



Eredmények kezelése és megjelenítése

Számítógép-hálózatok

Dr. Lencse Gábor
egyetemi tanár

Széchenyi István Egyetem, Távközlési Tanszék
lencse@sze.hu



Tartalom

- Eredmények kezelése
- Eredmények megjelenítése
 - Ábrázolási módok
 - Trükkök
- Gyakorlati példák

EREDMÉNYEK KEZELÉSE

Miért érdekes?

- Számos esetben kell eredményeket mások számára megmutatnunk, például:
 - Mérési jegyzőkönyv
 - TDK dolgozat, szakdolgozat
 - Tudományos publikáció
 - Termék leírása

Eredmények kezelése

- Az eredmények származhatnak
 - Mérésből
 - Számításból
 - Szimulációból
- Alapelv:
 - Egy mérés nem mérés!
 - A mérések/kísérletek száma függ a feladattól.
 - Például az RFC 8219 legalább 20 mérést ír elő.

Mérési eredmények „összegzése”

- Több mérés eredményét valahogyan összesítjük:
 - Átlag
 - Medián
- A kapott jellemzőtől való eltérés minősítésére
 - Szórás (a tapasztalati szórás képletét használjuk)
 - Minimum/maximum értékek
 - Percentilisek (pl. 10 percentilis és 90 percentilis)
- A teljes eloszlást is jellemezhetjük
 - Például hisztogrammal
 - Ezt meg is fogjuk tanulni! 😊

Egy egyszerű számpélda

minimum ----->	1370	137 1	1100
10 percentilis --->	1390	138 9	1390
	1410	141 1	1410
	1430	142 9	1430
	1450	145 1	1450
medián ----->	1500	1499	1500
	1550	155 1	1550
	1570	156 9	1570
	1590	159 1	1590
90 percentilis --->	1610	160 9	1610
maximum ----->	1630	163 1	1630
	átlag: 1500	1500.09	1475.455
	szórás: 94.34	94.35	150.16

A számpélda tanulságai

- Átlag (és tipikusan a szórás is)
 - Zajra érzéketlen
 - Kiugró értékre érzékeny
- Medián (és tipikusan a percentilisek is)
 - Zajra érzékeny
 - Kiugró értékre érzéketlen

Eredmények „pontossága”

- Hány tizedesjegyet tüntessünk fel?
- Példa
 - Valamilyen mennyiségre azt kaptuk, hogy:
 - átlag: 8,4786
 - szórás: 1,2345
 - Mi az utolsó két tizedesjegy értelme?
 - SEMMI!
 - Kerekítsük bátran, például így: 8,48 és 1,23

EREDMÉNYEK MEGJELENÍTÉSE

Milyen eszközeink vannak?

- Ha néhánynál több számérték van:
 - ábrák
 - táblázatok

Egy ábra alaki kellékei

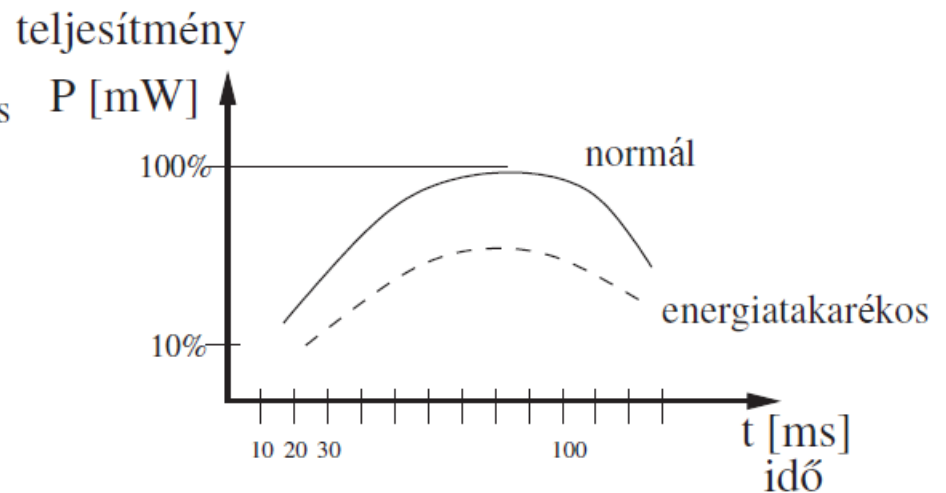
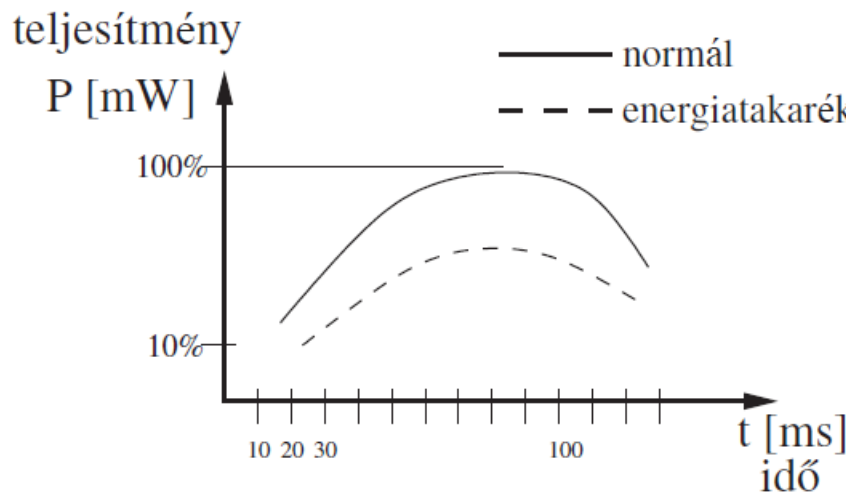
- Például egy grafikon esetén
 - cím (képaláírás): mit látunk az ábrán
 - tengelyfeliratok, mértékegységek
 - tengelyeken egységek bejelölése; derüljön ki, hogy lineáris vagy logaritmikus skálát használunk
 - ha több jellemzőt is ábrázolunk: melyik grafikon mit jelent
 - hasznos a *nevezetes értékek* (min/max hely, inflexiós pont, stb.) koordinátáinak feltüntetése.

Általános szempontok

- A grafikus megjelenítés jobban áttekinthető, mint a táblázatos, de nem helyettesíti azt.
- Az ábrába a maximális mennyiségű információt vigyük be.
- Ugyanakkor az olvasótól minimális erőfeszítést követeljen meg az eredmények áttekintése.
- Az eredmény érvényességére vonatkozó adatok is ott szerepeljenek (az ábrán, vagy az ábra címében).

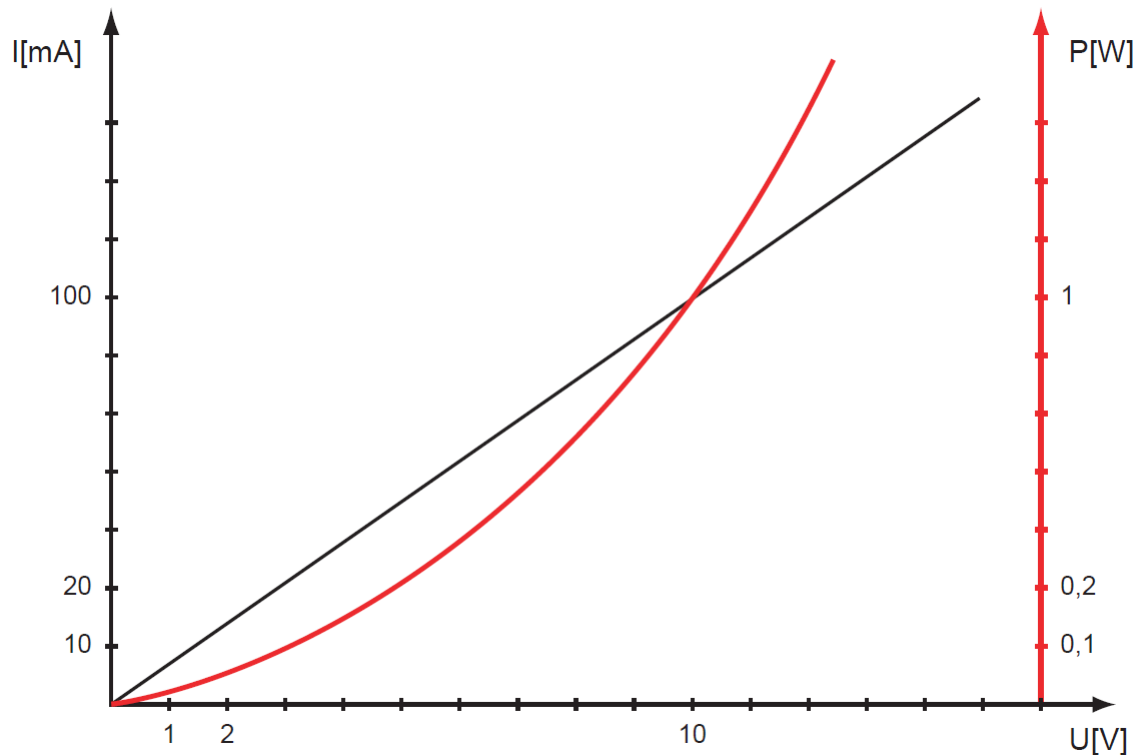
Általános szempontok

- A grafikonok jelentését külön magyarázzuk meg, vagy még jobb, ha az ábrába írjuk.



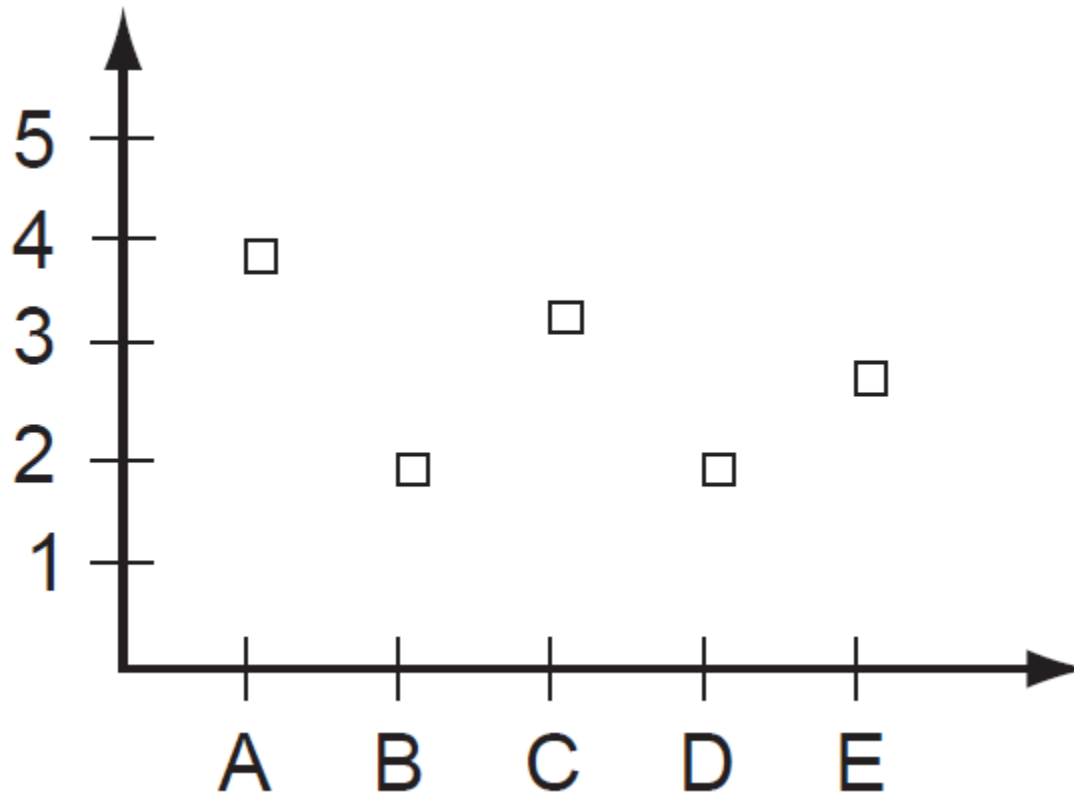
Általános szempontok

- Adott független változó függvényében akár eltérő függő változókat is ábrázolhatunk egy ábrában, de ne legyen az y tengelyen sok skála, legfeljebb kettő.



Általános szempontok

- Ne kössünk össze nem folytonos dolgokat.

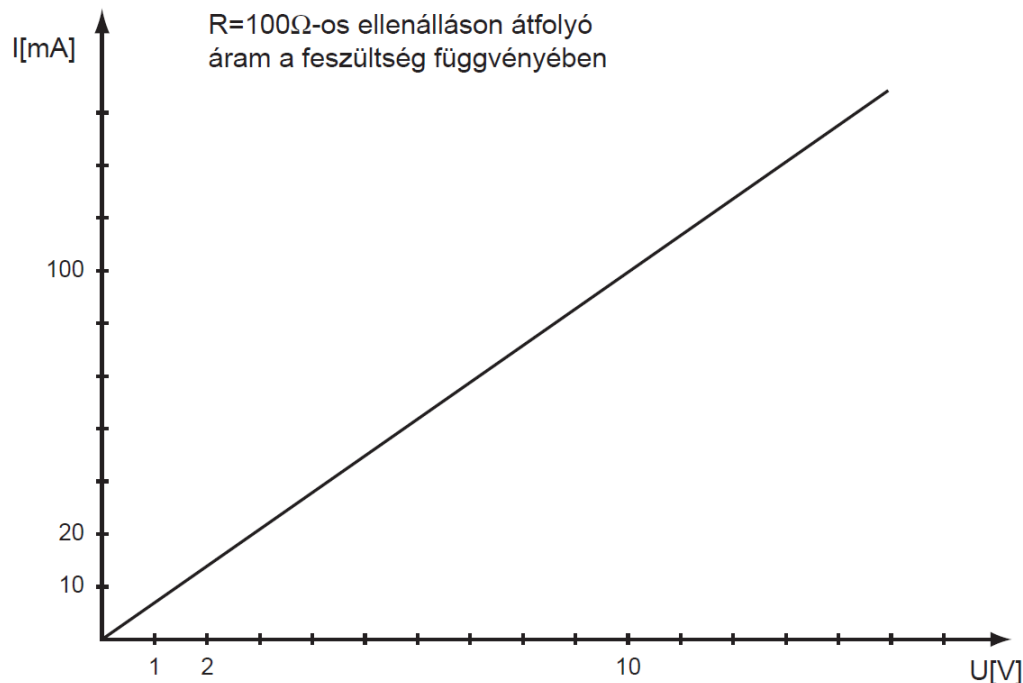


Általános szempontok

- Érdeemes színeket használni, ha erre lehetőség van.
- Színválasztás: háttér és szöveg (rajz) fényereje erősen eltérő legyen.
 - Például sötét háttéren világos ábra **vagy fordítva**
 - **Különböző projektoros kivetítésnél gondokjaink lehetnek**
- Összeillő színeket válasszunk.
 - Színkörbe szabályos sokszöget írunk.
- Ügyeljünk arra, hogy fekete-fehér nyomtatás / fénymásolás után is értelmezhető maradjon a munkánk.
 - Például eltérő vonalvastagság, szaggatott vonal, stb.

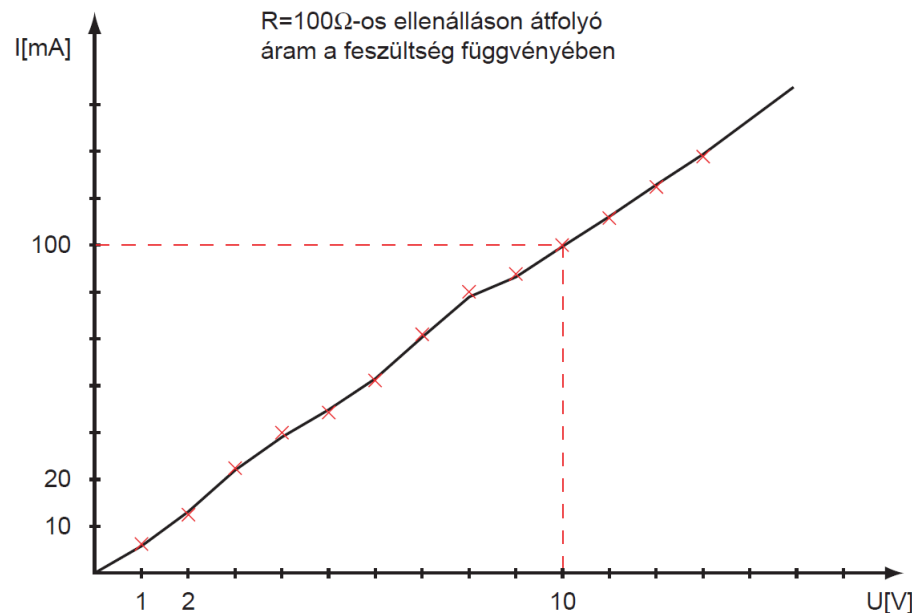
Ábrázolási módok

- Függvény grafikonja
 - Amennyiben az ábrázolni kívánt függvény értelmezési tartománya és értékkészlete (a vizsgált tartományban) *folytonos*, akkor így ábrázolhatjuk:



Függvény grafikonja – folytatás

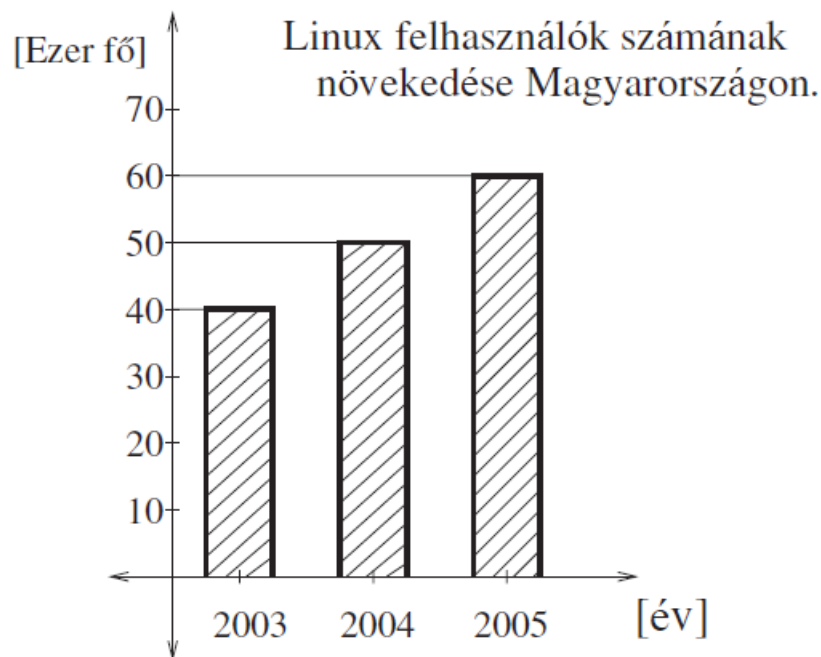
- Ha viszont mérési eredményeket ábrázolunk, akkor csak véges, esetleg kis számú független változó értékre van mért értékünk.
 - Ebben az esetben alkalmazhatunk törtvonalas közelítést, vagy illeszthetünk rá görbét.
 - Ilyenkor hasznos lehet a mérési pontokban kapott értékek megkülönböztetése a többi értéktől.



Ábrázolási módok

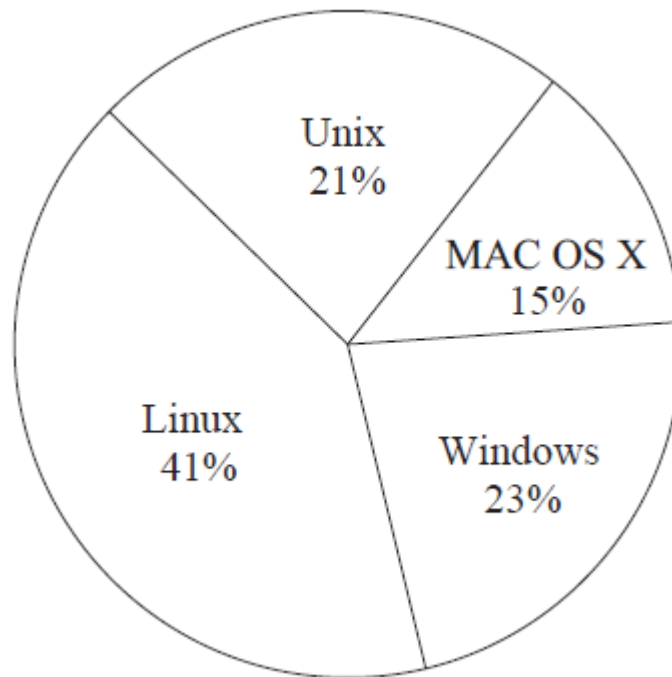
- Oszlopdiagram

- Az oszlopdiagramot olyan függvényeknél célszerű alkalmazni, amikor az értelmezési tartomány nem folytonos, a független változó egymástól egyenlő távolságban található, viszonylag kis számú értéket vesz fel.



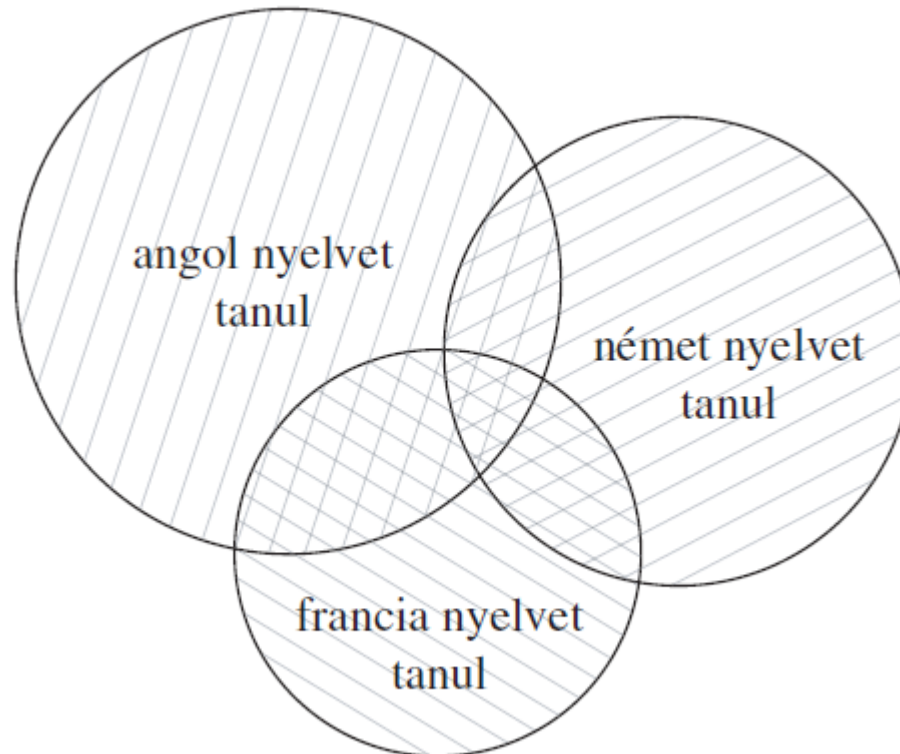
Ábrázolási módok

- Kördiagram
 - A kördiagramot százalékos megoszlás ábrázolására használhatjuk. Az egész kör jelenti a 100%-ot.



Ábrázolási módok

- Venn-diagram
 - Halmazok és a köztük levő relációk ábrázolására használhatjuk a Venn-diagramot.



Ábrázolási módok

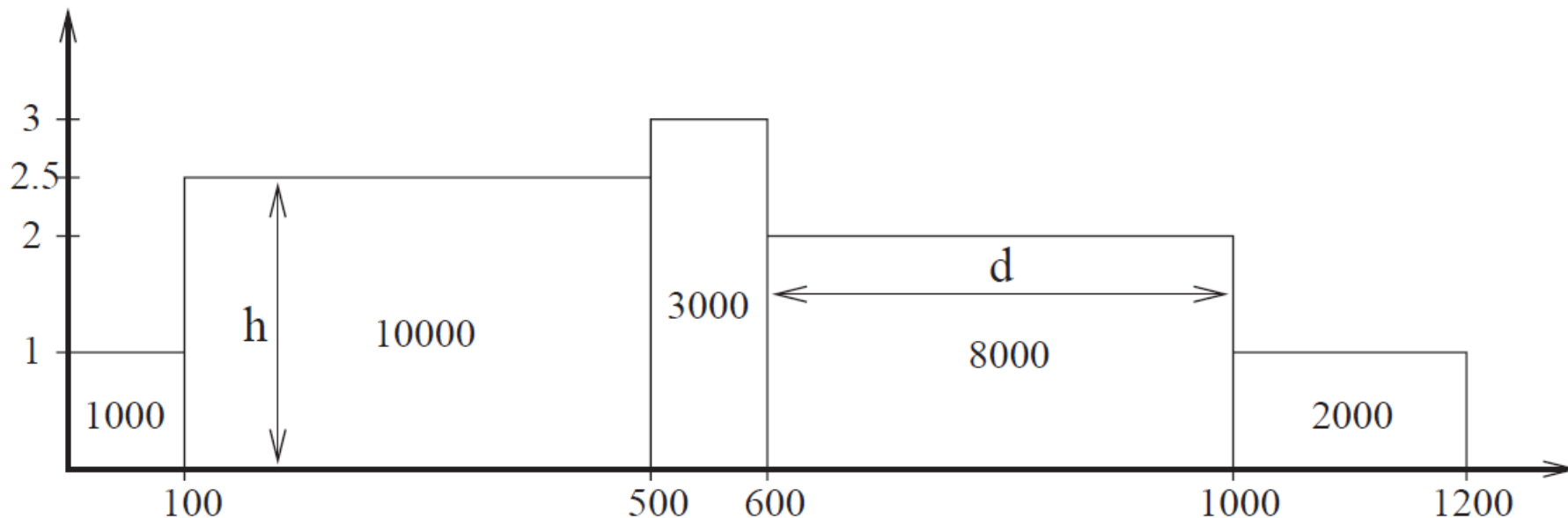
- Hisztogram

- Eloszlásokat szemléletesen jellemezhetünk a valószínűségi sűrűségfüggvényükkel.
 - Amennyiben az eredményeink megfigyelésből származnak, tipikus, hogy az eloszlás jellemzésére egy adott számosságú minta áll rendelkezésünkre.
 - A minta elemeinek egyenkénti megjelenítésénél sok esetben jobb megoldás, ha a mintákból hisztogramot készítünk.
- Hisztogram készítéséhez a megfigyelések lehetséges értékkészletét diszjunkt, és az értékkészletet teljesen lefedő intervallumokra bontjuk.
- Ezeket az intervallumokat *celláknak* nevezzük. A legegyszerűbb esetben a cellák szélessége azonos.
 - Ez nem mindig célszerű választás, sokszor jobb (az eloszlást pontosabban jellemző) eredményt kaphatunk, ha az eloszlás közelítő ismerete alapján a cellahatárokat úgy választjuk meg, hogy az egyes cellákba eső megfigyelések száma közel egyenlő legyen.

Ábrázolási módok

- Hisztogram (folytatás)
 - A hisztogram celláit oszlopokkal (téglalapokkal) ábrázoljuk úgy, hogy az oszlop alapja a hisztogram celláját jelentő szakasz (a cella szélességét jelölje d), magassága pedig h .
 - Az i . cella esetén:
$$h_i = \frac{n_i}{d_i}$$
 - ahol:
 - h_i = az i . cellát ábrázoló oszlop magassága
 - n_i = az i . cellába eső elemek száma
 - d_i = az i . cella szélessége

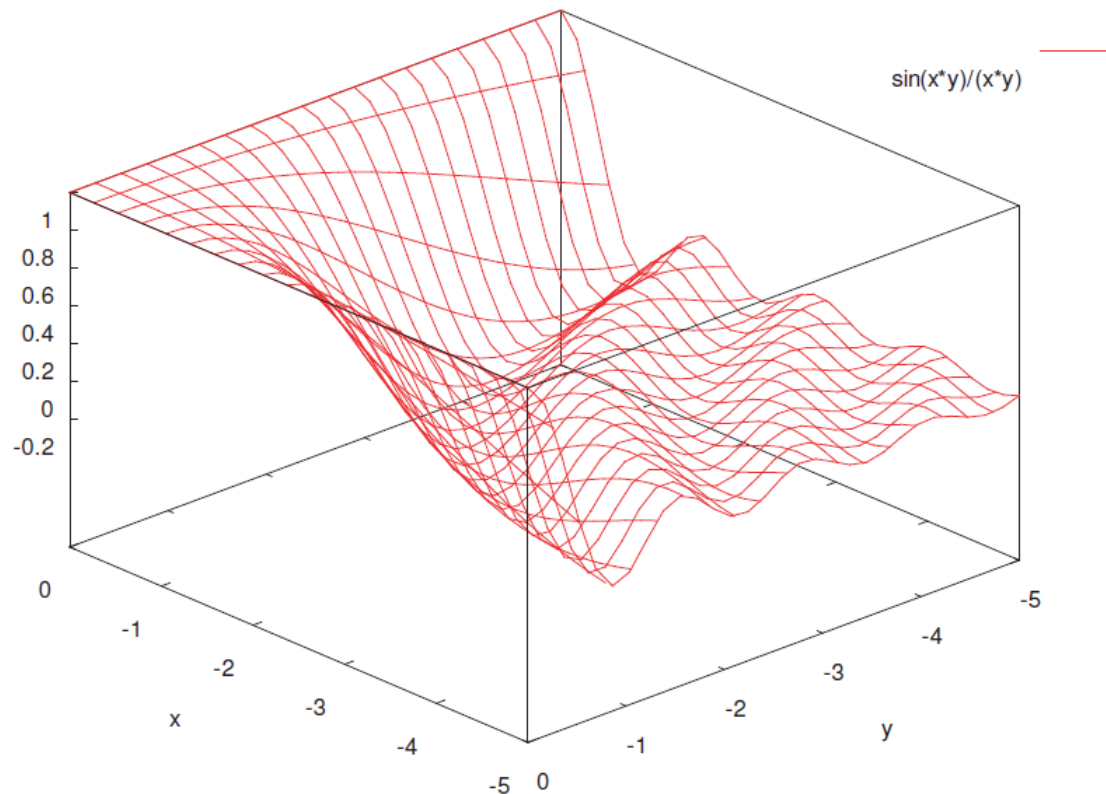
Példa hisztogramra



- Ha egy hisztogramot *normálunk*, azaz a cellák magasságát elosztjuk az összes megfigyelés számával, akkor hisztogram területe 1 lesz: megkapjuk a valószínűségi sűrűségfüggvény közelítését.

Ábrázolási módok

- Kétváltozós függvény ábrázolása felülettel
 - A független változóit egy négyzetháló mentén tekintjük, és ezekre ábrázoljuk a függvény értékét.

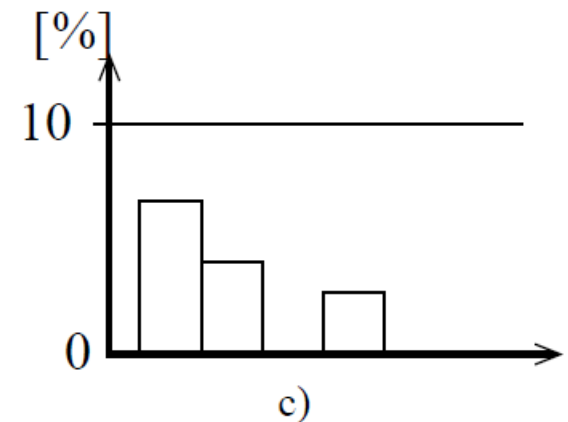
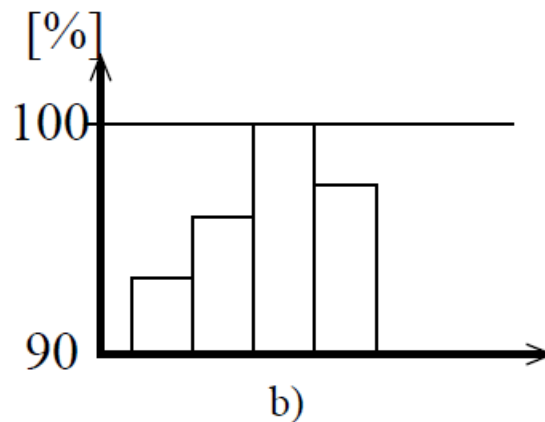
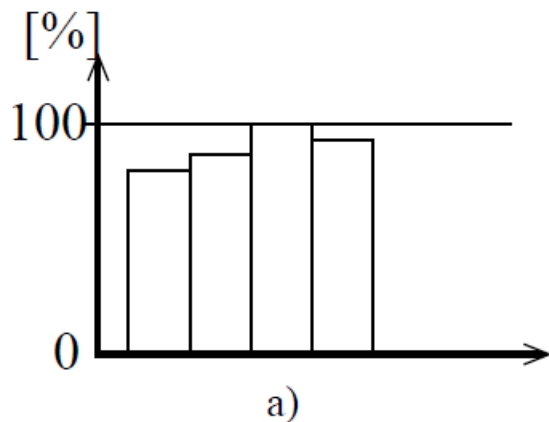


Trükkök

- Mire használhatók?
 1. Valós tartalmú mondanivalók hangsúlyozására
 2. Az olvasó/néző megtévesztésére
- Mi az előbbit javasoljuk
 - És azt is, hogy vegyék észre, amikor mások csálnak!

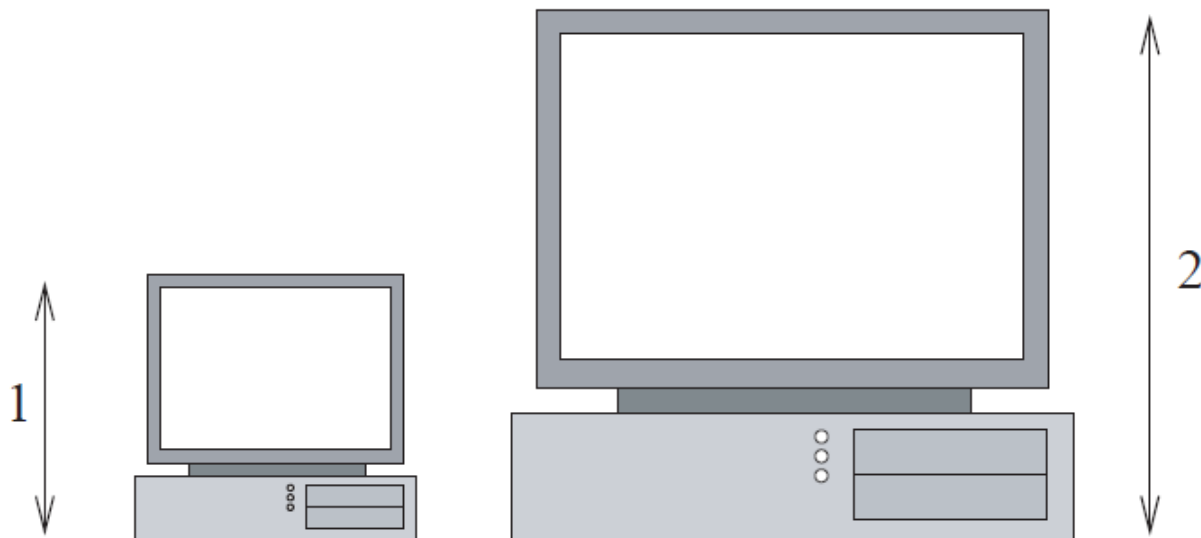
Trükkök

- Ha azt szeretnénk hangsúlyozni, hogy:
 - minden majdnem 100%-os, akkor az ábra „a” részében látható módon a skála 0%-tól 100%-ig terjedjen,
 - ha a különbséget kívánjuk hangsúlyozni, akkor az ábra „b” részében látható módon a skálát nem 0%-tól célszerű indítani.
 - A különbséget hangsúlyozza az ábra „c” része is, ahol azt ábrázoltuk, hogy mennyi kellene a 100%-hoz.



Trükk: különbség felnagyítása

- Összehasonításnál egyenlő szélességű oszlopok helyett az ábrázolandó mennyiséggel lineáris méretben arányos, két dimenziós ábrákat használunk
 - Becsapás, a szemünk területet érzékel!
 - 2x -> 4x arány!



Trükk: relatív jellemzők használata

- A relatív jellemzők használata kifejezetten alkalmas a becsapásra. Például:
 - kerekek száma / ütemek száma



$$4/2=2 > 4/4=1$$



- egy főre jutó űrhajósok száma

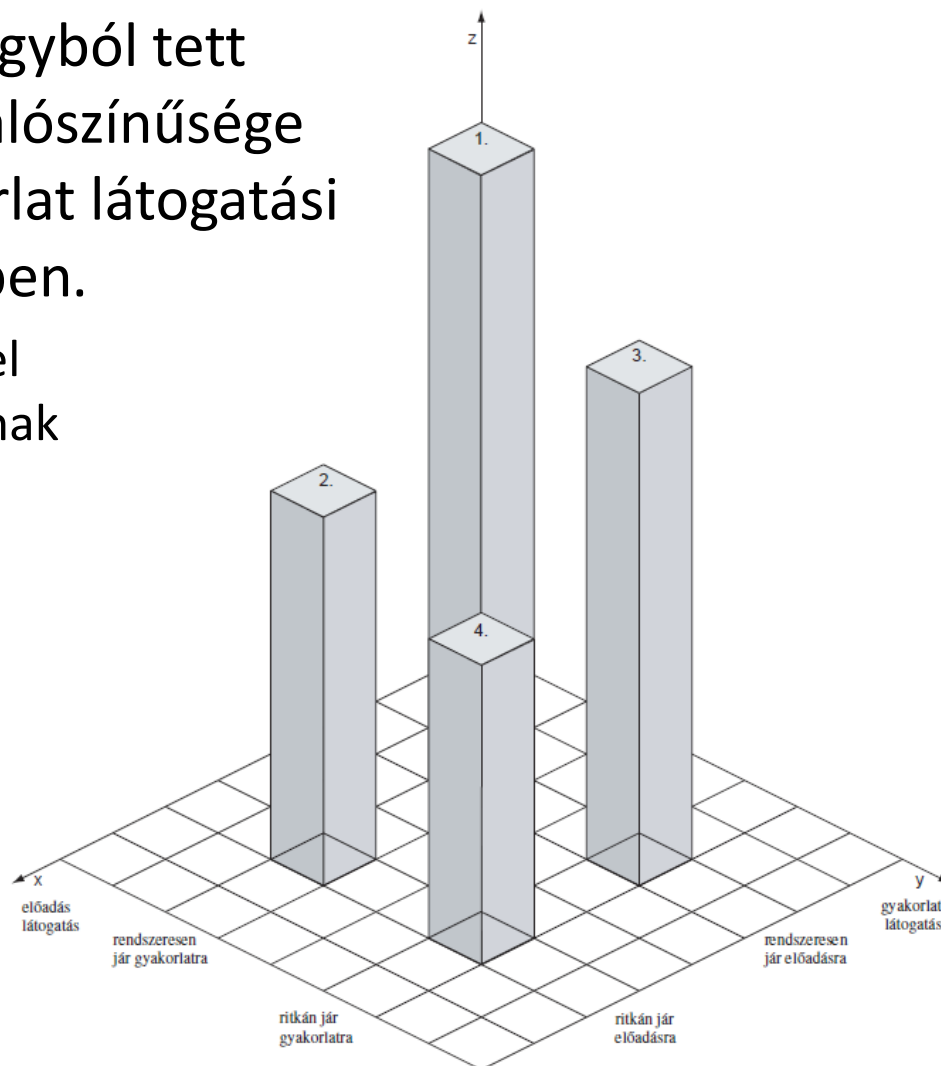


$$1 / 10\,000\,000 > 1 / 20\,000\,000$$



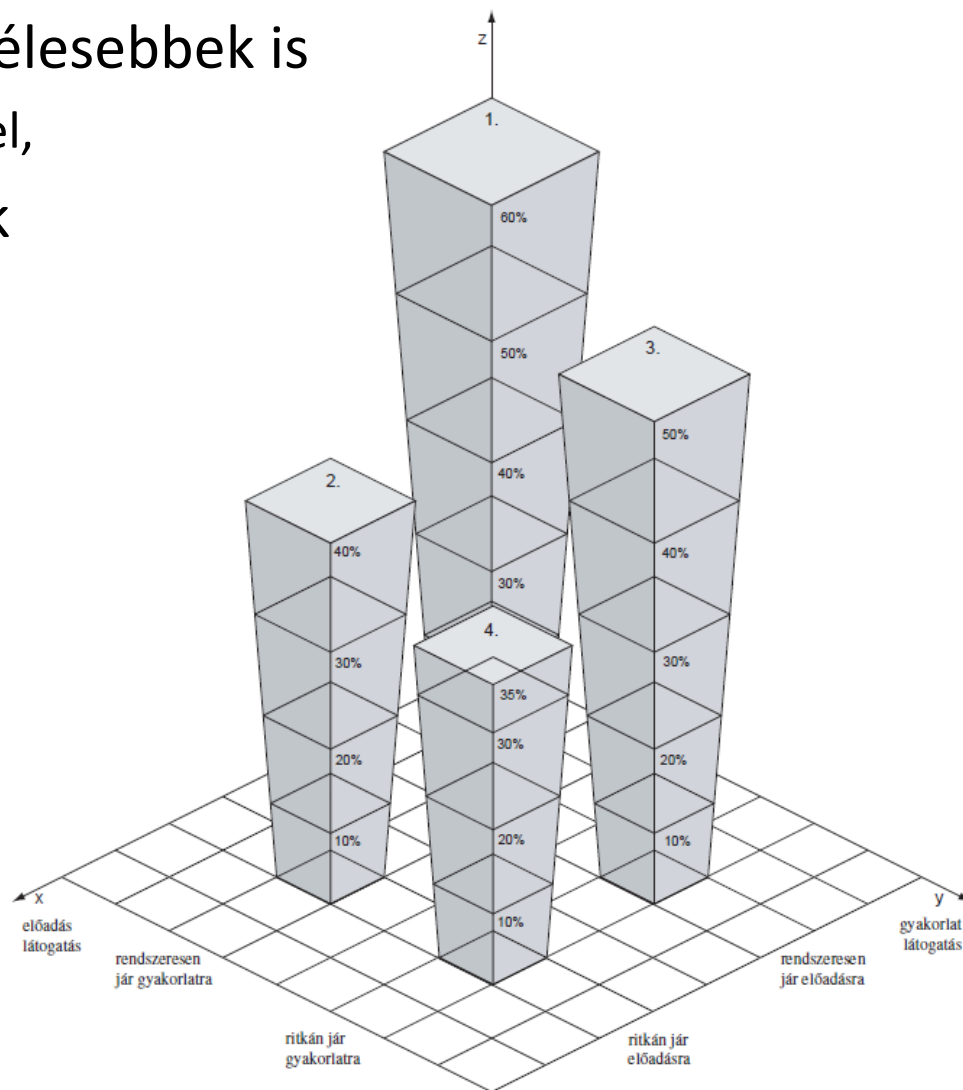
Trükk: oszlopok elhelyezése

- Számítógép-hálózatok tantárgyból tett első vizsga sikerességének valószínűsége a hallgatók előadás és gyakorlat látogatási hajlandóságának függvényében.
 - Akik mindkét helyre becsülettel járnak, toronymagasan kiugranak a többiek közül.
 - Trükk: az ő oszlopuk eleve magasabban kezdődik!



Trükk: perspektíva használata

- A magasabb oszlopok így szélesebbek is
 - és a szemünk területet érzékel,
- A függő változó tengelyének a skálája nem lineáris:
 - a magasabb oszlopok még magasabbnak látszanak!



GYAKORLATI PÉLDÁK

1. példa: átlag +/- szórás és min/max

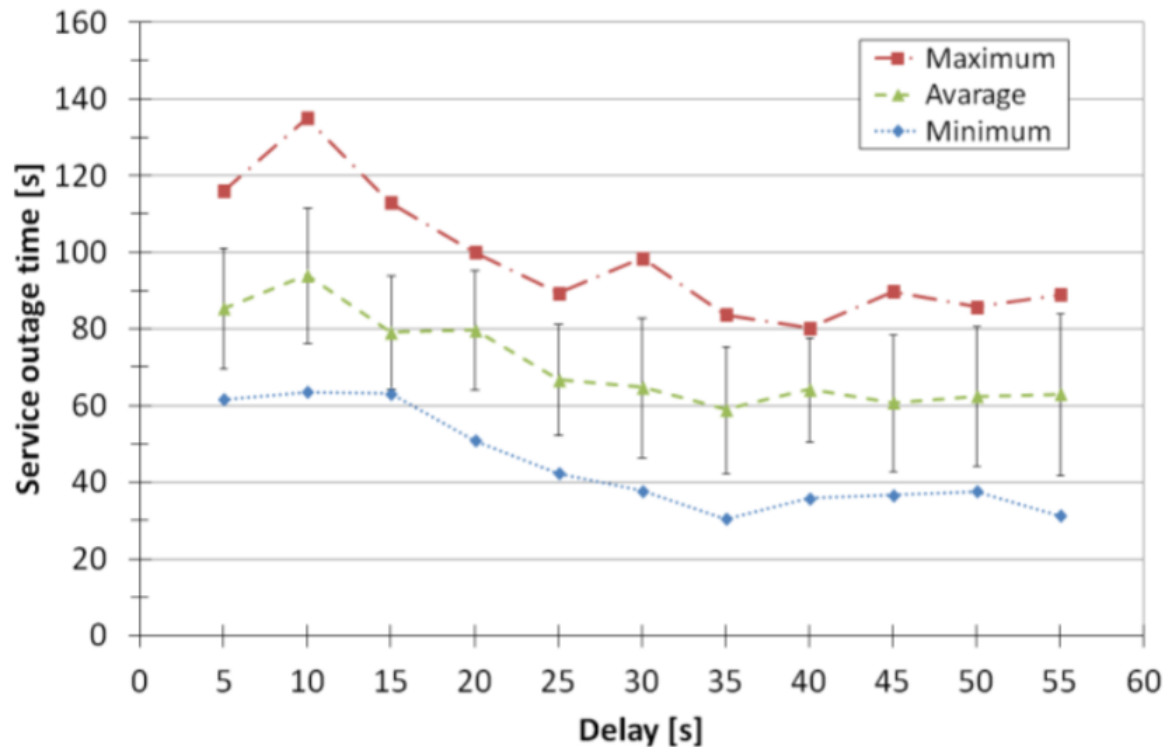


Fig. 5. Service Outage Times in the Function of the Delay from the Last **C-RP-Adv Message** to the Stopping of the **RP** on **xorp2 Router**

G. Lencse and I. Derka, "Investigation of the Fault Tolerance of the PIM-SM IP Multicast Routing Protocol for IPTV Purposes", *Infocommunications Journal*, Vol. V, No. 1. (March, 2013) pp. 21-28.

2. példa: medián és átlag viselkedése

Self-test performance of single-threaded BIND

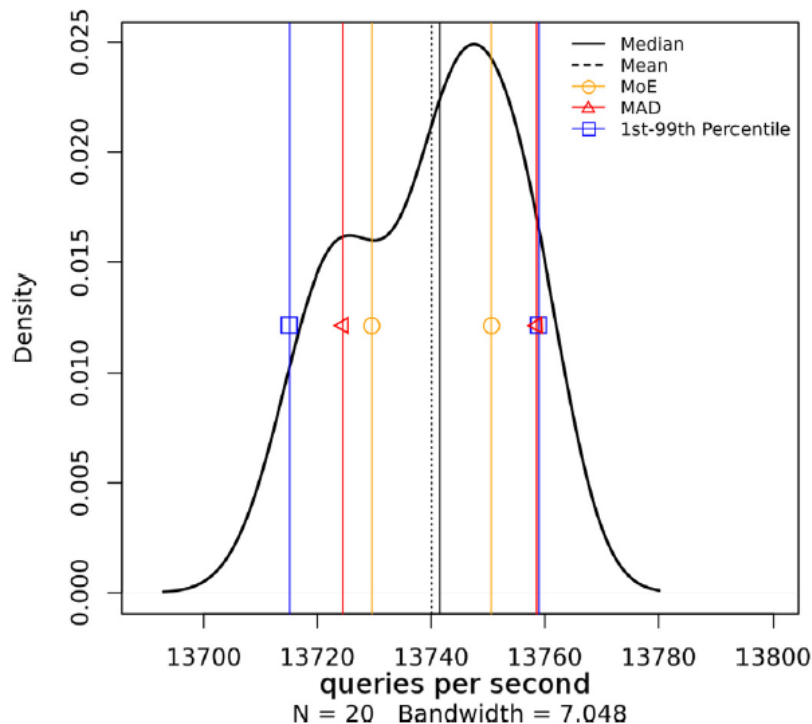


Fig. 4. BIND9 authoritative DNS server performance results: number of successfully answered AAAA record requests per second (single-threaded, 800 MHz CPU clock frequency).

Self-test performance of multi-threaded BIND

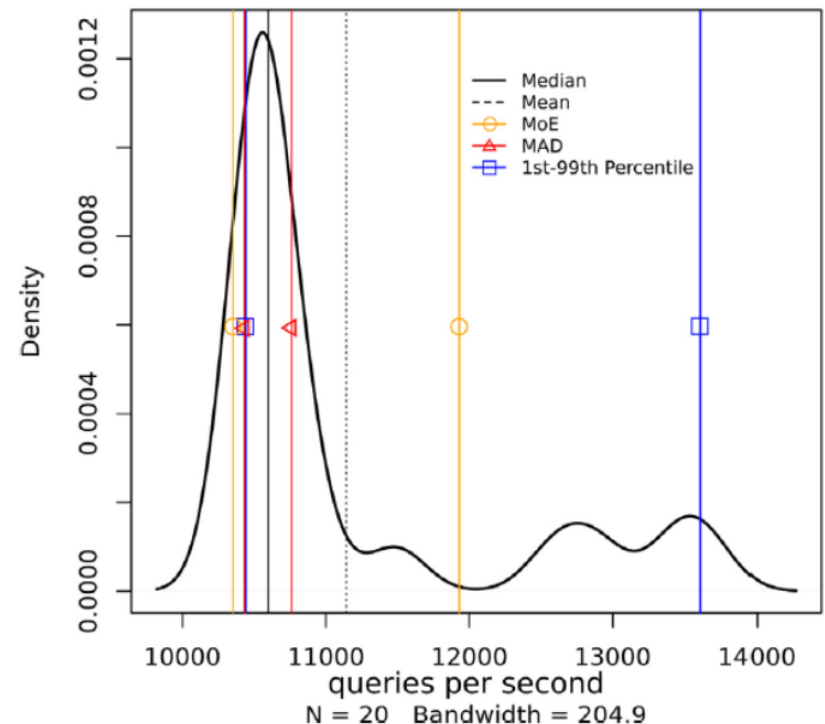


Fig. 5. BIND9 authoritative DNS server performance results: number of successfully answered AAAA record requests per second (multi-threaded, 800 MHz CPU clock frequency).

G. Lencse, M. Georgescu, and Y. Kadobayashi, “Benchmarking methodology for DNS64 servers”, *Computer Communications*, vol. 109, no. 1, pp. 162-175, September 1, 2017, DOI: 10.1016/j.comcom.2017.06.004

Feladatok önálló gondolkozásra

- Milyen trendet látunk az ábrán?
- Hány grafikon van összesűrítve?
- Vajon mit jelentenek a hibasávok?

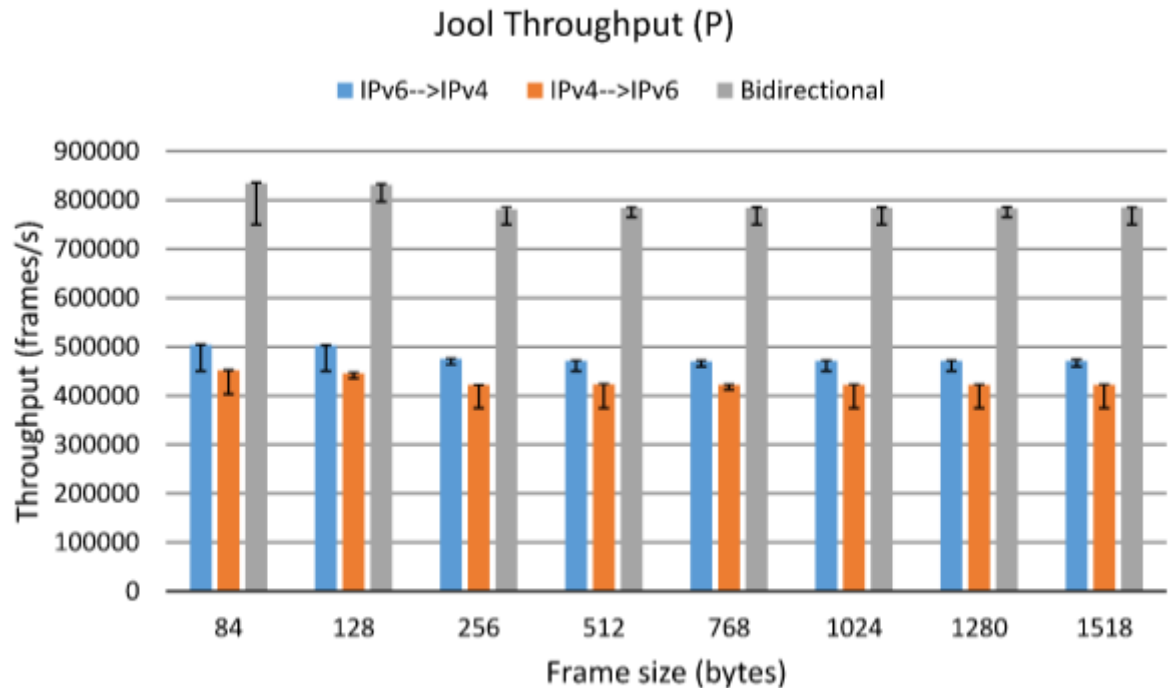


Fig. 4. Throughput results of Jool, TS2.

G. Lencse, K. Shima, "Performance Analysis of SIIT Implementations: Testing and Improving the Methodology", *Computer Communications*, vol. 156, no. 1, pp. 54-67, April 15, 2020, DOI: 10.1016/j.comcom.2020.03.034

Feladatok önálló gondolkozásra

- Milyen trendet látunk az ábrán?
- Hány bemeneti paramétert látunk az ábrán?
- Milyen más tipp alkalmazását látjuk az ábrán?

G. Lencse, "Benchmarking Authoritative DNS Servers", *IEEE Access*, vol. 8. pp. 130224-130238, July 2020. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3009141

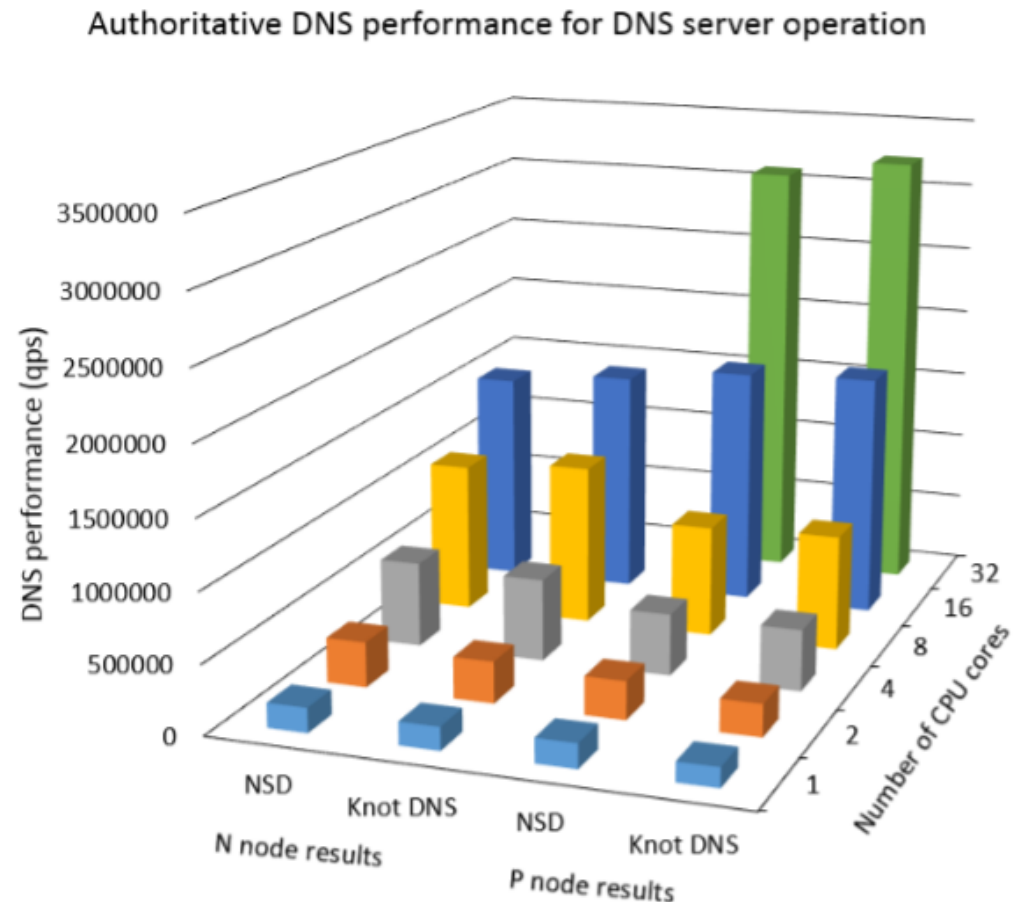


FIGURE 3. Comparison of NSD and Knot DNS for DNS server operation. (The N node result of Knot DNS at 16 cores are limited by Tester performance.)

Feladatok önálló gondolkozásra

- Az alábbi esetben meg tudjuk-e indokolni a táblázat használatát? (Miért nem grafikont használtak a szerzők?)

Table 13 DNS64 Performance: BIND, Forwarder, Opteron

1	Operating System		Linux				OpenBSD				FreeBSD			
2	Number of clients		1	2	4	8	1	2	4	8	1	2	4	8
3	Exec. time of	average	0.067	0.098	0.213	0.409	0.094	0.188	0.382	0.783	0.082	0.121	0.239	0.479
4	256 DNS	std. dev.	0.005	0.007	0.017	0.018	0.006	0.005	0.007	0.015	0.010	0.005	0.008	0.012
5	queries (s)	maximum	0.140	0.170	0.290	0.530	0.180	0.260	0.440	0.860	0.490	0.160	0.290	0.540
6	CPU utiliza-	average	57.91	72.20	63.00	69.92	26.15	27.22	27.42	27.28	66.88	87.82	88.68	89.52
7	tion (%)	std. dev.	0.95	1.38	3.02	2.45	0.85	0.87	0.98	0.93	2.10	1.76	1.76	1.74
8	Memory cons. (MB)		49.992	80.691	147.262	277.242	38.324	67.652	123.117	233.848	62.609	94.406	169.414	303.613
9	Number of requests served in a second (req./s)		3838	5208	4816	5003	2721	2724	2682	2615	3130	4215	4290	4272

G. Lencse and S. Répás, "Performance Analysis and Comparison of Four DNS64 Implementations under Different Free Operating Systems", *Telecommunication Systems* (Springer), vol 63, no 4, pp. 557-577, DOI: 10.1007/s11235-016-0142-x

Összefoglalás

- Eredmények kezelése
- Eredmények megjelenítése
 - Ábrázolási módok
 - Trükkök
- Gyakorati példák

minimum	1370	1371	1100
10 percentilis	1390	1389	1390
	1410	1411	1410
	1430	1429	1430
	1450	1451	1450
medián	1500	1499	1500
	1550	1551	1550
	1570	1569	1570
	1590	1591	1590
90 percentilis	1610	1609	1610
maximum	1630	1631	1630
átlag	1500	1500.09	1475.455
szórás	94.34	94.35	150.16

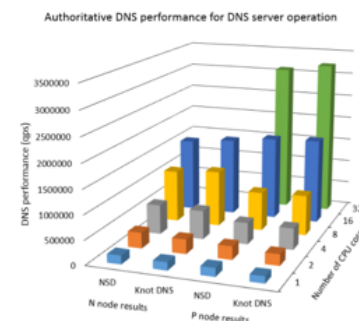
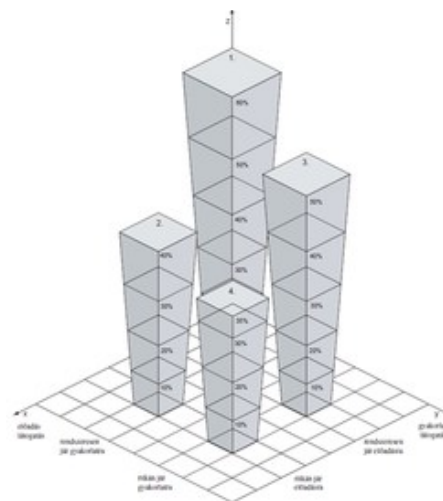
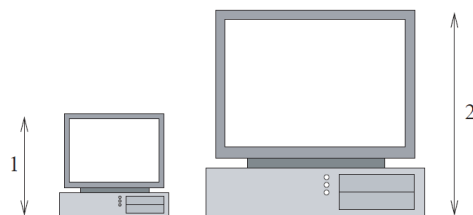
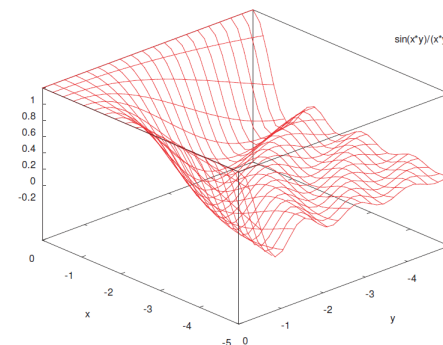
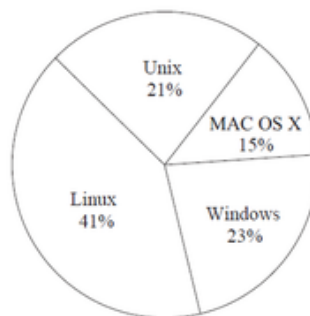


FIGURE 3. Comparison of NSD and Knot DNS for DNS server operation. (The N node result of Knot DNS at 16 cores are limited by Tester performance.)



Kérdések?

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

Dr. Lencse Gábor
egyetemi tanár
Széchenyi István Egyetem, Távközlési Tanszék
lencse@sze.hu

