

Kedvenc rejtvényeim

Mit tudok és mit hiszek el?

Mottó

- A matematikus azt old meg, amit tud
- A mérnök azt old meg, amit kell
- Ebből következik, hogy
 - Nem tudunk minden részletében tökéleteset csinálni
 - Sok mindent el kell hinnünk
 - De mindig legyen valami, amit tudunk

1. Mennyit várunk a villamosra?

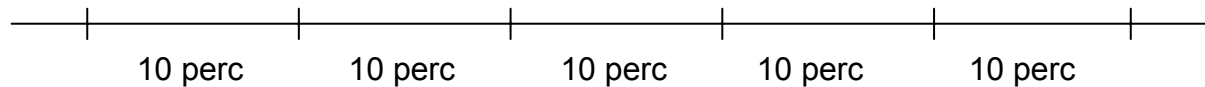
- Rejtvény:

A villamosok a megállóhoz átlagosan 10 percenként érkeznek, „véletlenszerűen” kimegyünk a megállóba, várhatóan mennyi ideig kell várnunk?

Ez a rejtvény eredetileg a tömegkiszolgálás híres paradoxonja.

Ha a követési távolság fixen 10 perc

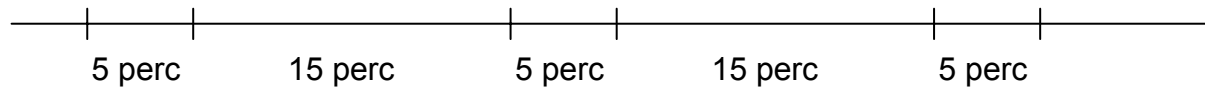
- Ha „véletlenszerűen” érkezem az alábbi időtengelyre, akkor mindig 10 perces követési távolságot kapok el,
- Mivel „véletlenszerűen” várhatok többet vagy kevesebbet, a várható várakozási időm $10/2 = 5$ perc



Ha követési távolság hol 5 perc, hol 15 perc, de a várható érték most is 10 perc

- „Véletlenszerűen” háromszor gyakrabban érkezem a hosszabb intervallumba, ezért várhatóan

$$(3/4 * 15 + 1/4 * 5) / 2 = 6.25 \text{ percet várok,}$$



többet, mint az előbb

Általánosságban:

- Ha a követési távolságok sűrűségfüggvénye: $f(t)$
- A „mekkora intervallumba érkezem” sűrűségfüggvénye: $g(\tau)$
- Akkor

$$g(\tau) = c. \tau * f(\tau) ,$$

- És a „mekkora intervallumba érkezem” várható értéke:

$$E(\tau) = (VAR(t) + E^2(t)) / E(t)$$

Bosszantási tényező

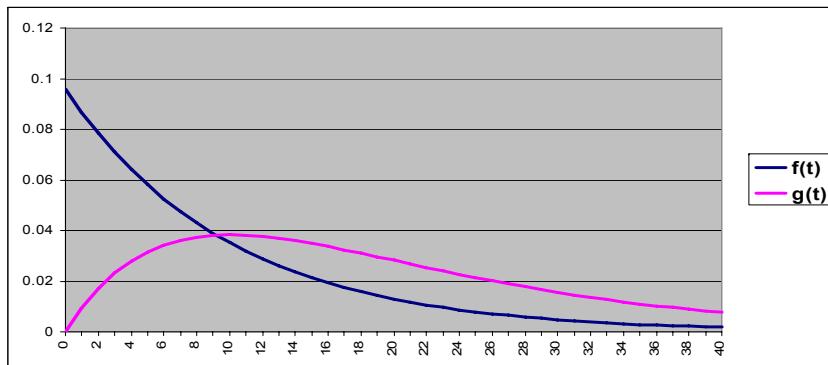
- Joggal nevezhetjük „bosszantási tényezőnek” a

$$E(\tau) / E(t) = \text{VAR}(t) / E^2(t) + 1 \text{ hányadost.}$$

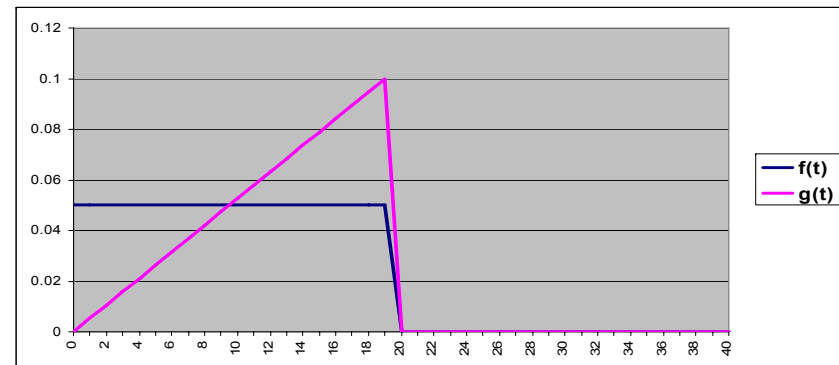
- Ez a hányados 1 a fix követési távolságoknál és minden más esetben nagyobb mint 1!
- Mekkora a maximuma?
- Mondják, hogy az „örökifjú” követési távolságnál van a maximum, ennél a „bosszantási tényező”: 2.

A „bosszantási tényező” néhány eloszlásnál

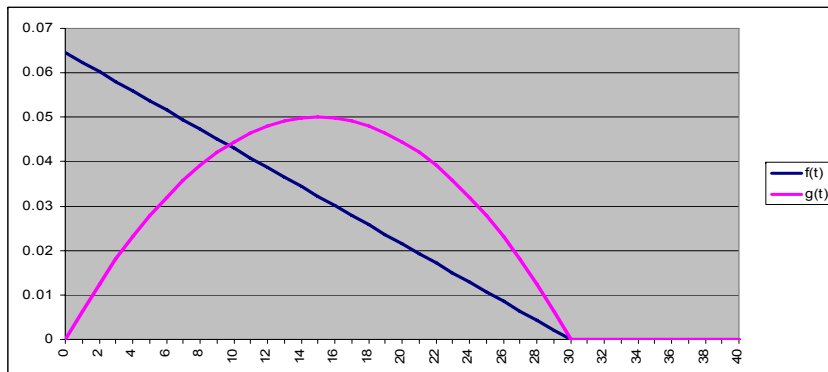
Exponenciális: 2.00



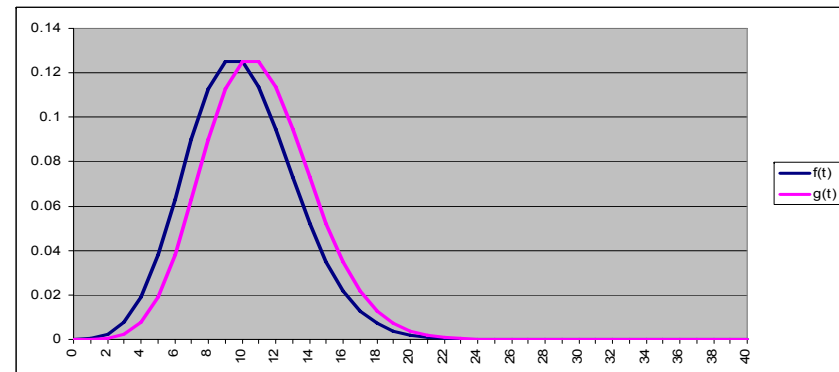
Egyenletes: 1.37



Háromszög: 1.55



„Poisson”: 1.10

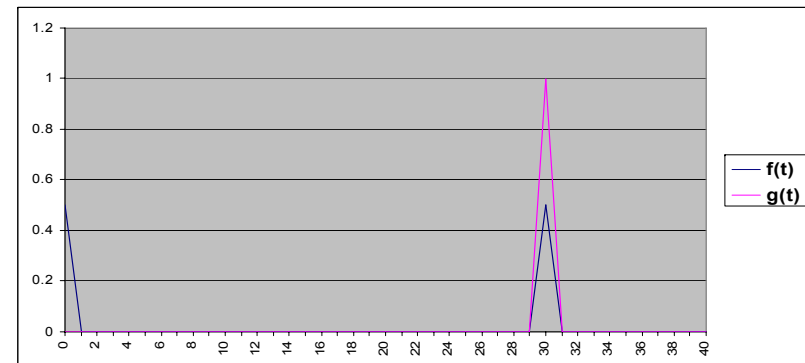


2. Mikor maximális a bosszantási tényező?

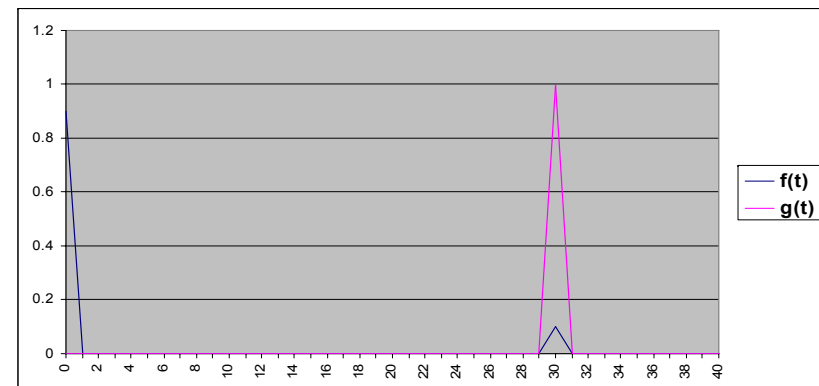
Íme két diszkrét eloszlás:

- Ha vannak nagyon kicsi követési távolságok, akkor az utasok nagy részét a ritkábban közlekedő járatok viszik el.
- Pedig ennek költsége majdnem ugyanannyi!
- **Tanulság: a természetes „sztochasztika” még elviselhető,**
- **a direkt bosszantós azonban már nagyon bosszantó**

50 – 50% : 1.88



90 – 10% : 10.00



3. Hány jó egyed kell egy jó rendszerhez?

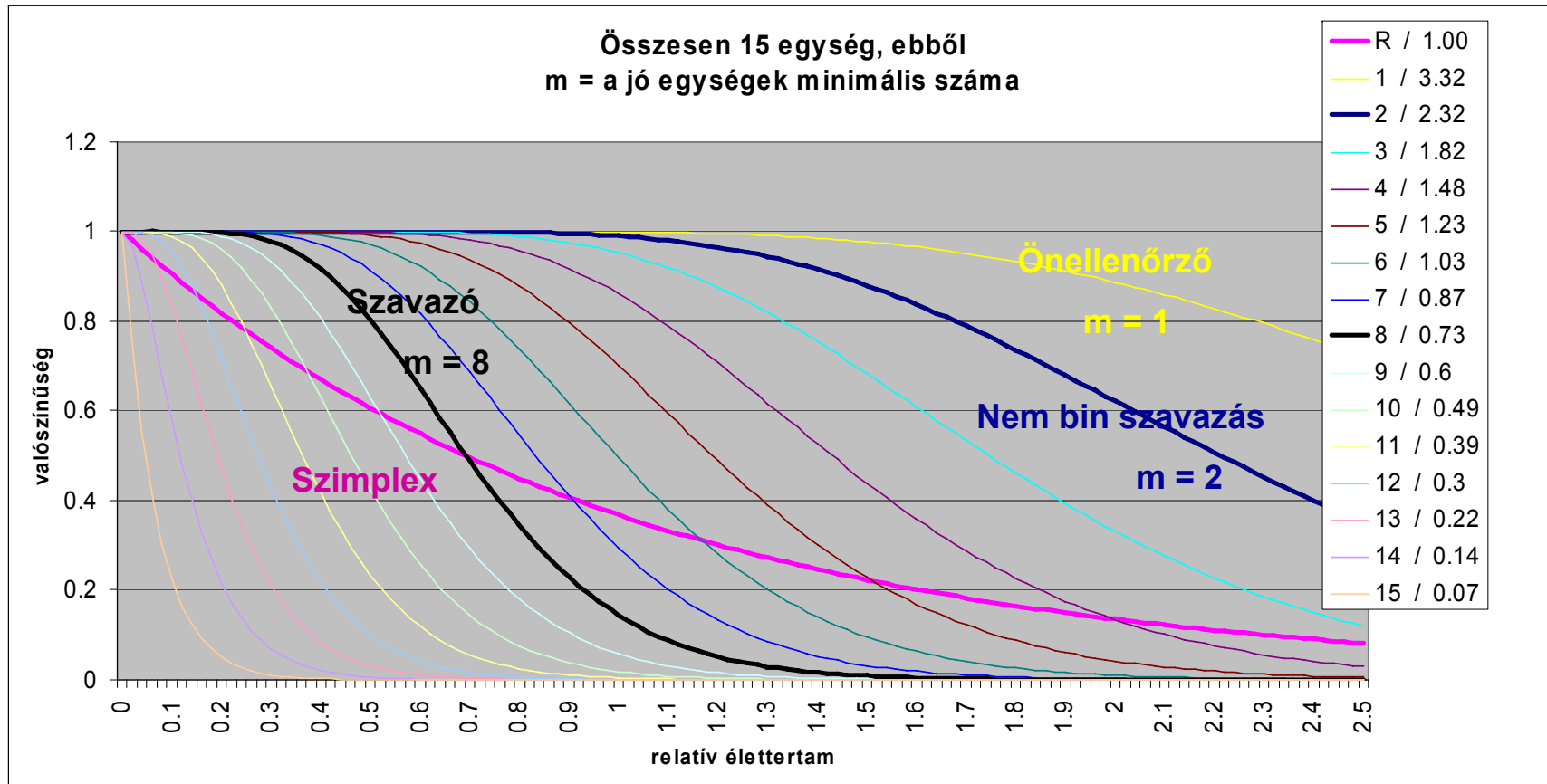
Ez az egyedek tulajdonságától függ ...

A fontosabb válaszok:

- **Mind:** „soros rendszer”, redundancia és hibatűrés nincs
- **Majdnem mind:** a szokásos hibatűrő rendszer, pl. ECC
- **Több mint a fele:** „demokrácia”, bináris szavazás
- **Néhány:** a jók kiválasztása, nem bináris szavazás
- **Legalább egy:** önellenőrző egységek

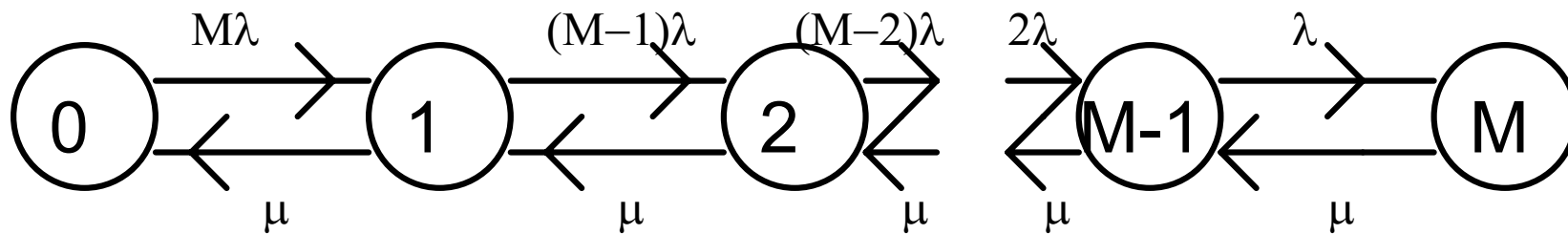
N/m rendszer javítás nélkül

A megbízhatósági függvények és az MTTF

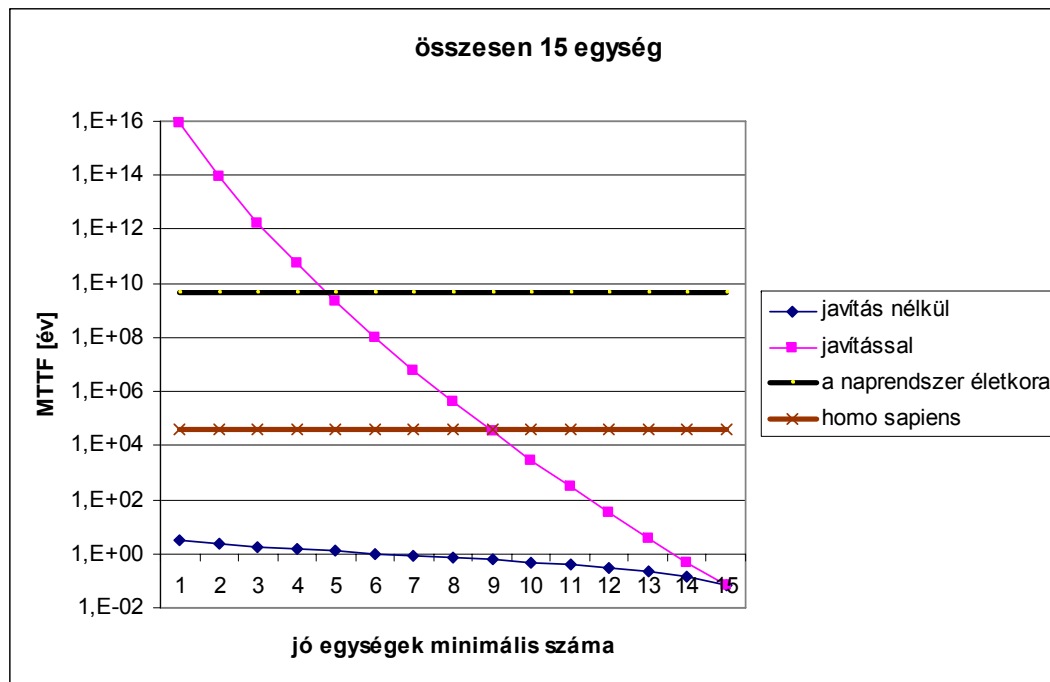


N/m rendszer javítással

- A javítási folyamat Markov modellje

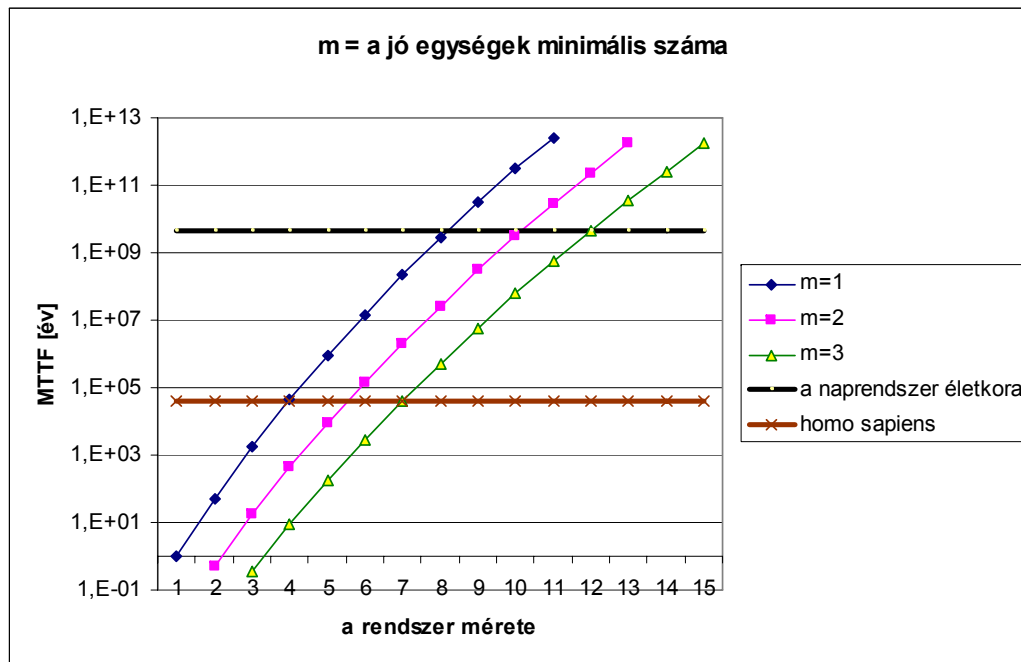


N/m rendszer javítás nélkül és javítással



- Adatok:
 - **MTTF = 1 év**
 - **MTTR = 0.01 év**
- **Javítással a „majdnem mind”-en kívül minden megoldás jó**
- **Sőt, gyanúsán túl jó!**

N/m rendszer javítással



- Adatok:
 - **MTTF = 1 év**
 - **MTTR = 0.01 év**
- **Néhány tartalék elég a „tökéleteshez”**

A rendszervizsgálat egyfajta megközelítése: a rendszerszintű önellenőrzés

- Az egységek véleményt alkotnak egymásról (tesztelik egymást) és ezekből a véleményekből áll elő a rendszer minősítése
- A szavazás eredményét
 - vagy egy központ
 - vagy elosztott módon maga a rendszer állapítja meg

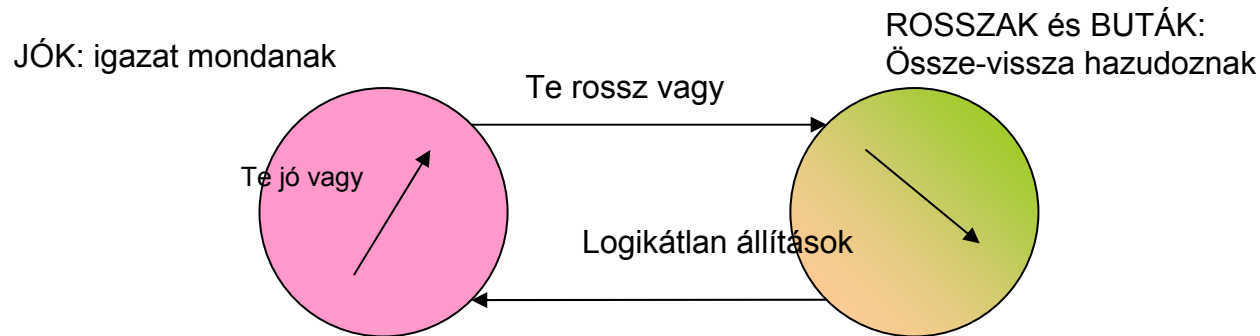
4. Hány jó egyed kell egy jó rendszerhez?

A tesztérvénytelenítés PMC modellje:

- **A jó a jóról jót mond, a rosszról rosszat**
(tehát a jó igazat mond – teljes teszt)
- **A rossz bárkiről bármit mondhat**
(tehát a rossz tévedhet vagy hazudik – tesztérvénytelenítés)

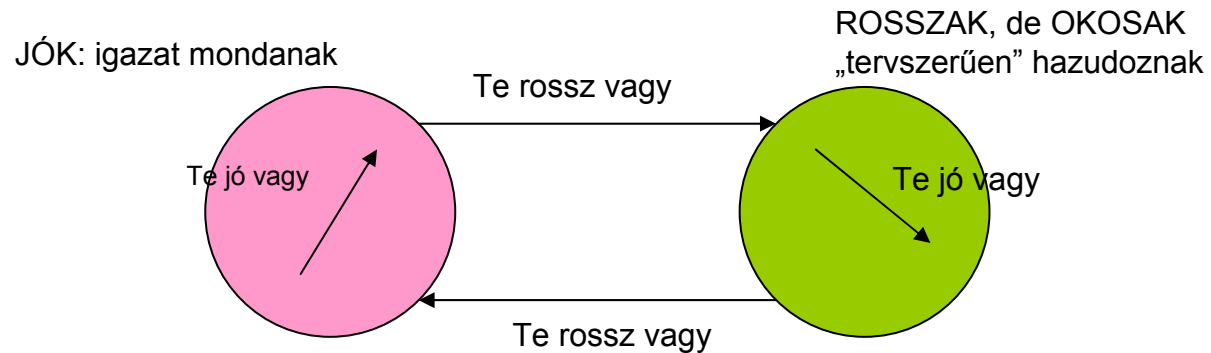
A tesztvénytelenítés PMC modellje

Véletlen hibák esetén kevés jó sok rosszat is le tud győzni

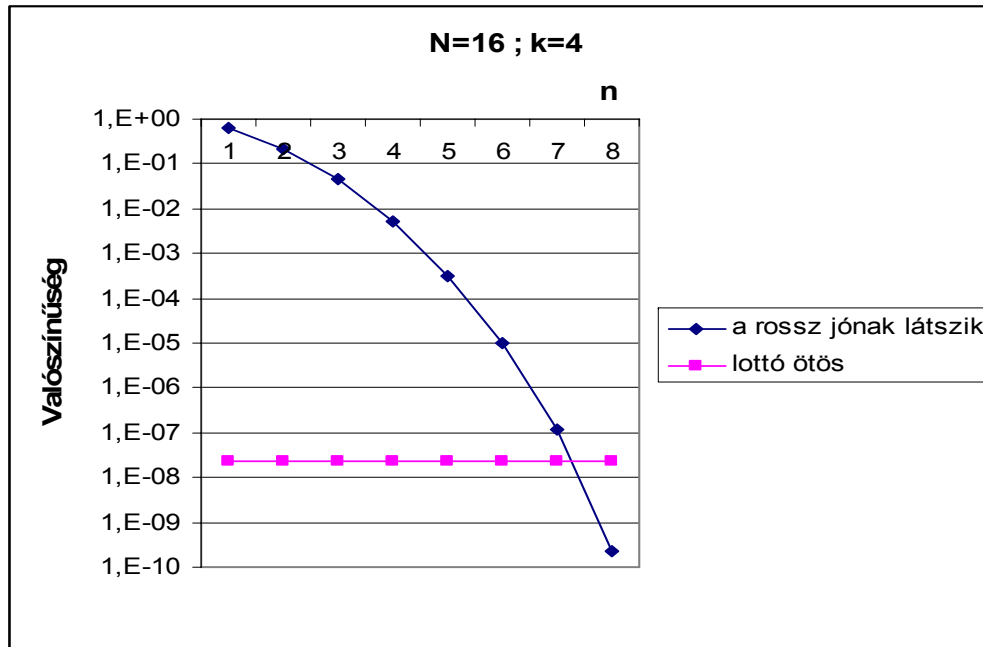


A tesztvénytelenítés PMC modellje

- Tervszerű, rosszindulatú hibák esetén a többség győz

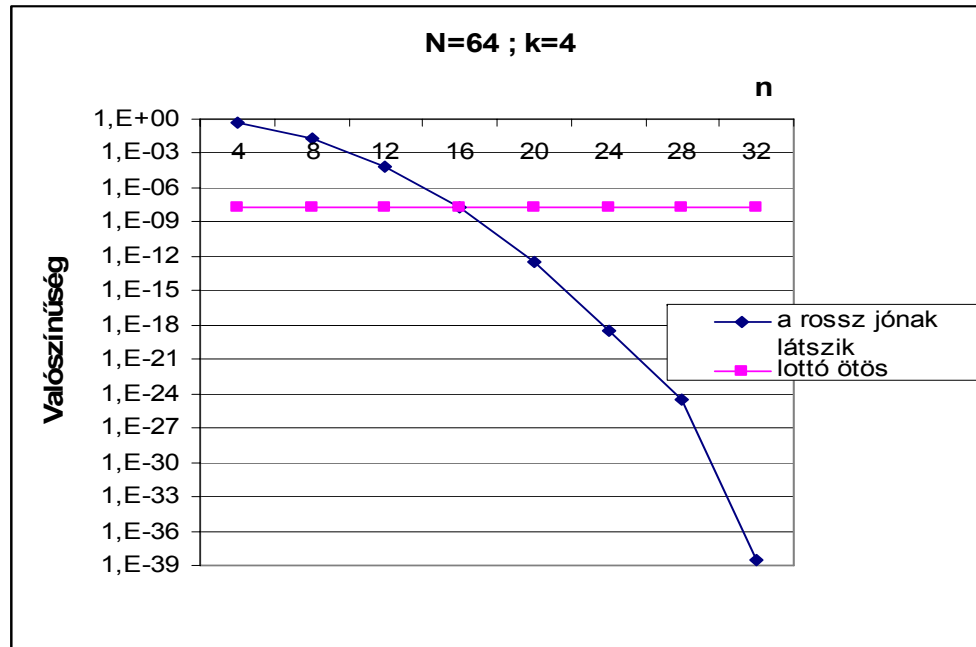


Véletlen klikkek kialakulásának valószínűsége



- Összesen 16 egység
- Mindenki a 4 másikat teszteli
- n – a jó egységek száma
- Az ábra annak a valószínűségét mutatja, hogy **véletlenül** a „rosszak” n-nél nagyobb klikkje alakuljon ki – ez kicsi

Véletlen klikkek kialakulásának valószínűsége



- Összesen 64 egység
- Mindenki a 4 szomszédját teszteli
- n – a jó egységek száma
- Az ábra annak a valószínűségét mutatja, hogy **véletlenül** a „rosszak” n-nél nagyobb klikkje alakuljon ki – ez nagyon kicsi

Véletlen klikkek kialakulásának valószínűsége

- Látható, hogy „**véletlenül**” a rosszak már kevés számú jót sem tudnak legyűrni – „néhány” jó elég a jó rendszerhez
- „**Tudatos**” rosszak esetén (worst case szemlélet) viszont a többség győz, tehát jó rendszerben több jó kell, mint rossz
- **Lehet, hogy a véletlen emberibb, mint az ember?**

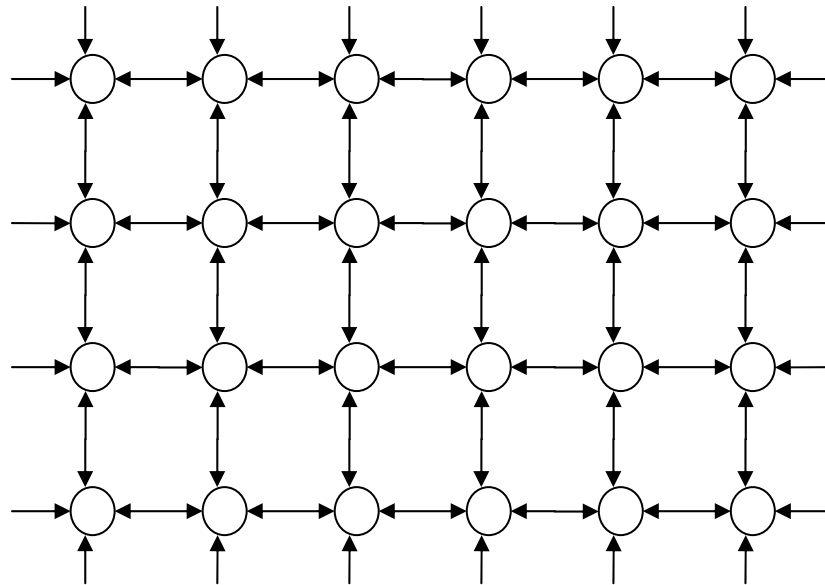
A tesztérvénytelenítés BGM modellje

- Nem csak igen/nem válasz alapján minősítünk, hanem egy összetett válasz alapján,
- ekkor kicsi a valószínűsége, hogy két rossz egyforma eredményt mondjon,
- és szerencsés esetben már két jó is elég a jók és a rosszak szétválasztásához (ehhez mindenkinek mindenkit tesztelnie kellene),
- **Praktikusabb a néhány (kettőnél több) jó egység, mert ilyenkor kevesebb teszt kell.**

5. Mik a diagnosztizálhatóság korlátjai?

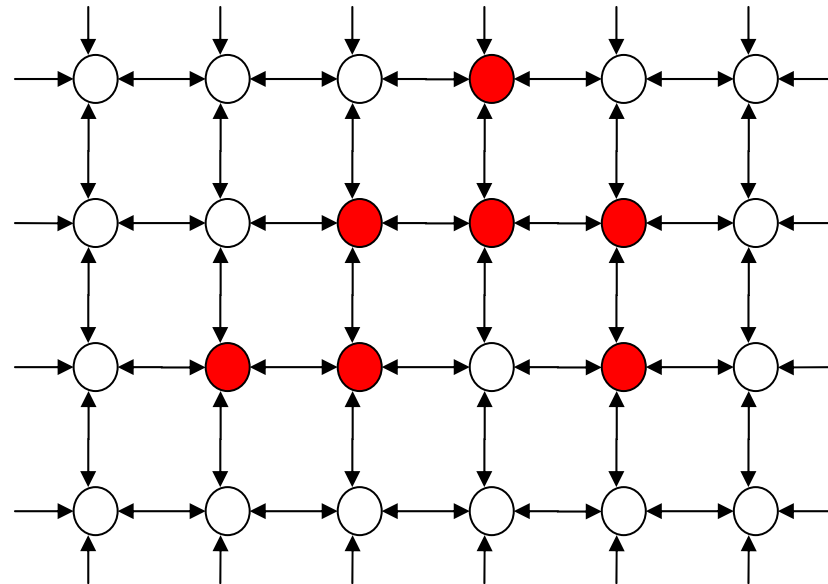
Hány egység nem diagnosztizálható egy nagy rendszerben?

- Pl. egy négyzethálós elrendezésű végtelen tömbben mindenki teszteli a négy szomszédját:



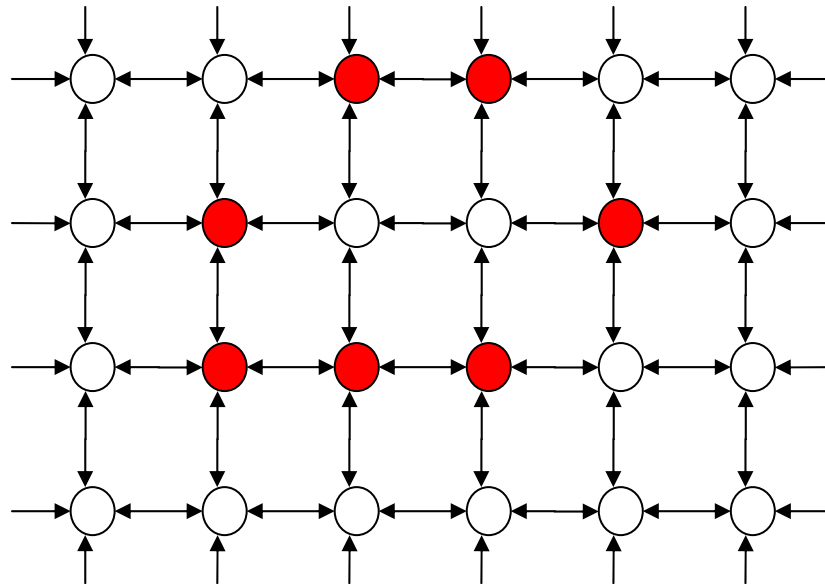
Hány egység nem diagnosztizálható?

- A sok jó könnyen minősíti a kevés rosszat



Hány egység nem diagnosztizálható?

- Kivéve, ha a rosszak körbezárnak néhány jót, ilyenkor ezek a jók PMC modellben diagnosztizálhatatlanok

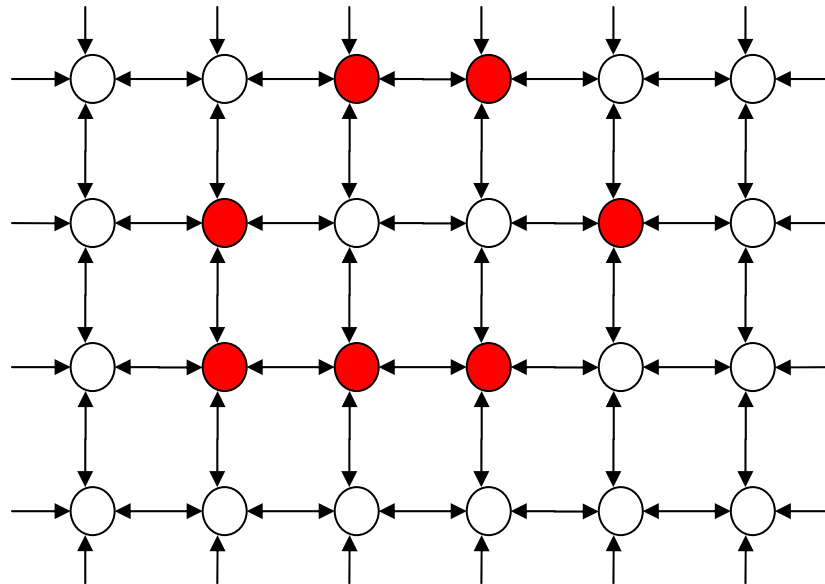


Perkoláció elmélet

- Végtelen kiterjedésű hálóban élek (vagy csúcsok) p valószínűséggel nem járhatóak
- Mi a valószínűsége
 - végtelen nagy járható területnek?
 - különböző méretű zárványok kialakulásának?
 - mennyi a várható össz-zárvány?
- Előszertettel használják
 - Kristályosodás, gélesedés leírására
 - Olaj és földgáz kutatásban ...

Perkoláció elmélet a diagnosztikában

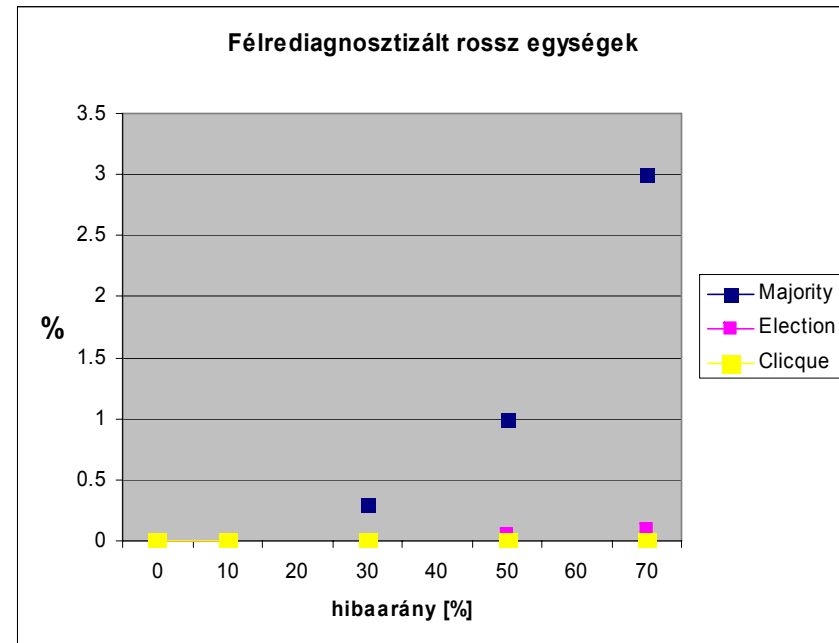
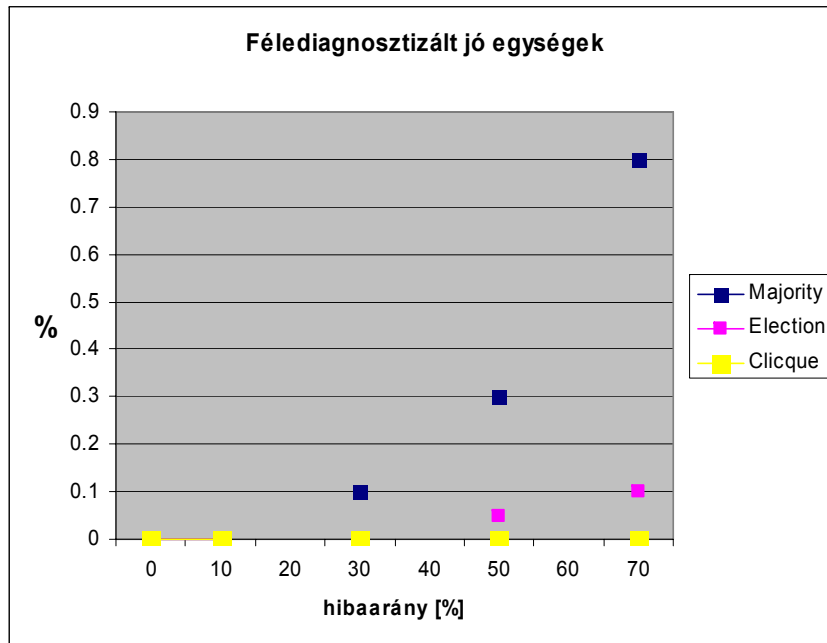
- Hamar kialakul végtelen nagy JÓ tenger
- Felső határt a diagnosztizálhatatlan szigetekre nem tudunk adni



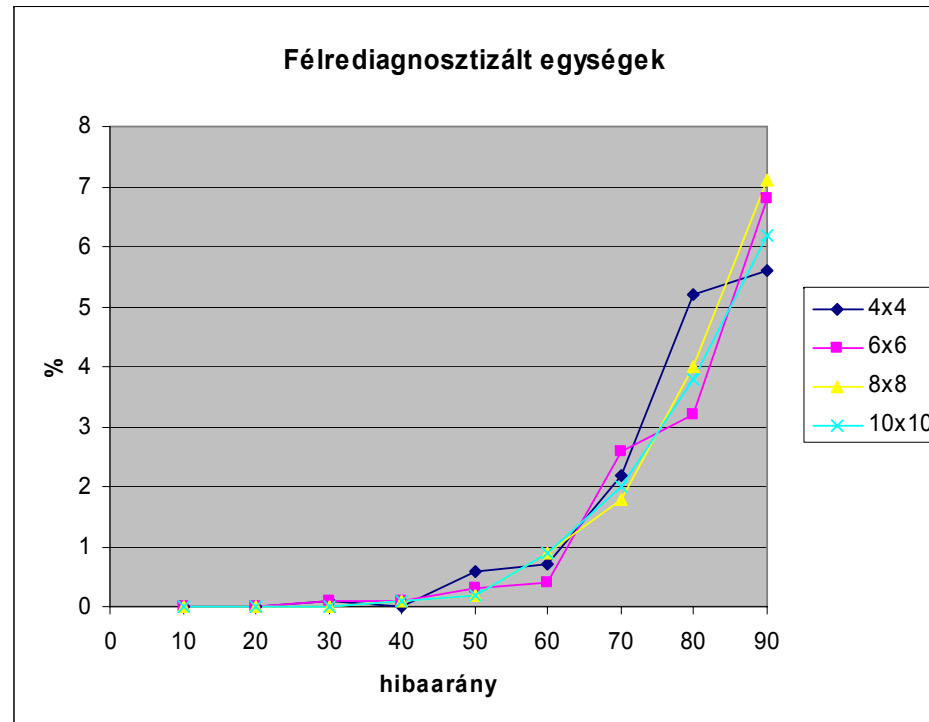
Perkoláció elmélet a diagnosztikában

- Analitikus eredményt tehát nem tudtunk adni (Polgár Balázs egy éve ráment...),
- maradt a szimuláció...

Bartha Tamás eredményei



Polgár Balázs eredményei



- Mindkét vizsgálat azt mutatta, hogy „véletlen” hibázások esetén még magas hibaarány esetén is alacsony a diagnosztika hibaaránya

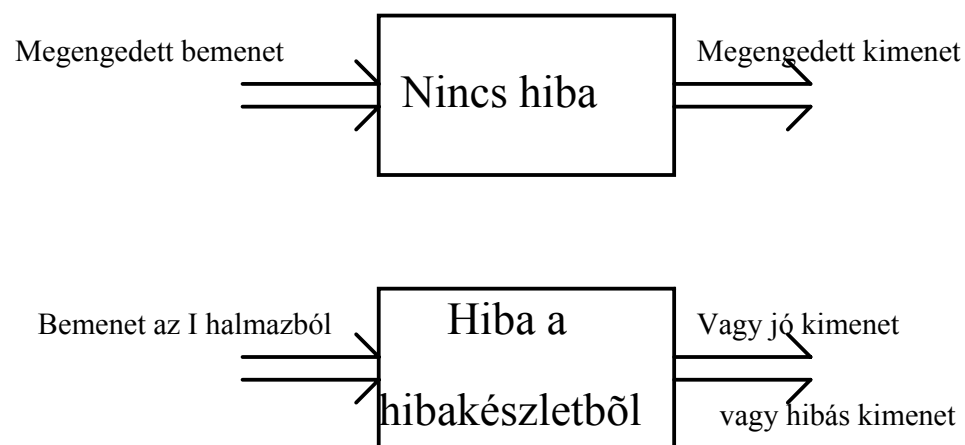
6. Mikor elég egyetlen jó egység?

- Nem elég a jókra bízni a rosszak kiválasztását, öntesztelő tulajdonságú egység kell
- Szokásos megoldások:
 - Watch-dog timer
 - Watch-dog processzor
 - Master-checker
 - **Önellenőrző áramkörök használata**

ezek az áramkörök inherens módon hibajelző kódokkal dolgoznak (pl. paritáskód) és kis redundanciával nagy megbízhatóságot képesek biztosítani

Önellenőrző áramkörök

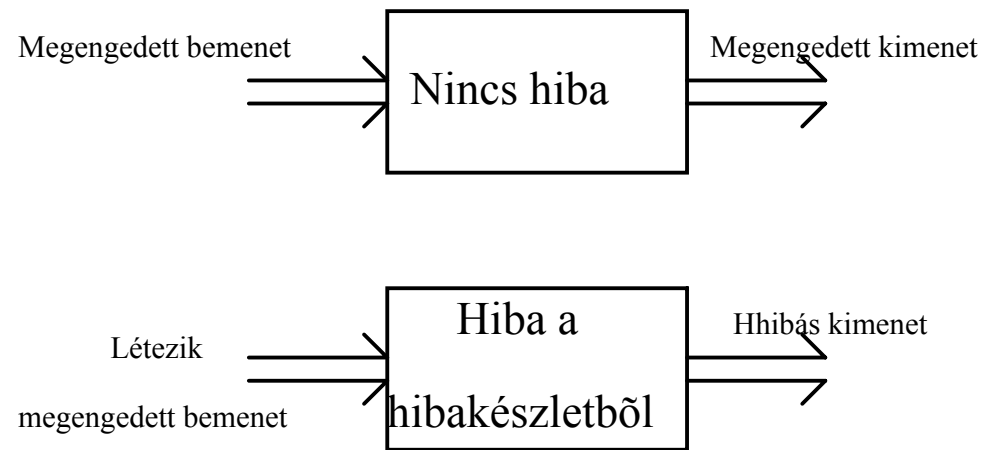
- **meghibásodásbiztonság**: a hibát vagy tolerálja, vagy kimutatja



1. ábra Meghibásodásbiztos áramkör

Önellenőrző áramkörök

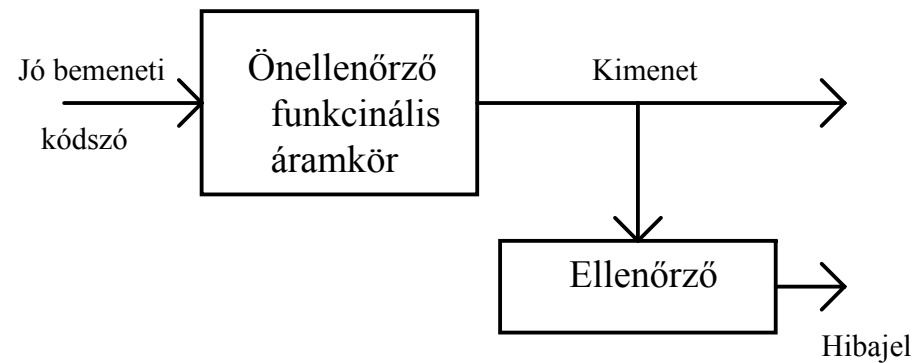
- **Önellenőrzés:** a hiba (legalább teszt üzemmódban kimutatható)



2. ábra Öntesztelő áramkör

Önellenőrző áramkörök

- és az **önellenőrzés**:



3. ábra Önellenőrző áramkör

Mit tudok és mit hiszek el?

- A tanulási eredmények (~ tudás) szintjei Bloom szerint:
 - értékelés
 - szintézis
 - analízis
 - alkalmazás
 - megértés
 - ismeret



Mit tudok és mit hiszek el?

- Azt tudom, amit ki tudok számítani (modell és ez alapján analízis) = **értékelés**
- Azt hiszem el, amit barátaim ki tudnak számítani = **szintézis, analízis**
- A többi kénytelen vagyok használni = **alkalmazás, megértés, ismeret**