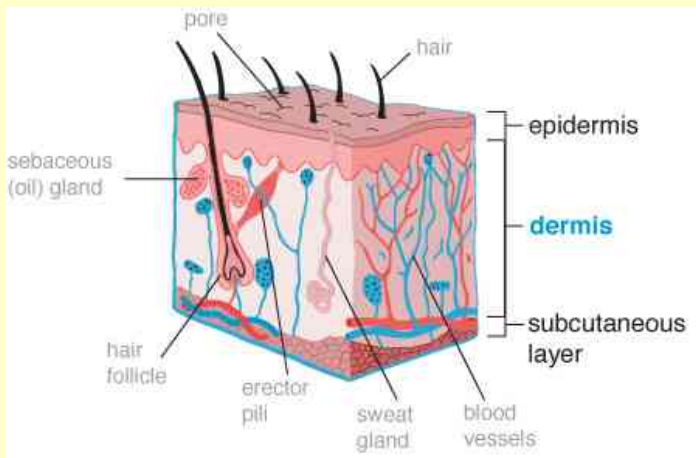

Fertőzés: **hálózatok háborúja földön, vízen, levegőben**

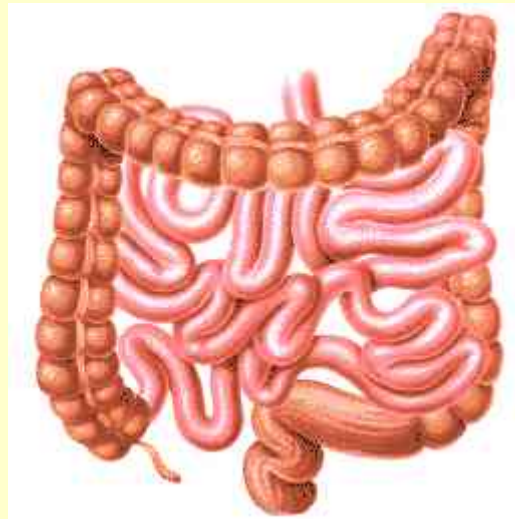
Dr. Maszárovics Zoltán
Eger

földön
bőr

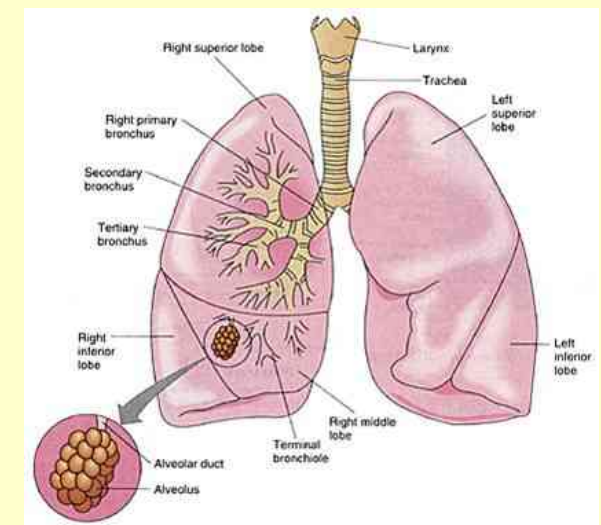


vízben

béltraktus, folyadékok



levegőben
légutak



Miért éppen a hálózatok?

- Internet
- Városokat összekötő útvonalhálózatok
- Elektromos hálózatok
- Vízvezetékrendszerek
- Társadalmi hálózatok



- Infektológusok és mikrobiológusok szakmai hálózata
- Baktériumok fehérjekölcsönhatás hálózata
- Immunrendszer összetevőinek hálózatos működése
- Járványok és mikróbák terjedése az emberi hálózatokban

Néhány fogalom

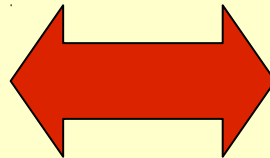
Hálózatok – csomópontok és összeköttetések

Fraktálok – önhasonló matematikai rendszerek

Skálafüggetlen eloszlás

Erős és **gyenge** kapcsolatok

Poisson*-eloszlás
(véletlen)



skálafüggetlen
eloszlás
(véletlen?)

***Siméon Denis Poisson**, francia matematikus, fizikus (1781-1840)

Hálózatok fázisai

Random gráf

Kisvilág – a csomópontok skálafüggetlen fokszámeloszlása

Rács vagy csillagháló

Subgráfokra esés (alhálózatok szétválása)

Kisvilágokban élünk:

Hány és milyen barátom van?

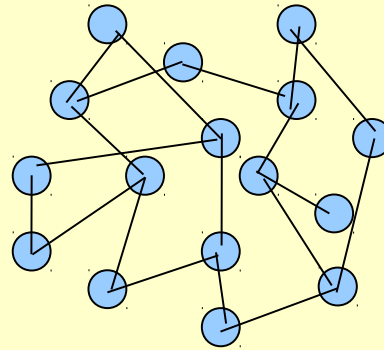
5, 15, 35, 80, 150 ?

Hogyan változik ez, ha baj van?

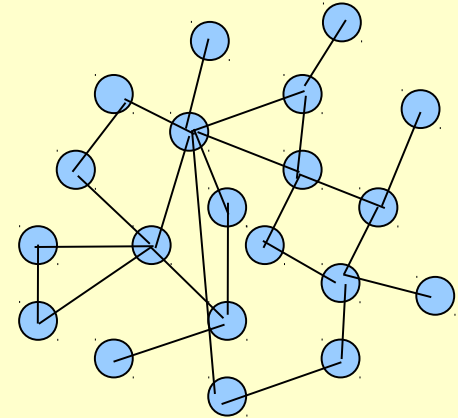


Hálózatok átrendeződése

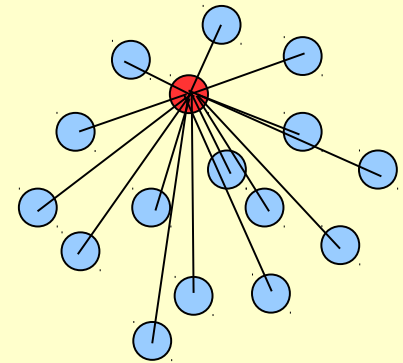
Bőséges források esetén
– random gráf



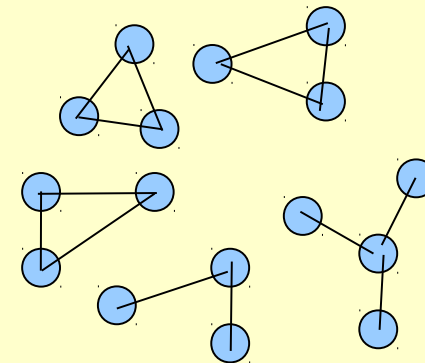
Közepes forrásnál
– kisvilágok kialakulása



Szűkös forrásoknál
– rács, illetve csillagszerkezet



Jelentős **forrásmegvonás**
– a hálózat szétesése
(széthullása) alhálózatokra



Eloszlás neve	Kitevő
<i>Atomi hálózatok</i> Fehérjedomének atomhálózata	1,6-2,5
<i>Molekuláris hálózatok</i> Élesztő génexpressziós hálózata Élesztő fehérje-fehérje kölcsönhatási hálózata E. coli baktérium anyagcsere hálózata Emberi fehérje-fehérje kölcsönhatási hálózata	1,4-1,7 1,5-2,5 1,7-2,2 1,7
<i>Biológiai hálózatok</i> Táplálékláncok (ökoszisztémák) fokszáma	1
<i>Társadalmi hálózatok</i> Tudományos együttműködés megoszlása E-mail üzenetek megoszlása A városok méreteloszlásának Zipf-törvénye Telefonhívások megoszlása Színészek együttes fellépése A vagyon eloszlás Pareto-törvénye Emberi szexuális kapcsolatok gyakoriságmegoszlása A tudományos produktivitás Lotka-törvénye	1,2-2,5 1,5-2 2 2,1-2,3 2-3 3,2-3,4 2
<i>Információs hálózatok</i> www (be- és kimenő kapcsolatok gyakoriságmegoszlása) Szavak együttes előfordulása Tudományos idézettség megoszlása	2,1-2,7 2,7 3
<i>Technológiai hálózatok</i> Számítógépes programcsomagok szerkezete Internet szerkezete Elektromos mikroáramkörök kapcsolatrendszere Áramhálózatok szerkezete	1,4-1,6 2,5 3 4

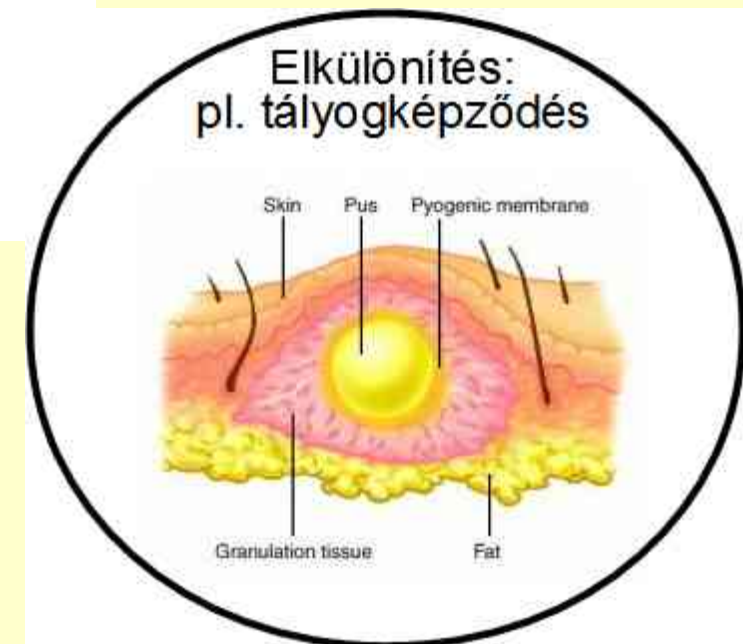
$$V=k T^{-\alpha}$$

Ha egy hálózatban zavar jelentkezik

Stabilizálás (pl. orvosok, jogászok, törvények)

Elkülönítés (pl. kórházak, börtönök)

Teljes kapcsolat megszakítás –
leválasztás (pl. halálbüntetés)



Milyen környezetben élünk?

Fák

Viharok – időjárás

Természetes anyagok felépítése

Városok – házak

Társadalmi hálózatok

Zeneművek

Irodalmi alkotások

Játékok



A hálózat relaxációja – katarzis, taps vagy éppen poliklonális immunglobulinok?

Hálózataink (skálafüggetlen)

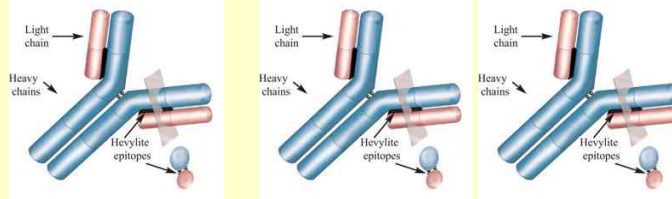
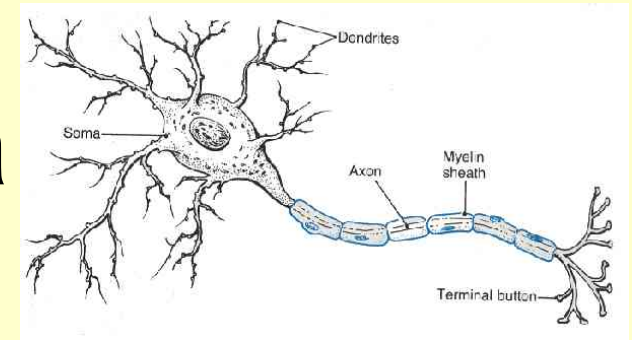
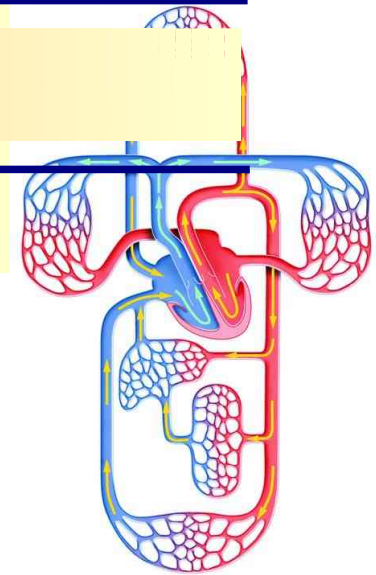
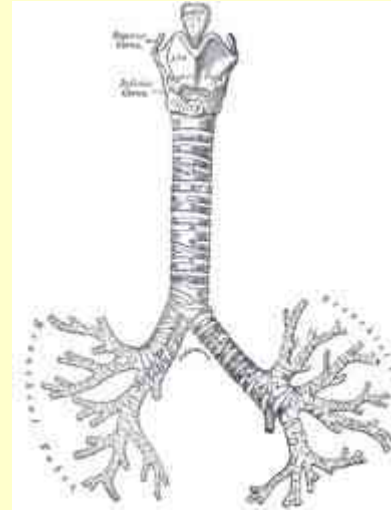
Érrendszer

Bronchusok és alveolusok

Neuronok és azok hálózata

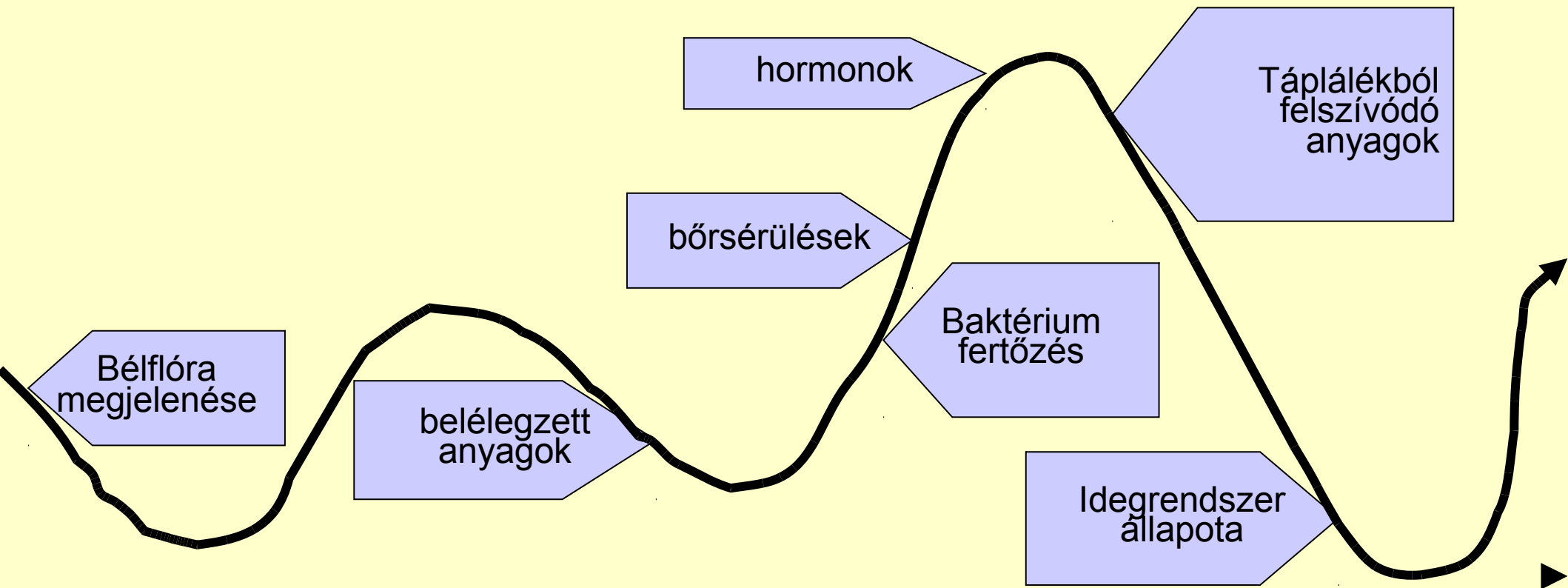
Immunrendszer sejtjei és fehérjéi

(immunológiai homunkulusz. idiotípusok, természetes autoantitestek)



Skálafüggetlen eloszlás

Járványok – háborúk – viharok



Infekciók egy ember élete során?

(Minden egyes antibiotikum homogenizálja a velünk találkozó baktériumokat.)

Skálafüggetlen eloszlás

May RM, Lloyd AL. „Infection dynamics on **scale-free networks**” Phys Rev E Stat Nonlin Soft Matter Phys. 2001 Dec;64(6 Pt 2):066112. Epub 2001 Nov 19.

Wen-Jie Bai, Tao Zhou, Bing-Hong Wang „Immunization of susceptible–infected model on **scale-free networks**” Physica A 384 (2007) 656–662

Altwasser R, Linde J, Buyko E, Hahn U, Guthke R. „Genome-Wide Scale-Free Network Inference for Candida albicans.” Front Microbiol. 2012;3:51. Epub 2012 Feb 16.

Estrada E, Kalala-Mutombo F, Valverde-Colmeiro A. „Epidemic spreading in networks with nonrandom long-range interactions.” Phys Rev E Stat Nonlin Soft Matter Phys. 2011 Sep;84(3-2):036110. Epub 2011 Sep 16.

Stelzer M, Sun J, Kamphans T, Fekete SP, Zeng AP. „An extended bioreaction database that significantly improves reconstruction and analysis of genome-scale metabolic networks.” Integr Biol (Camb). 2011 Nov;3(11):1071-86. Epub 2011 Sep 27.

Isham V, Kaczmarska J, Nekovee M. „Spread of information and infection on finite random networks.” Phys Rev E Stat Nonlin Soft Matter Phys. 2011 Apr;83(4 Pt 2):046128. Epub 2011 Apr 28.

Dubé C, Ribble C, Kelton D, McNab B. „Estimating potential epidemic size following introduction of a long-incubation disease in scale-free connected networks of milking-cow movements in Ontario, Canada.” Prev Vet Med. 2011 May 1;99(2-4):102-11. Epub 2011 Mar 9.

Castellano C, Pastor-Satorras R. „Thresholds for epidemic spreading in networks.” Phys Rev Lett. 2010 Nov 19;105(21):218701. Epub 2010 Nov 17.

Korosoglou P, Kittas A, Argyrakos P. „Spreading of infection in a two species reaction-diffusion process in networks.” Phys Rev E Stat Nonlin Soft Matter Phys. 2010 Dec;82(6 Pt 1):061122. Epub 2010 Dec 14.

Schwarzkopf Y, Rákos A, Mukamel D. „Epidemic spreading in evolving networks.” Phys Rev E Stat Nonlin Soft Matter Phys. 2010 Sep;82(3 Pt 2):036112. Epub 2010 Sep 24.

Bisanzio D, Bertolotti L, Tomassone L, Amore G, Ragagli C, Mannelli A, Giacobini M, Provero P. „Modeling the spread of vector-borne diseases on bipartite networks.” PLoS One. 2010 Nov 12;5(11):e13796.

Sanz J, Floría LM, Moreno Y. „Spreading of persistent infections in heterogeneous populations.” Phys Rev E Stat Nonlin Soft Matter Phys. 2010 May;81(5 Pt 2):056108. Epub 2010 May 25.

Nian F, Wang X. „Efficient immunization strategies on complex networks.” J Theor Biol. 2010 May 7;264(1):77-83. Epub 2010 Jan 18.

Ahol a világháló és az influenza találkozik:



Gyakorlatilag folyamatos hálózatátmenetben élünk! (a források és a hálózatzavar mértékétől függően)

Politikai rendszer (skálafüggetlen – csillag – skálafüggetlen – random? alhálózatokra esés?)

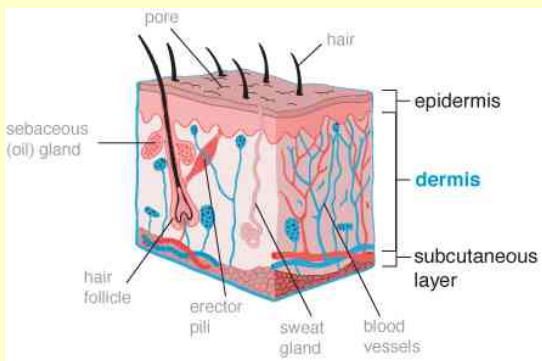
Egészségügyi rendszer (csillag – minisztérium – skálafüggetlen? - GYEMSZI)

Oktatás (állami iskolák – önkormányzati – állami? - vegyes finanszírozás)

Nyugdíjpénztárak (állami – pénztárak – állami - csillagskálafüggetlencsillag?)

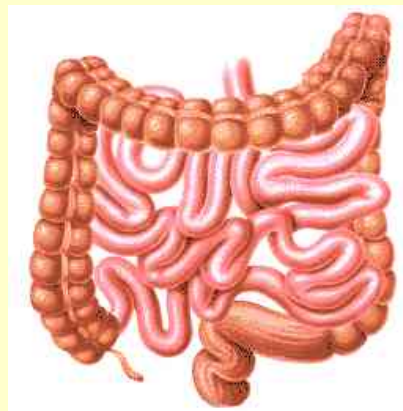
földön

bőr



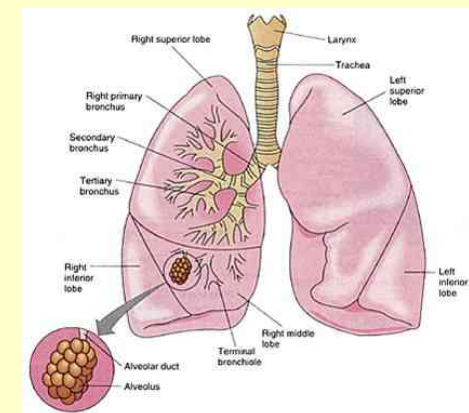
vízben

béltraktus, folyadékok



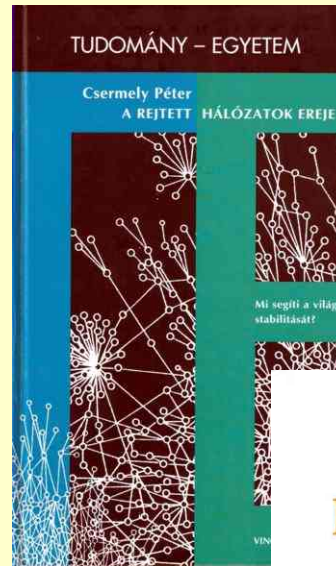
levegőben

légutak

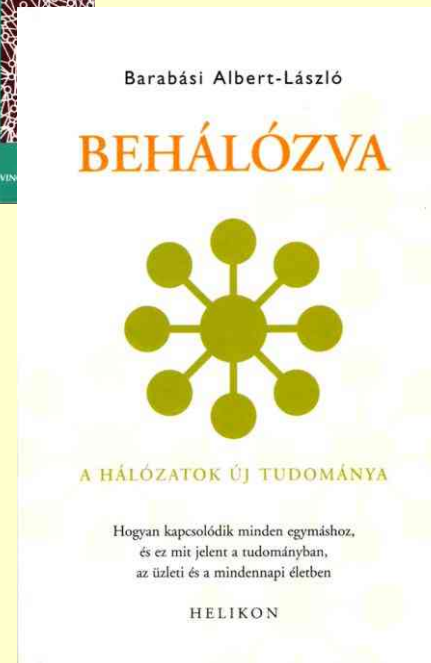


Ajánlott irodalom:

Csermely Péter:
A rejtett hálózatok ereje



Barabási Albert László:
Behálózva



Barabási Albert László:
Villanások

