

# Úvod do analýzy sociálních sítí

Historie a přehled typických úloh

2024-25

# Organizace výuky

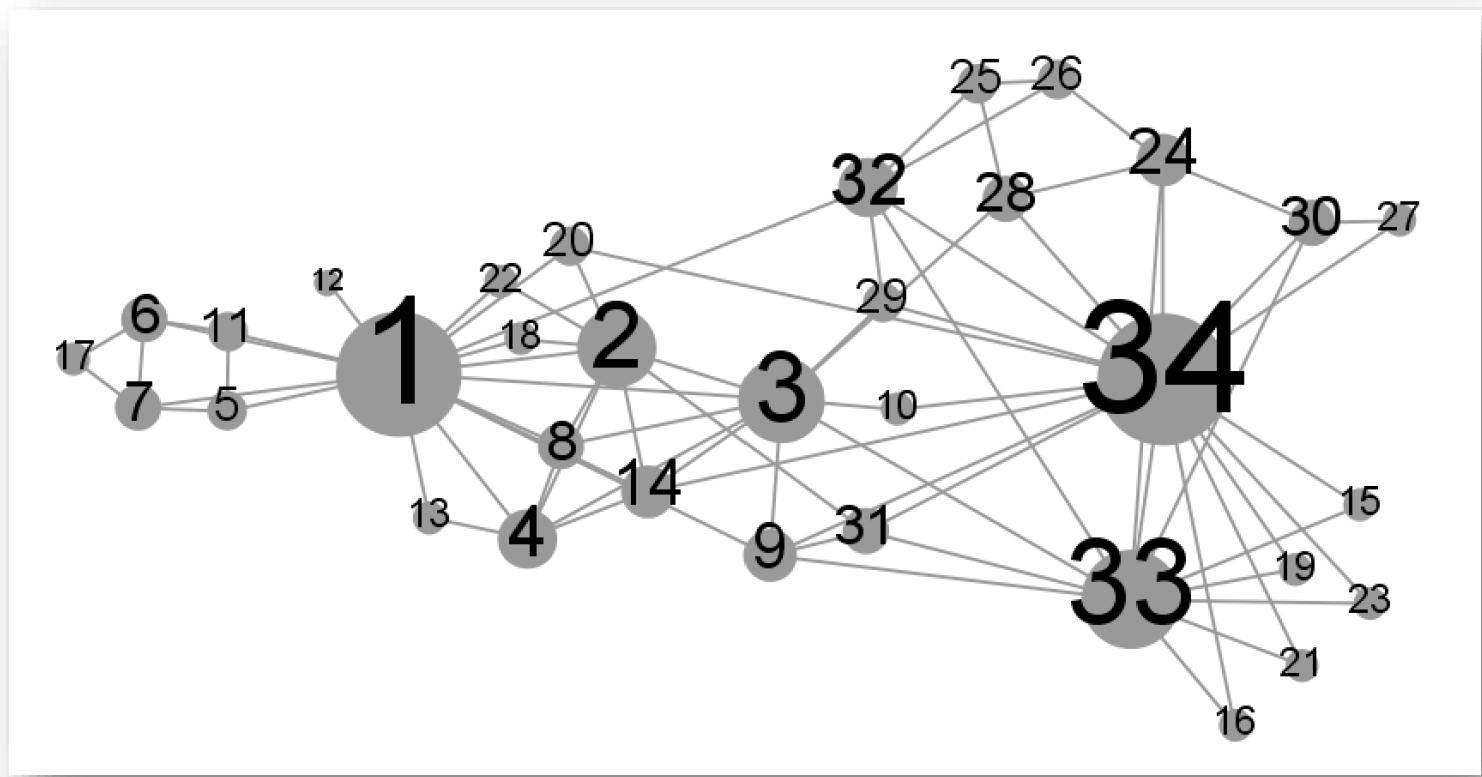
- doc. Mgr. Miloš Kudělka, Ph.D.
  - EA 439, +420 597 325 877
  - homel.vsb.cz/~kud007
  - milos.kudelka@vsb.cz
- Přednáška
  - Zaměřeno na znalosti
  - Ukázky práce se sítěmi
- Cvičení
  - Diskuze
  - Prezentace připravených úkolů
  - Interpretace toho, co je možné o sítích zjistit
  - Práce s nástroji pro analýzu sítí

# Podmínky pro získání zápočtu

- Cvičení jsou povinná, povoleny jsou nejvýše dvě absence. Další odůvodněné absence jsou řešeny individuálně s garantem předmětu.
- Aktivita na cvičení:
  - 1 bod za účast s tím, že se očekává alespoň základní znalost toho, co bylo předmětem přednášky.
  - Až 2 body za splnění převážné části zadání úkolu na cvičení.
  - Až 2 body za dokončení úkolu ze cvičení (lze získat také za dokončení úkolu doma)
  - Je bodováno 8 cvičení, celkově je tedy možné za semestr získat až 40 bodů, minimem za aktivitu je 20 bodů.
- Semestrální práce:
  - Analytický úkol (využití znalostí a schopností), zdokumentovaná analýza zvolené sítě s interpretací výstupů.
  - Celkově je možno získat až 60 bodů, minimem je 30 bodů.

# Síť (graf) je struktura obsahující

vrcholy (uzly)  
hrany (vazby, spojení)

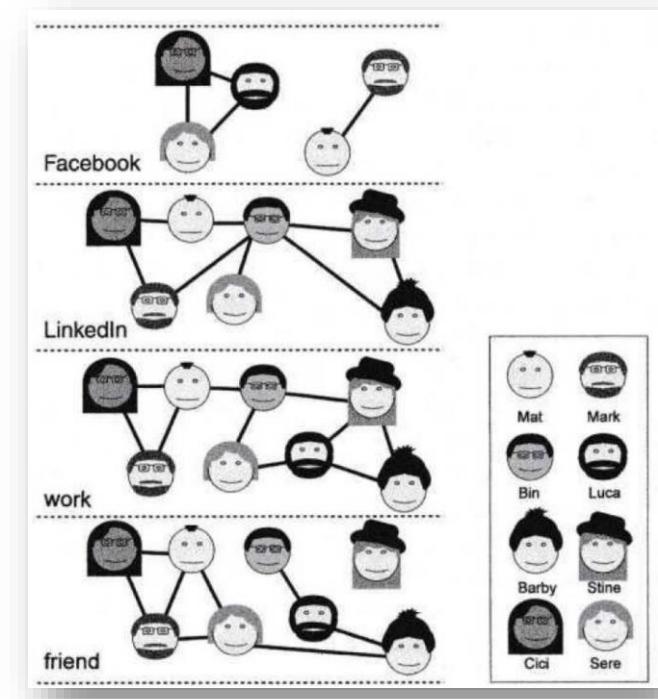
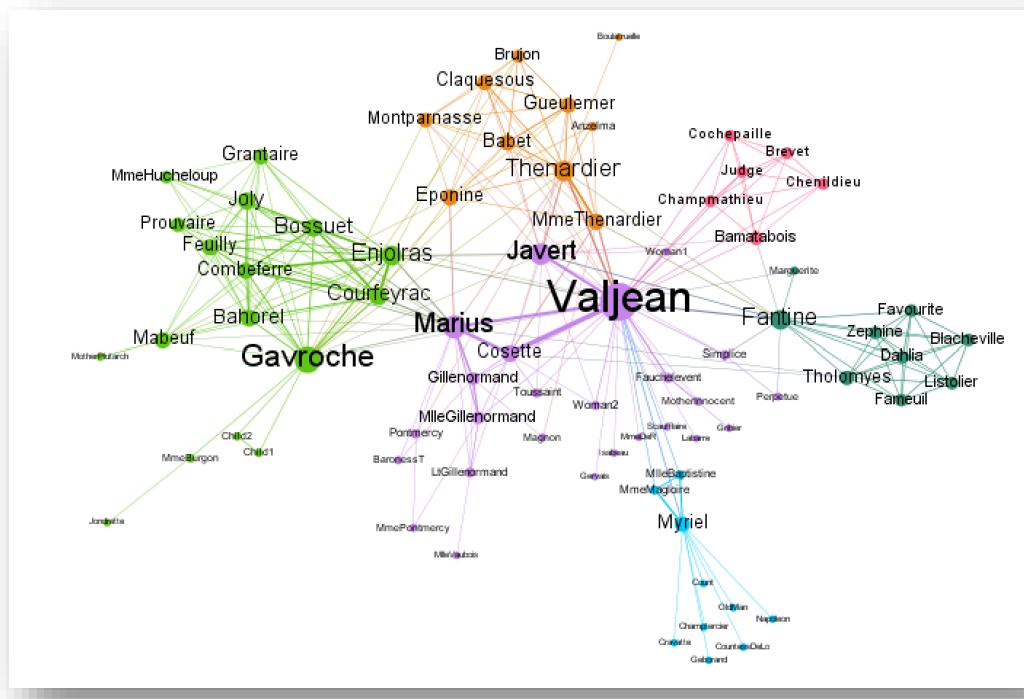


# Není to tak jednoduché, protože...

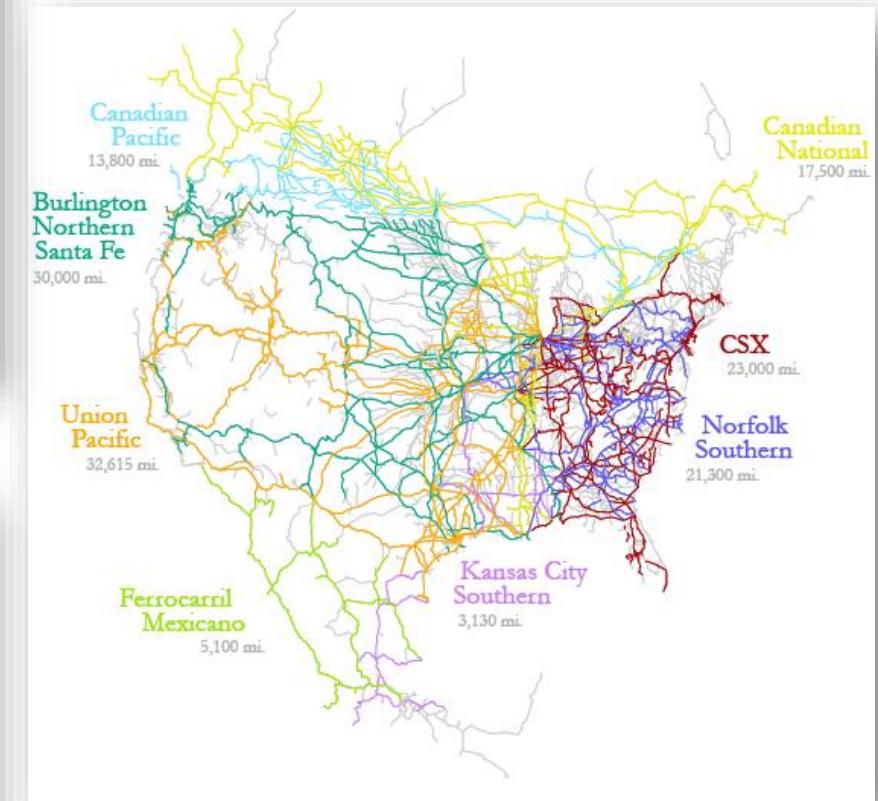
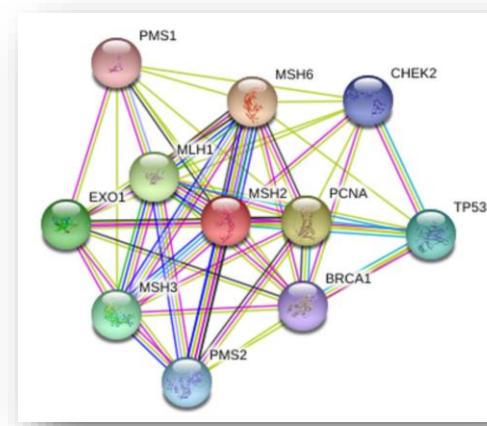
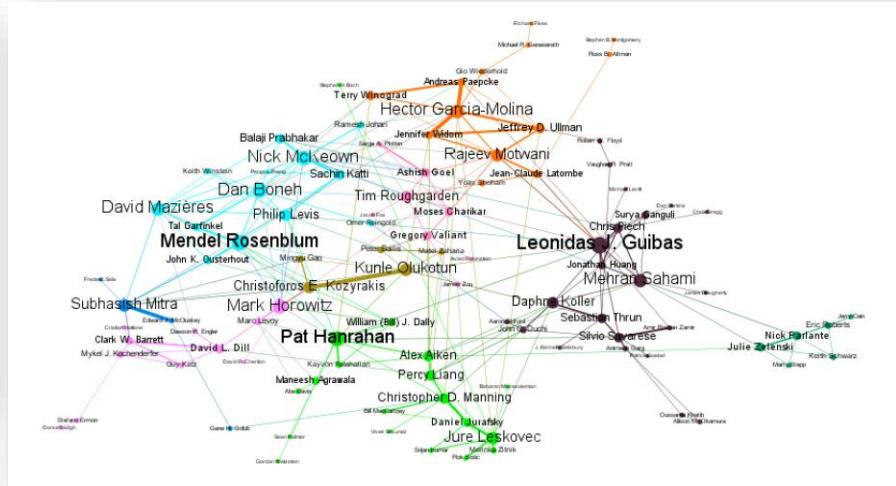
Sítě mohou být orientované nebo neorientované

Sítě mohou být vážené nebo nevážené

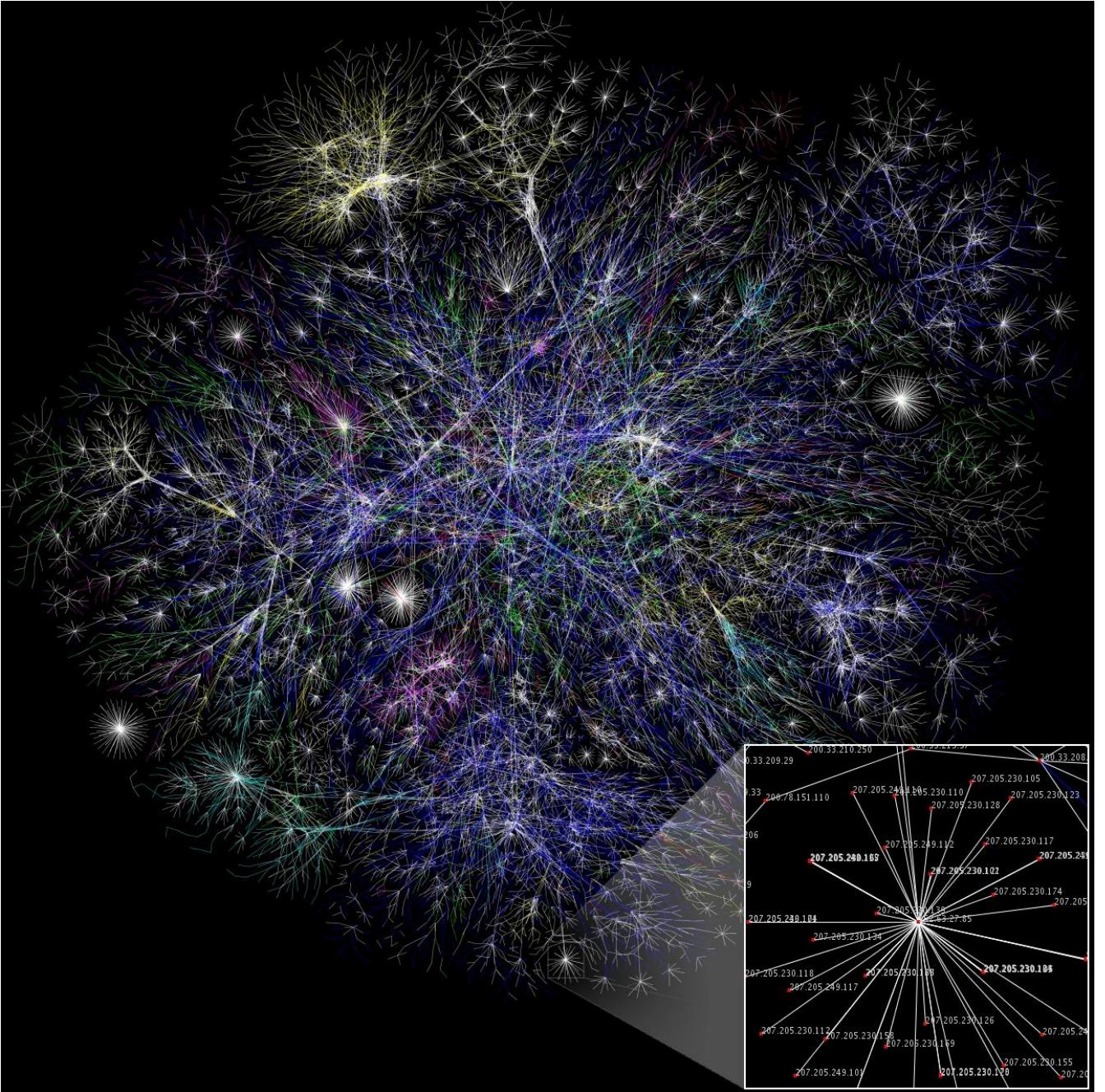
Sítě mohou mít jednu nebo více vrstev



# Sítě jsou všude, kam se podíváme



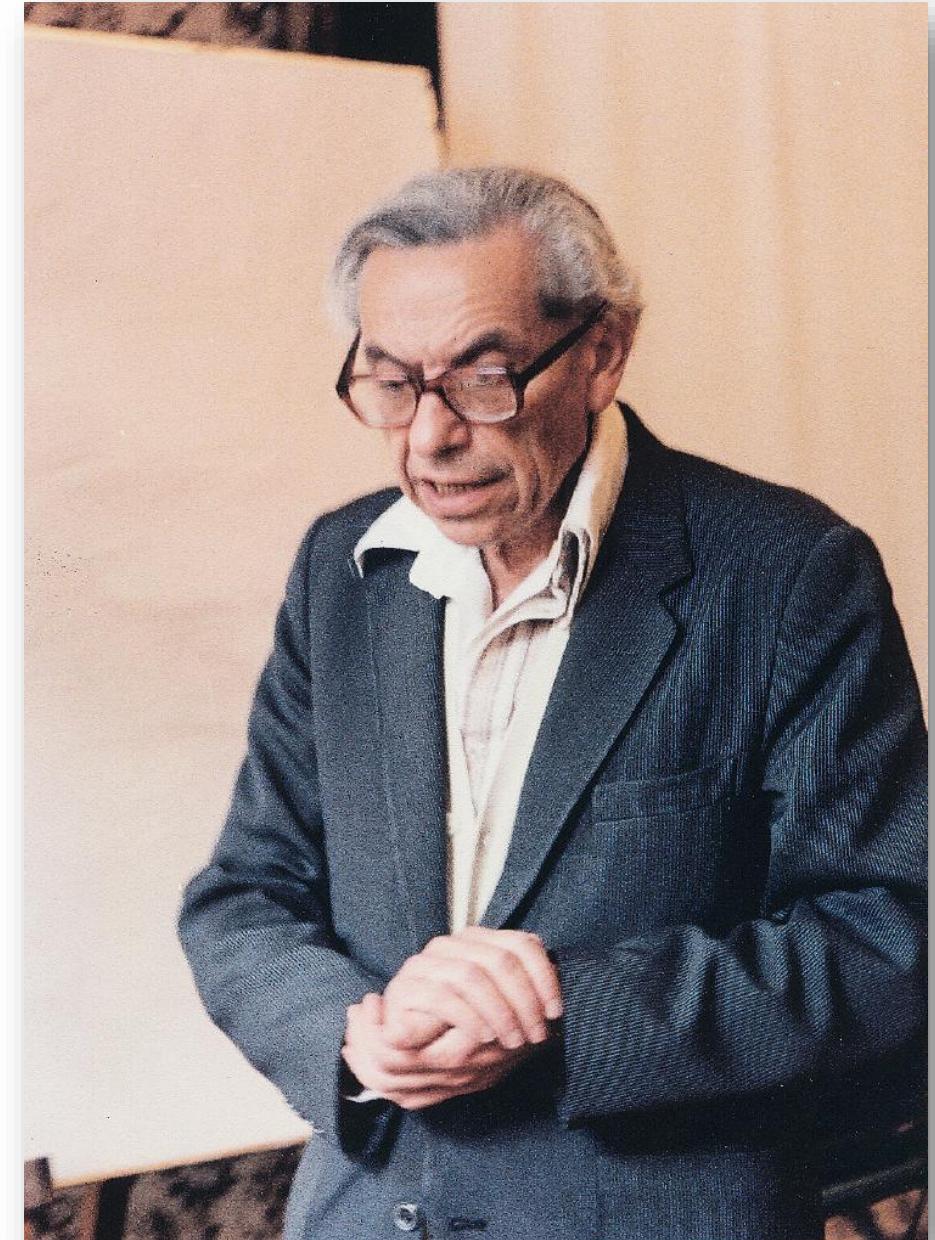
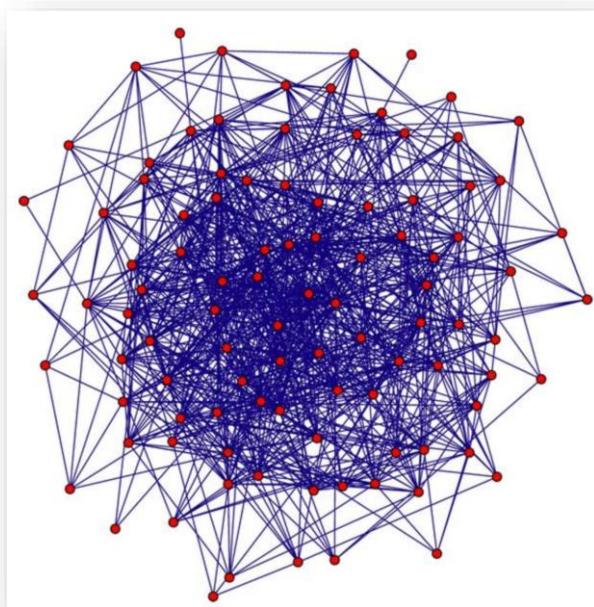
# Internet (Wikipedia)



# Pál Erdős (1913 - 1996)

1959 – první model sítě (**náhodný graf**)

Zahájil obrovský rozmach zkoumání sítí





# Stanley Milgram (1933-1984)

1967 – šest stupňů odloučení (**malý svět**)

Experiment s doručením dopisu  
neznámé osobě (v Bostonu)

Pro doručení bylo potřeba přibližně 6  
kroků (šest osob předávajících si dopis)

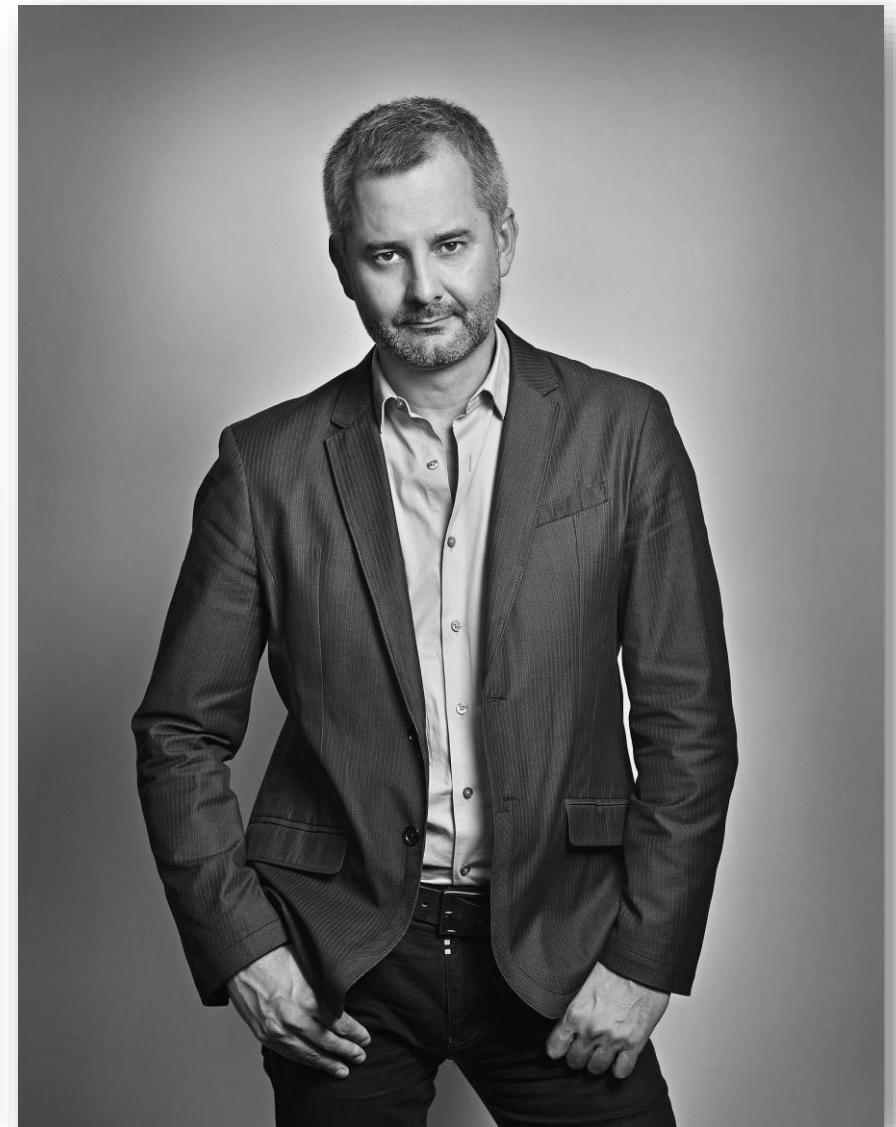
Vzdálenosti mezi lidmi jsou malé

# Albert-László Barabási (1967)

1999 – model sítě založený na preferenčním připojování pozorovaném na webu

Bez-škálové (scale-free) sítě s malým počtem center

Nejdůležitější krok v intenzivním rozvoji analýzy sítí

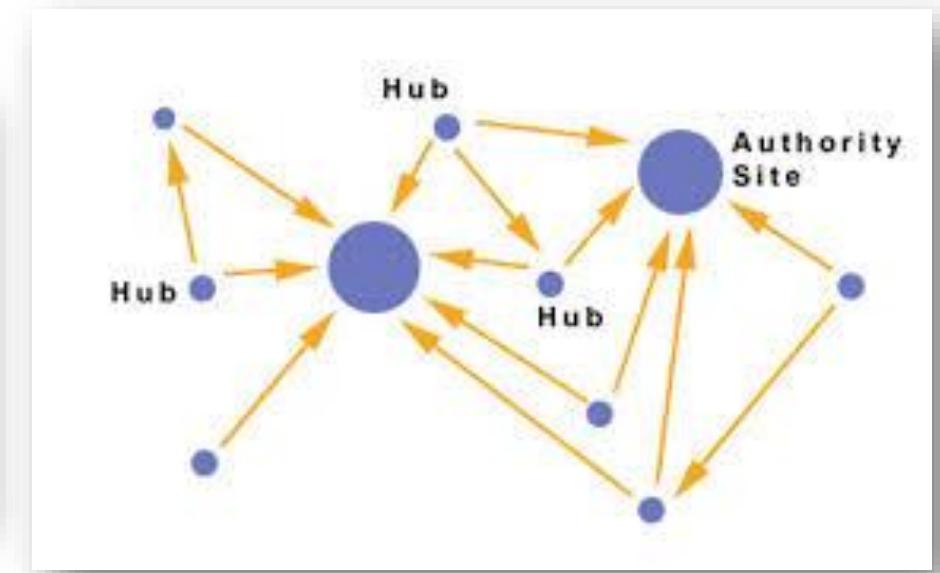
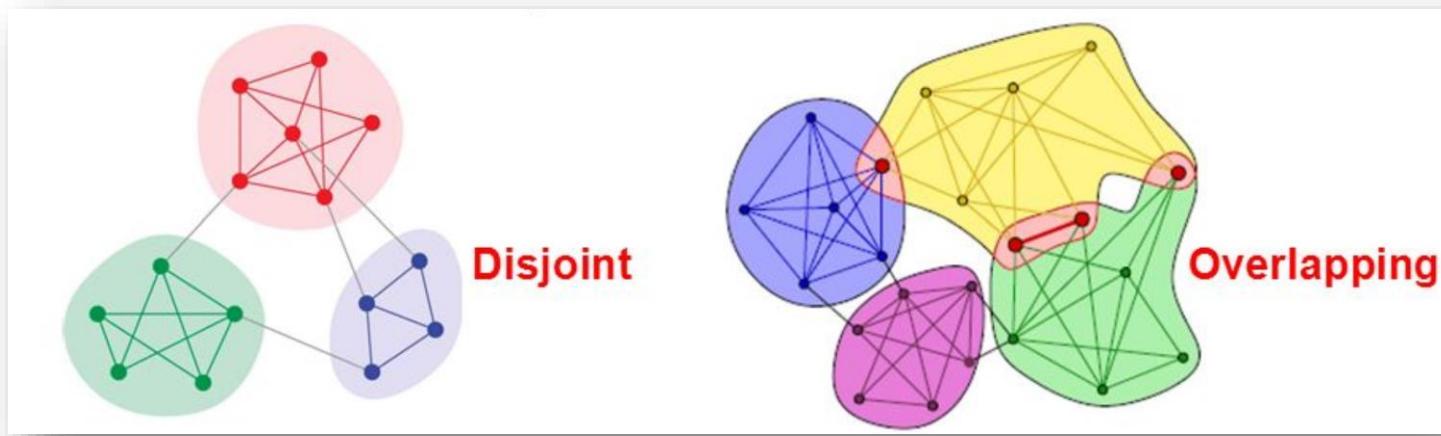


# Komunity

Důležité věci se odehrávají ve skupinách

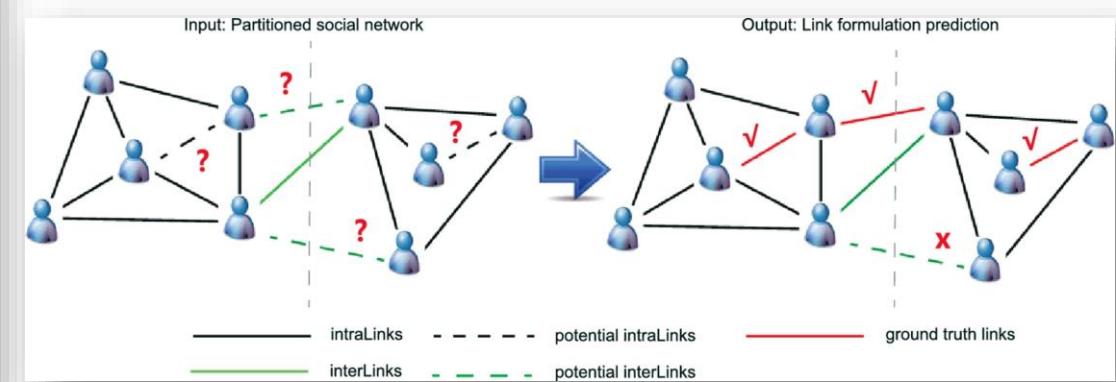
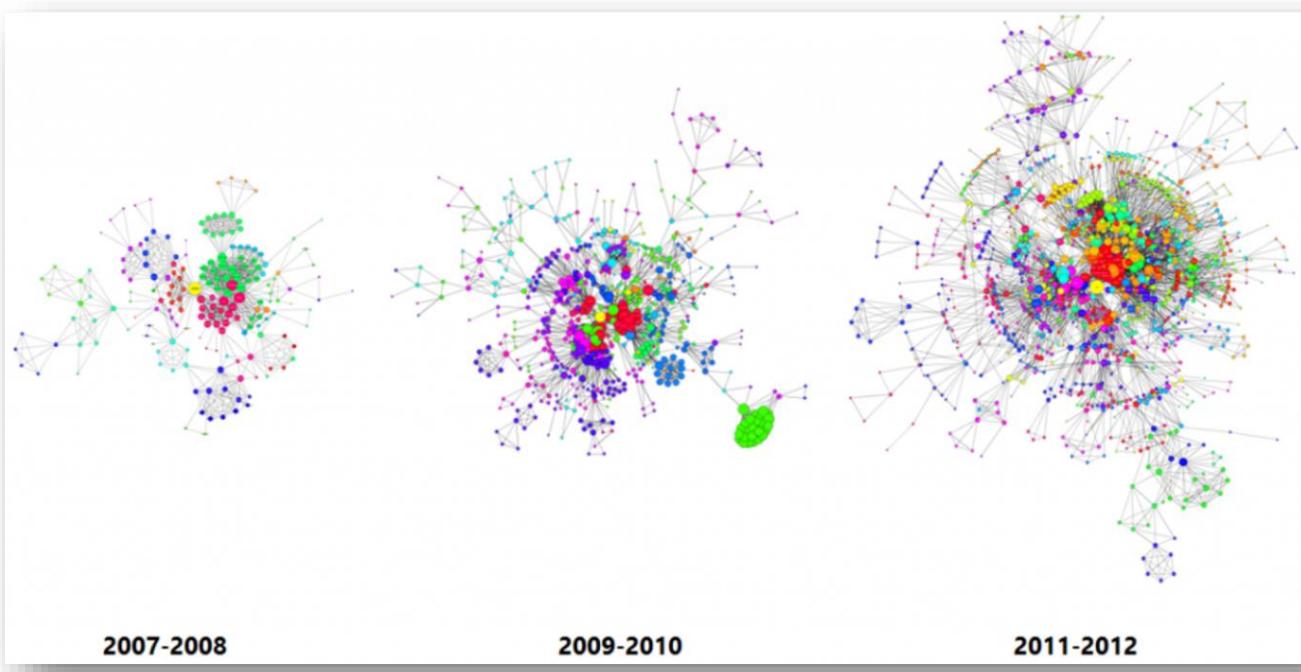
Důležité vrcholy jsou v překryvech těchto skupin (propojují komunity)

Důležité vrcholy jsou centra (hub x authority)



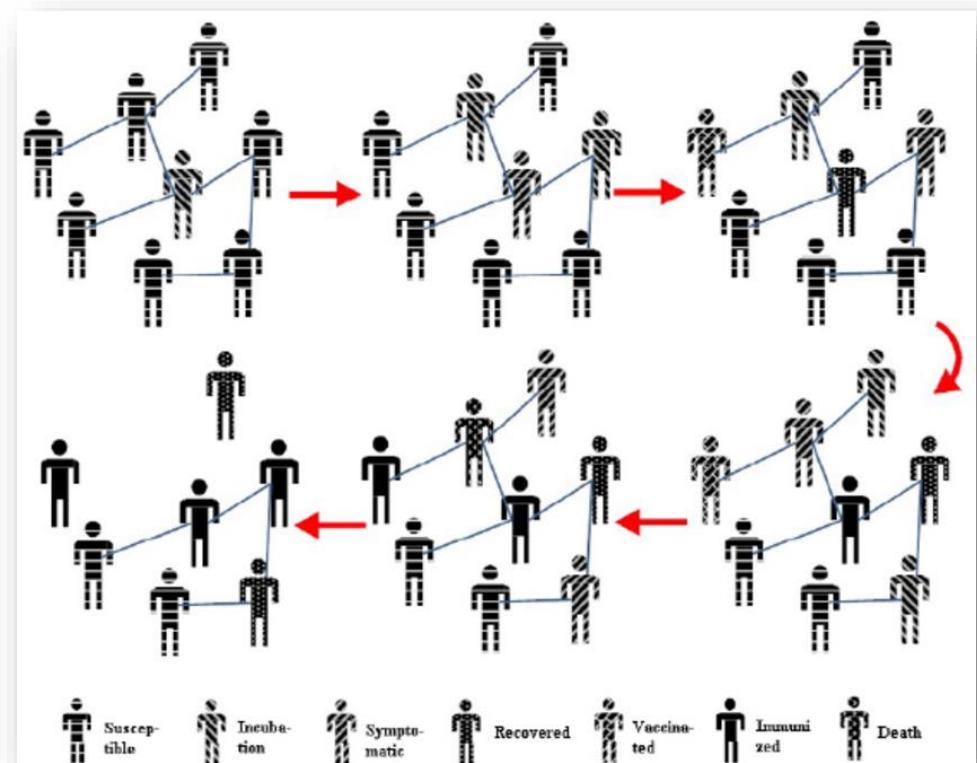
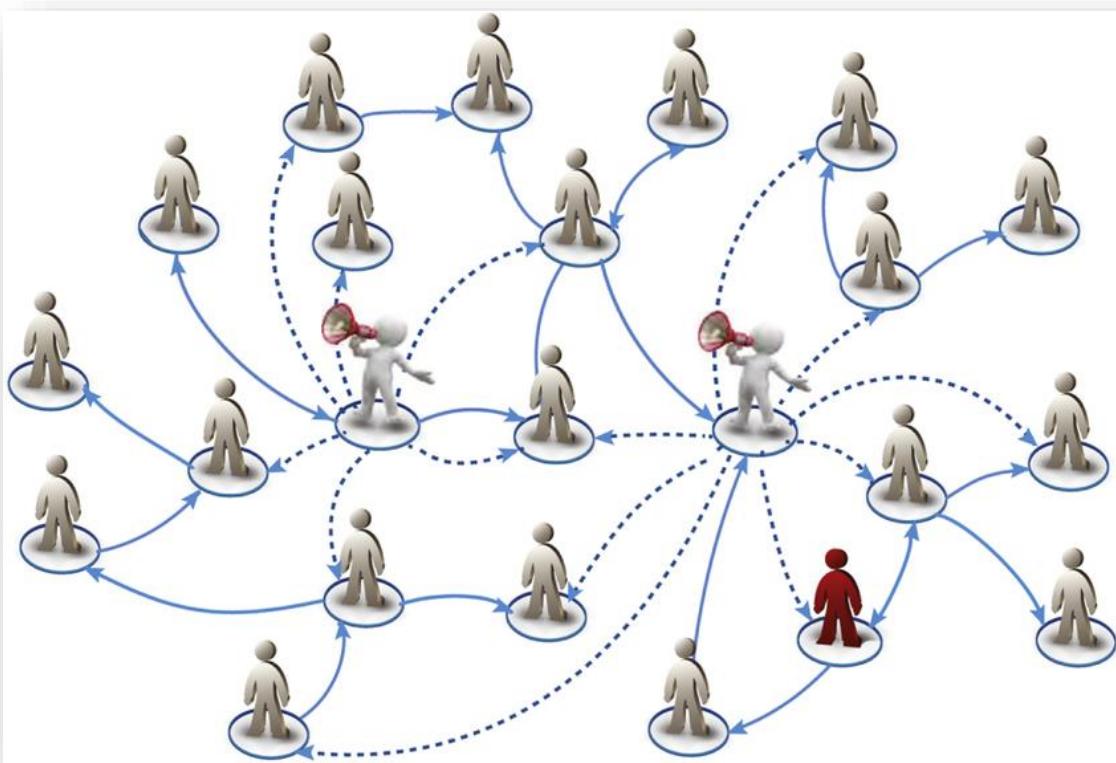
# Evoluce, dynamika, predikce

Vrcholy i hrany mohou přibývat i ubývat  
V různém čase a v různých místech sítě se to děje s různou intenzitou  
Jak bude vypadat síť za nějaký čas?



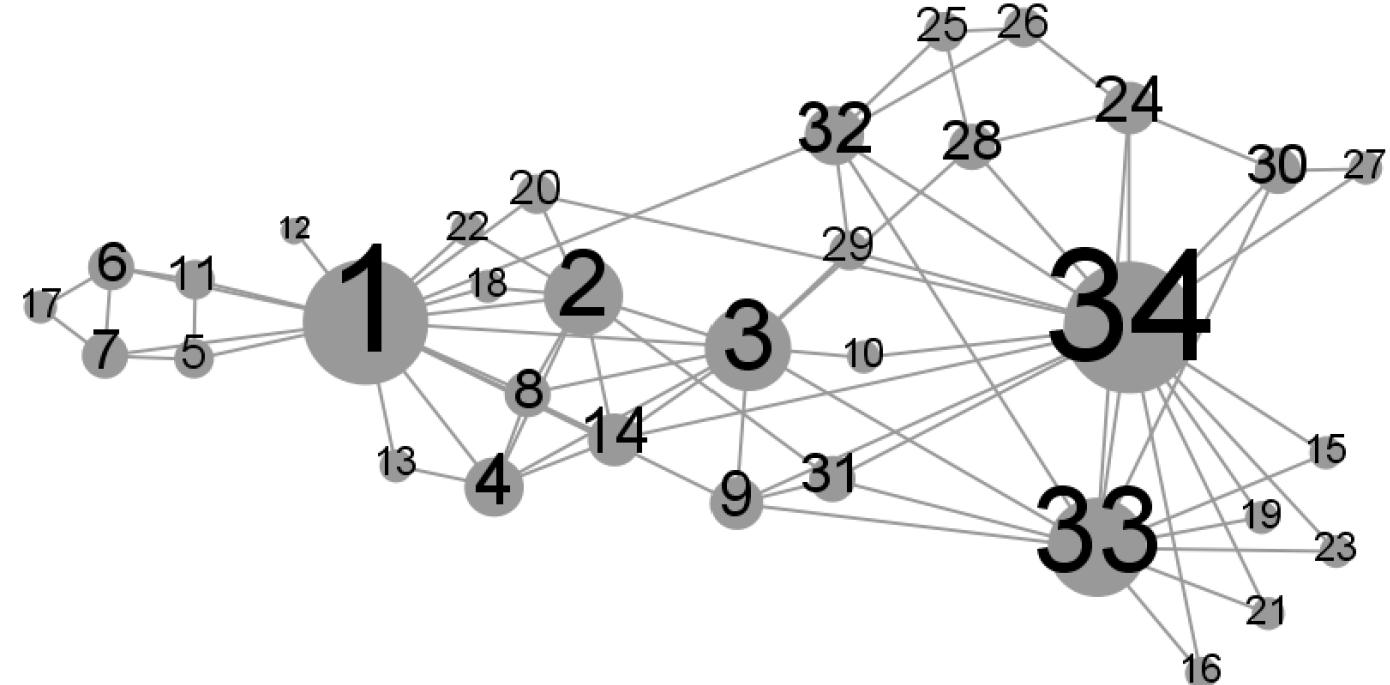
# Šíření informací, viralita

Šíření informací všeho druhu a stejně tak šíření nákaz mají stejnou podstatu a zákonitosti

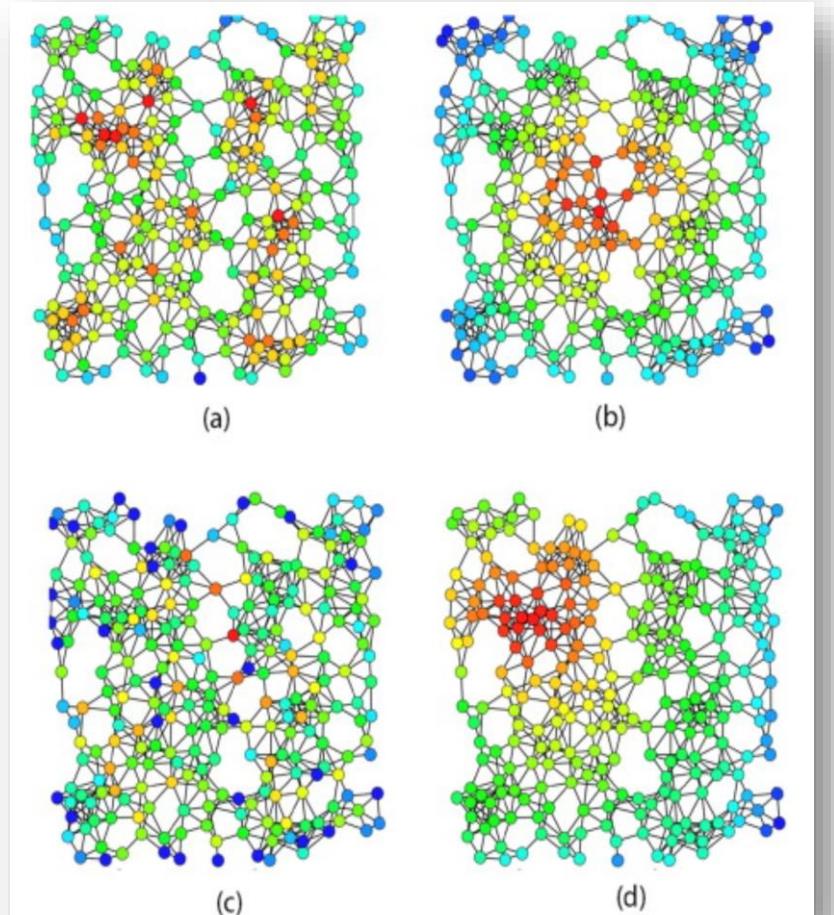


# A budeme měřit...

stupeň vrcholu  
nejkratší cesta mezi  
vrcholy  
průměr sítě  
shlukovací koeficient



# Není důležitost jako důležitost



(a) Stupeň

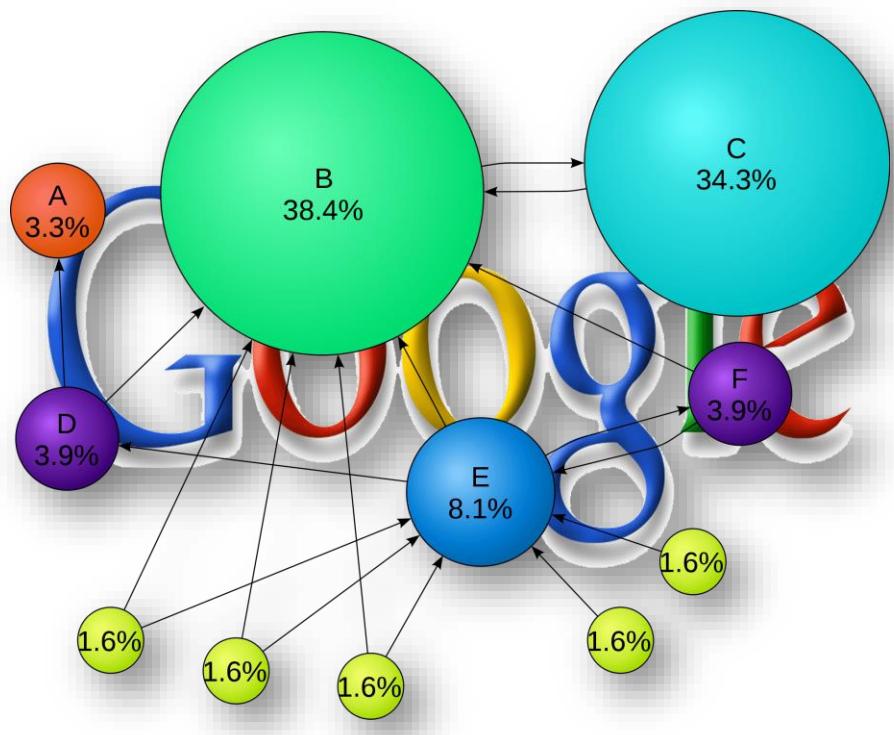
(b) Closeness

(c) Betweenness

(d) Vlastní vektor

# PageRank: pochopili, jak sítě fungují

Larry Page and Sergey Brin (1999)



$$\text{PageRank of site} = \sum \frac{\text{PageRank of inbound link}}{\text{Number of links on that page}}$$

# Vizualizujme to...

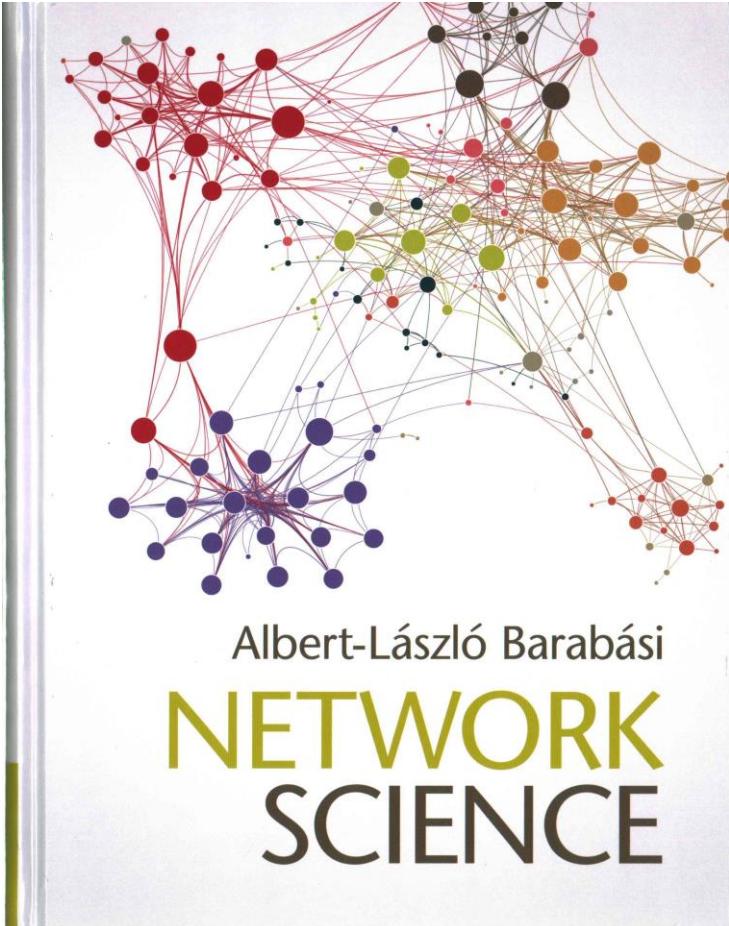
Použijme vhodný nástroj, např.

## GEPHI

The Open Graph Viz Platform

<https://gephi.org/>

# Network Science



<http://networksciencebook.com/>

Disciplína zaměřená na analýzu sítí kombinující

Sociologii, biologii apod.  
dodávají data a interpretují výsledky

Fyziku  
zkoumá vlastnosti, procesy a dynamiku

Matematiku  
poskytuje teorii grafů a další nástroje, zejména pravděpodobnost a statistiku

Informatiku a data mining  
zabývá se předzpracováním dat, algoritmy a výpočty, efektivním ukládáním  
rozsáhlých dat a jejich analýzou

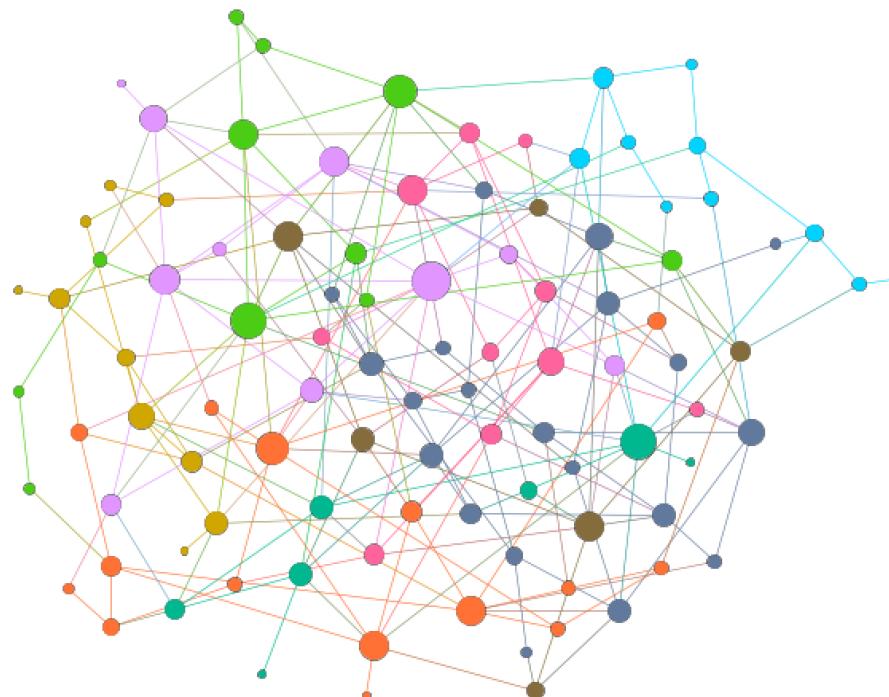
Potřebujeme zkoumat vlastnosti sítí...

....abychom zjistili odpovědi na otázku „proč jsou věci tak, jak jsou“

náhodná síť  
malý svět a bezškálovost  
komunitní struktura

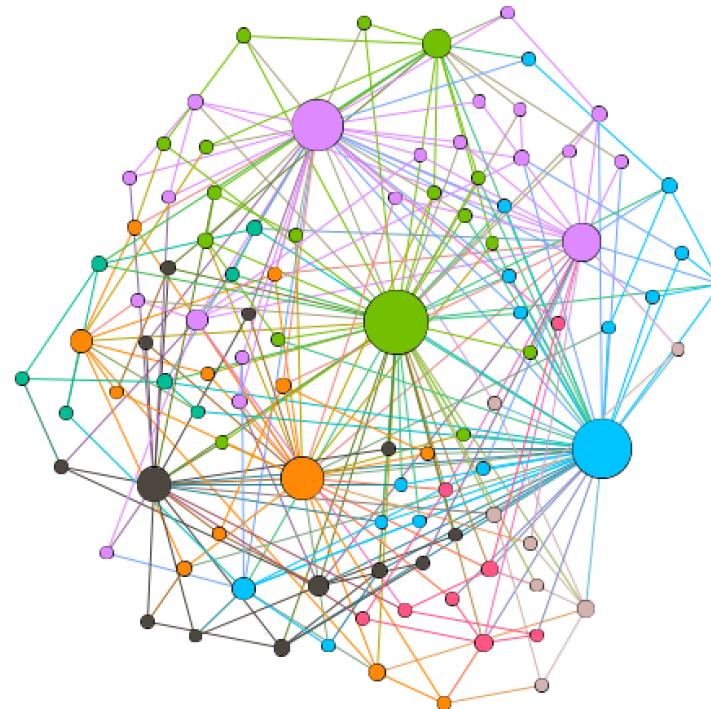
# Erdős–Rényi model

Hrany mezi vrcholy vznikají se stejnou (předem známou) pravděpodobností



# Barabási–Albert model

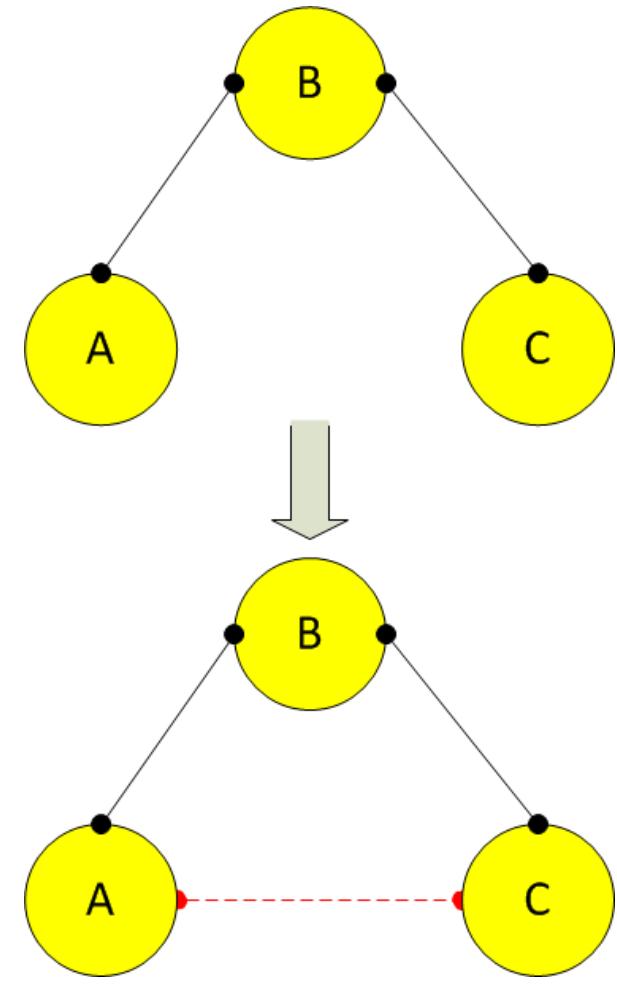
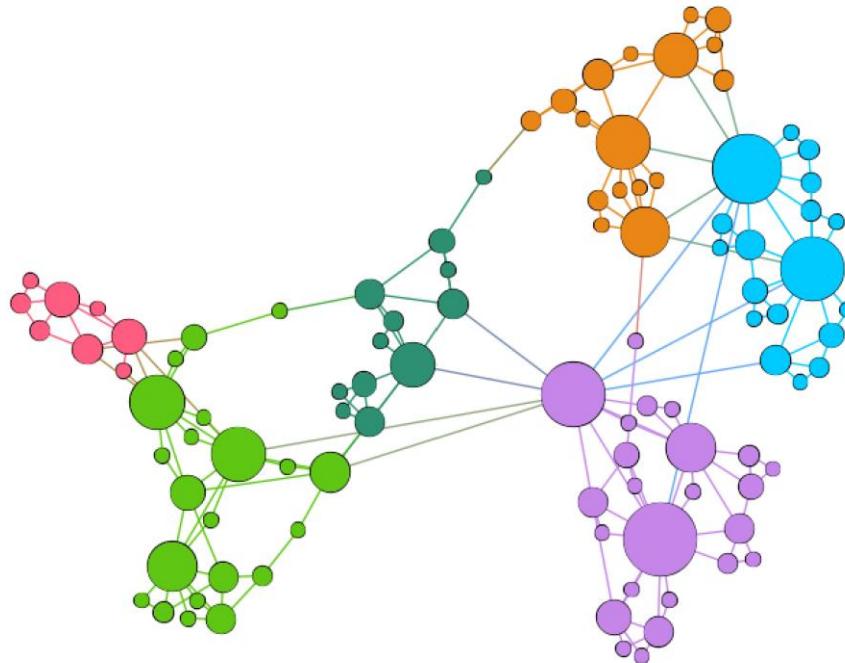
Nový vrchol se v síti spojuje přednostně s vrcholy s vyšším stupněm  
s pravděpodobností odpovídající stupni vrcholu



# Triadic-closure komunitní model

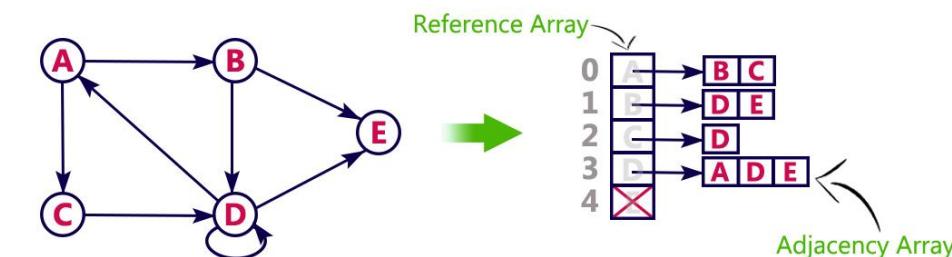
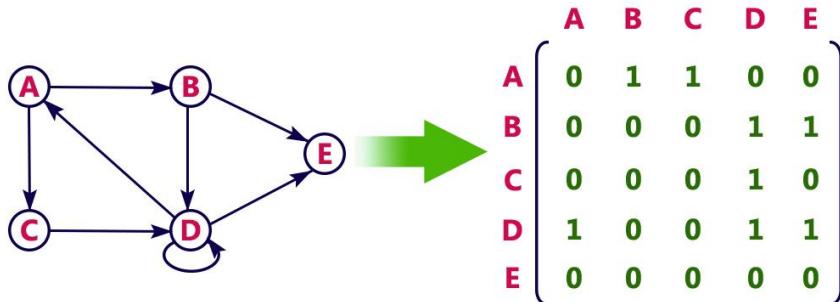
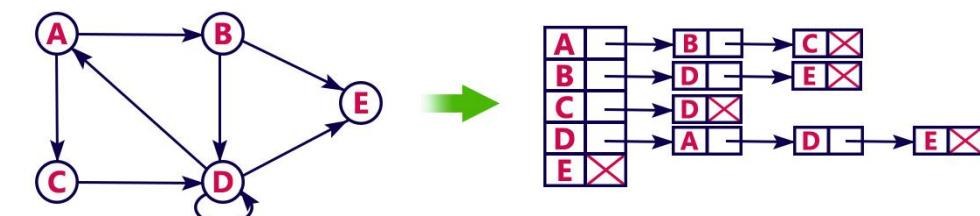
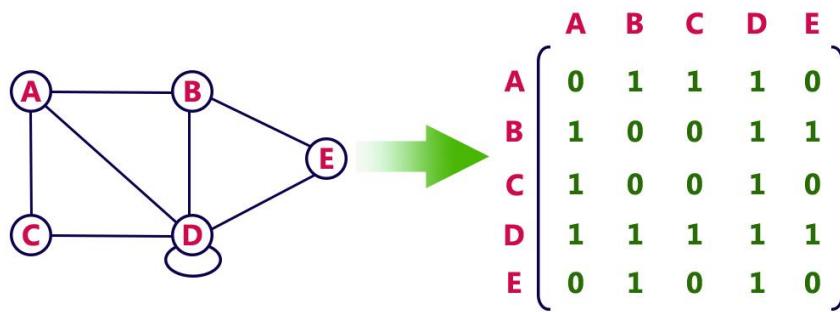
Triadický uzávěr předpokládá, že pokud existují hrany mezi vrcholy B a A a zároveň mezi vrcholy B a C, pak s vysokou pravděpodobností existuje i hrana mezi vrcholy A a C.

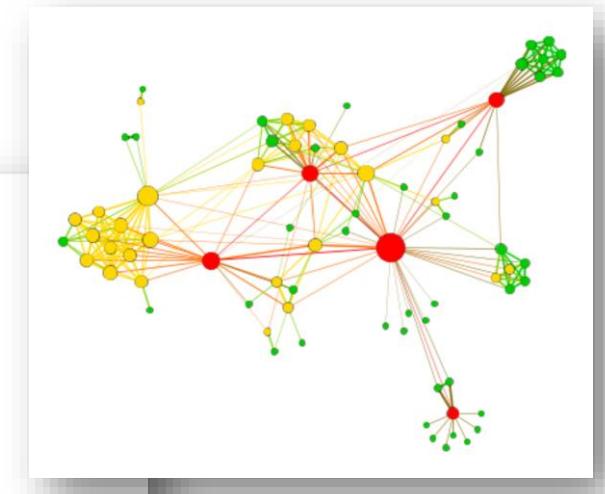
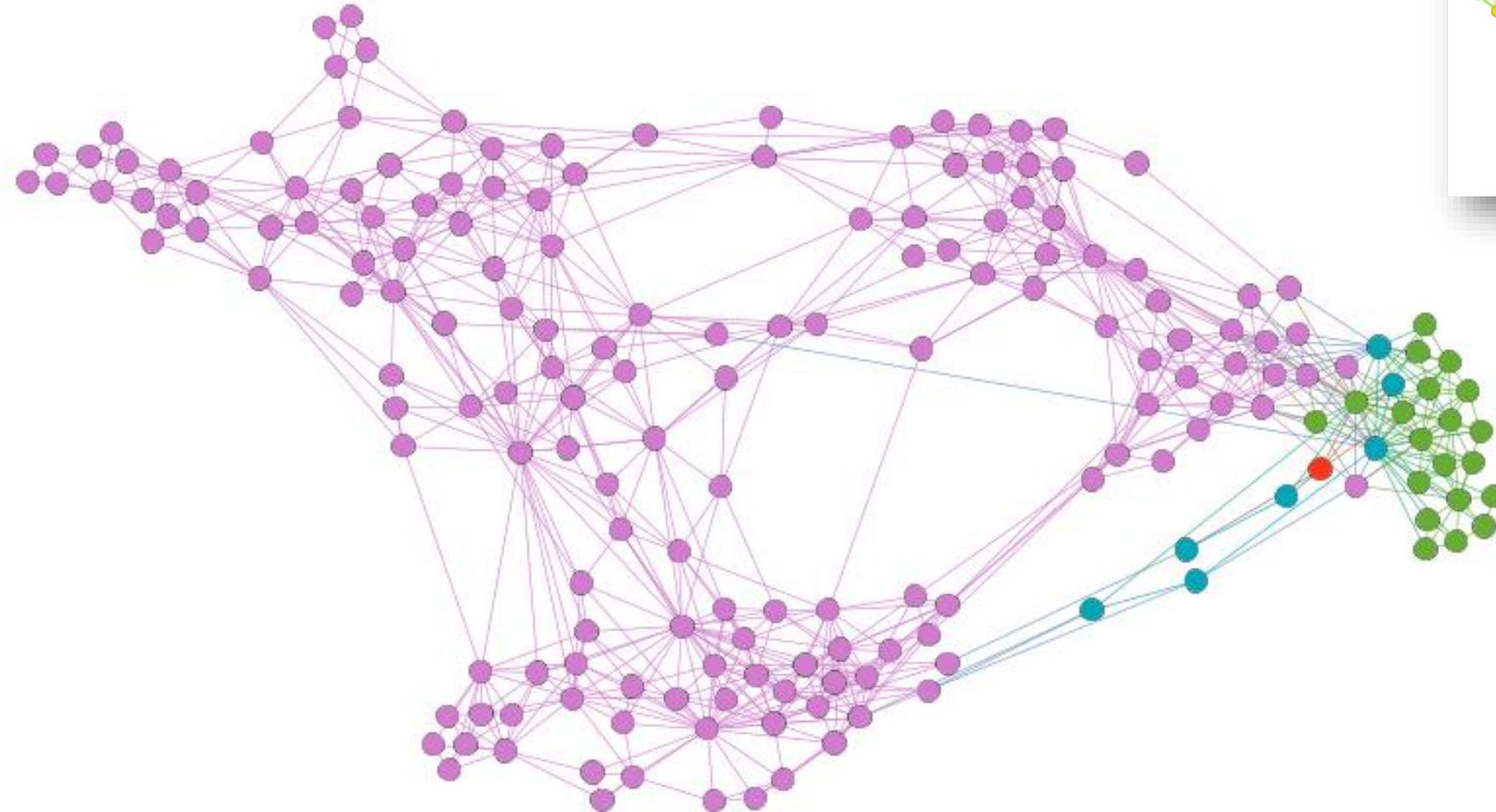
Nový vrchol se v síti spojí s náhodně vybraným vrcholem. Poté se s předem známou pravděpodobností buď připojí k nějakému jeho sousedovi nebo k dalšímu náhodně vybranému vrcholu.



# Co potřebujeme pro algoritmy...

...reprezentovat síť v počítači nějakou datovou strukturou





# Kontrolní otázky – pojmy

- Síť (graf), vrchol (uzel), vazba (hrana)
- Sled, tah, cesta, průměr
- Centralita, stupeň, closeness, betweeness, Pagerank
- Hustota, shlukovací (clustering) koeficient, komunita
- Bezškálovost (scale-freeness), malý svět (small world), triadický uzávěr
- Core-periphery struktura
- Matice sousednosti, seznam (seznamů, polí) sousednosti

# Úkoly

- Nainstalujte si na své počítače systém Gephi.
- Vyzkoušejte si do Gephi načíst alespoň jednu síť a vizualizovat ji.
- Zjistěte prostřednictvím Gephi některou z probíraných vlastností (např. průměrný stupeň).

# Ke čtení

- Barabási, A. L. (2014). *Network Science*. Cambridge University Press (online <http://networksciencebook.com>).
  - Kapitoly 1 a 2.
  - Kapitoly 3, 4, 5, 9 (jen lehoučce).
- Pojmy lze najít i na *Wikipedii*.