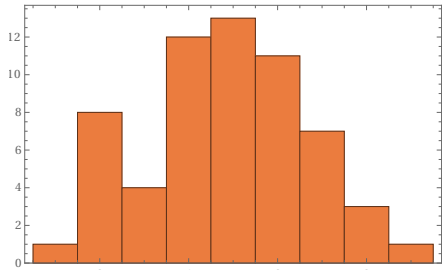
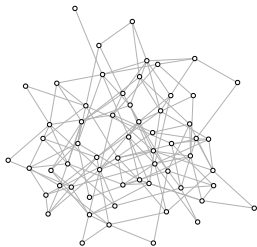


Inne sieci złożone

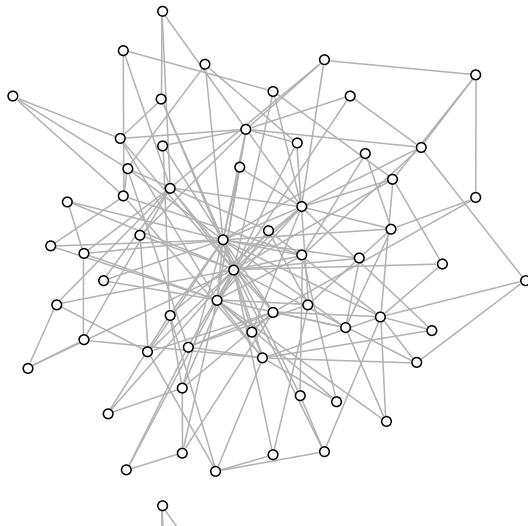
Sieci dystrybucji



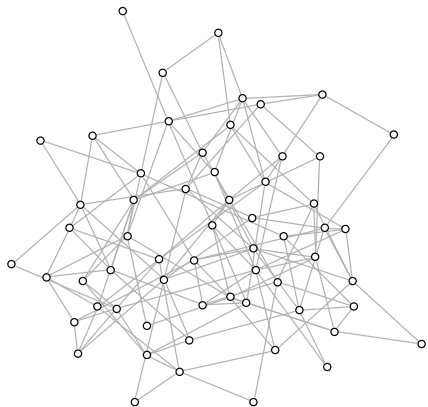
Problem z celebrytami



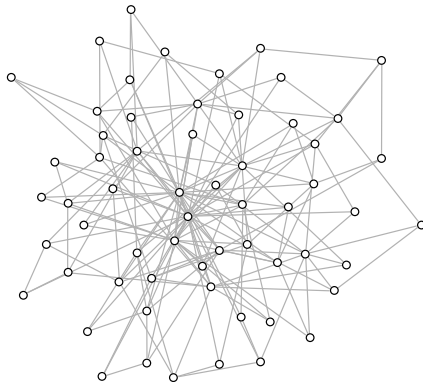
Grube ogony w sieciach – próg epidemii



Grube ogony w sieciach – próg epidemii



$$\lambda_c = \frac{1}{\langle k \rangle} > 0$$



$$\lambda_c = \frac{\langle k \rangle}{\langle k^2 \rangle} \rightarrow 0$$

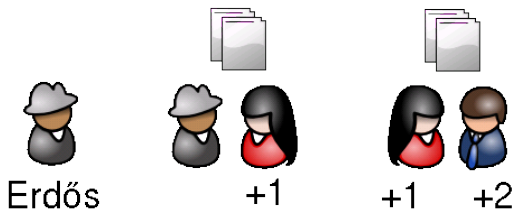
Liczba Erdős



wikipedia

Paul Erdős 1913-1996

Liczba Erdős

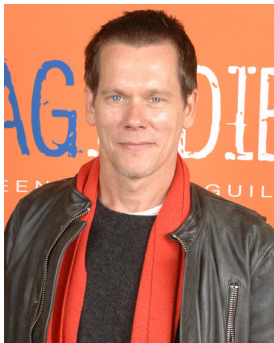


wikipedia

Definicja

- ▶ Paul Erdős ma liczbę Erdősą równą 0.
- ▶ Liczbę Erdősą każdego innego naukowca określa się jako minimum z $e_i + 1$ gdzie e_i to liczba Erdősą jego/jej współautorów.

Liczba Bacona



wikipedia

Kevin Bacon ur. 1958

▶ amerykański aktor, reżyser i producent filmowy,

Liczba Bacona



Odpowiednik liczby Erdős'a w sieci aktorów

Przykładowe wartości:

- ▶ Elvis Presley: 2,
- ▶ Ronald Reagan: 2,
- ▶ Andrzej Grabowski: 3,
- ▶ Andrzej Lepper: 3,
- ▶ Zdzisław Maklakiewicz: 3,
- ▶ Jan Himilsbach: 3,

oracleofbacon.org



Liczba Erdős-Bacona

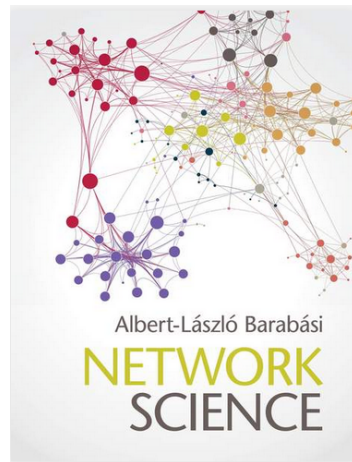
Suma liczby Erdős i liczby Bacona:

- ▶ Steven Strogatz $E = 3 B = 1 \Rightarrow EB = 4$,
- ▶ Richard Feynman $E = 3 B = 3 \Rightarrow EB = 6$,
- ▶ Stephen Hawking $E = 4 B = 2 \Rightarrow EB = 6$,
- ▶ Natalie Portman $E = 5 B = 2 \Rightarrow EB = 7$,
- ▶ Colin Firth $E = 6 B = 1 \Rightarrow EB = 7$,
- ▶ Kristen Stewart $E = 5 B = 2 \Rightarrow EB = 7$,
- ▶ Mayim Bialik $E = 5 B = 2 \Rightarrow EB = 7$.

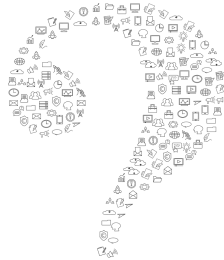
Ciekawostka

Proszę poczytać o liczbie Erdős-Bacona-Black Sabbath...

Zainteresowanych/*e sieciologią* odsyłam do



Pytania? :)



Dziękuję za uwagę!



W razie pytań proszę śmiało pisać na `grzegorz.siodem` w domenie `pw.edu.pl`.

Styl prezentacji: Trigon (autor: Thomas Lambert)

`gitlab.com/thlamb/beamertheme-trigon`



Zdjęcie tytułowe:

`https://pixabay.com/photos/rails-soft-tracks-rail-junction-5146452/`

Znak zapytania:

`https://pixabay.com/vectors/question-mark-icons-internet-5556103/`