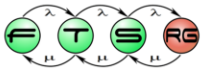
Intelligens rendszerfelügyelet

Szolgáltatásbiztonság IT rendszerekben

Micskei Zoltán

(részben Dr. Majzik István előadásai alapján)



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

Utolsó módosítás: 2012. 04. 10.

Az előadás részben felhasználja a „Szolgáltatásbiztonságra tervezés” MSc tantárgy anyagait, http://www.inf.mit.bme.hu/edu/courses/szbt

Napi informatikai gyakorlatban nagyon sok szót használunk, amik között könnyű elkeveredni. Az előadás megpróbál ezek között kicsit rendet tenni.

Tartalomjegyzék

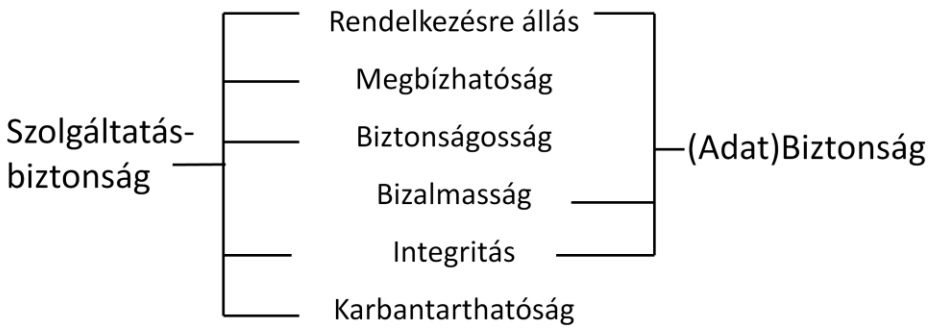
Szolgáltatásbiztonság

Szolgáltatásbiztonság (dependability):
a képesség, hogy igazoltan bízni lehet a szolgáltatásban

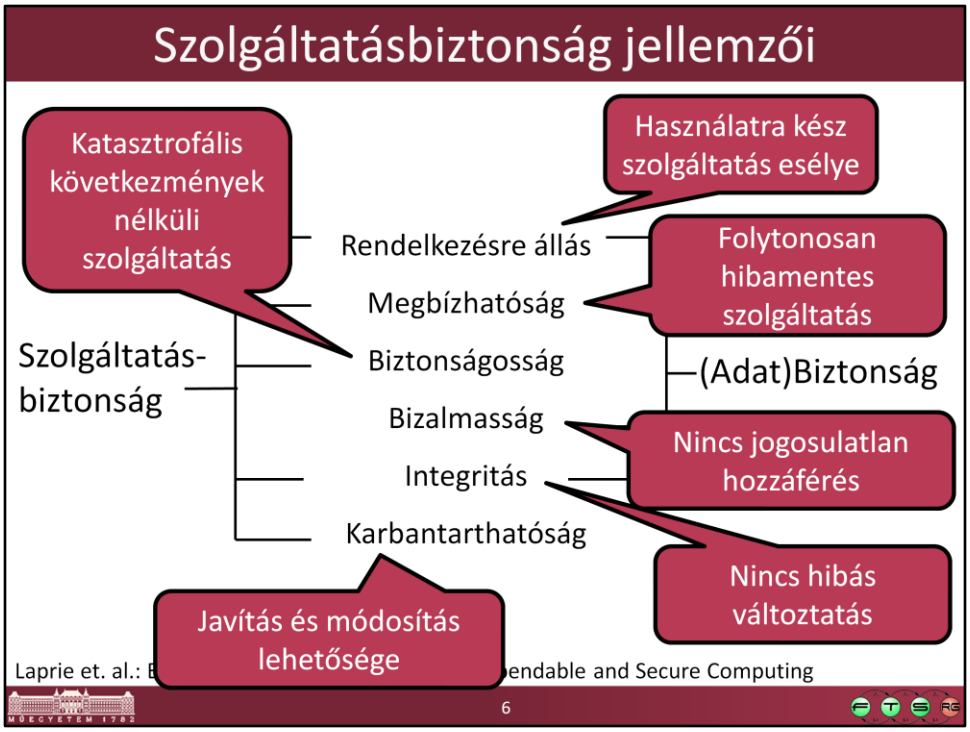
- *igazoltan*: elemzésen, méréseken alapul
- *bizalom*: szolgáltatás az igényeket kielégíti

„Dependability is the ability to deliver service that can justifiably be trusted”
(Algirdas Avizienis, Jean-Claude Laprie, Brian Randell, and Carl Landwehr. 2004. Basic Concepts and Taxonomy of Dependable and Secure Computing. *IEEE Trans. Dependable Secur. Comput.* 1, 1 (January 2004), 11-33. DOI=10.1109/TDSC.2004.2)

Szolgáltatásbiztonság jellemzői



Laprie et. al.: Basic Concepts and Taxonomy of Dependable and Secure Computing



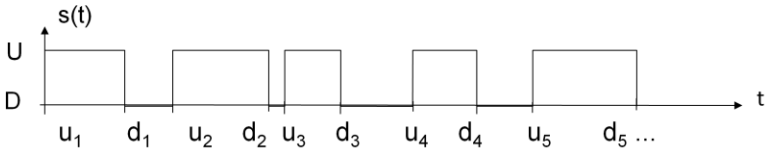
The original definition of **dependability** is the ability to deliver service that can justifiably be trusted. As developed over the past three decades, dependability is an integrating concept that encompasses the following attributes:

- availability: readiness for correct service.
- reliability: continuity of correct service.
- safety: absence of catastrophic consequences on the user(s) and the environment.
- integrity: absence of improper system alterations.
- maintainability: ability to undergo modifications and repairs.

When addressing **security**, an additional attribute has great prominence, confidentiality, i.e., the absence of unauthorized disclosure of information. Security is a composite of the attributes of confidentiality, integrity, and availability, requiring the concurrent existence of 1) availability for authorized actions only, 2) confidentiality (the absence of unauthorized disclosure of information), and 3) integrity where “improper” alterations means “unauthorized operations”.

Megbízhatósági mértékek

- Állapotparticonálás: s(t) rendszerállapot
  - Hibás (D) - Hibamentes (U) állapotpartíció

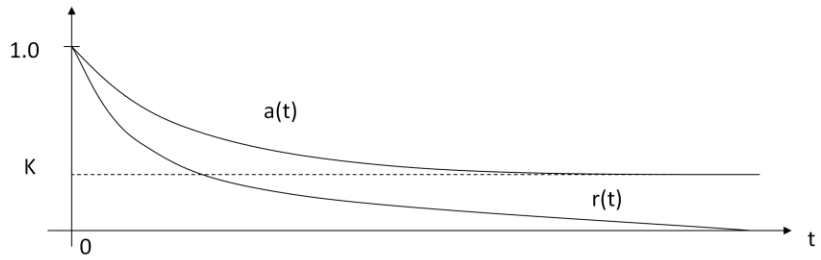


- Várható értékek:
  - Első hiba bekövetkezése: $MTFF = E\{u_1\}$
    (mean time to first failure)
  - Hibamentes működési idő: $MUT = E\{u_i\}$
  - Hibás állapot ideje: $MDT = E\{d_i\}$
  - Hibák közötti idő: $MTBF = MUT + MDT$
    (mean time between failures)

A rendszer összes lehetséges állapotát (fut, elindulás alatt, kérést szolgál ki, frissítjük, nem válaszol, naplóz, adatokat ment el…) két csoportba soroljuk: hibás és hibamentes. Ezek alapján akkor már tudunk számolni, azt kell nézni, hogy melyik tartományba mennyit tartózkodik a rendszerünk.

Valószínűség időfüggvények

- megbízhatóság:
  $r(t) = P(s(t') \in U ; \forall\, t' < t)$ (nem hibásodhat meg)
- rendelkezésre állás:
  $a(t) = P(s(t) \in U)$ (közben meghibásodhat)
- készenléti tényező: $K=\lim_{t\to\infty} a(t)$



Ezekből a definíciókból látszik, hogy mind a megbízhatóság, mind a rendelkezésre állás értéke az idő függvénye.
Az ábra két fontos mondanivalója:
- A megbízhatóság értéke előbb-utóbb nulla lesz, hisz minden rendszer elromlik/tönkremegy egyszer, ha elég nagy időintervallumot nézünk (a kérdés csak az, hogy milyen gyorsan tart a nulla felé ez az érték).
- A rendelkezésre állás pedig tart egy remélhetőleg nem nulla értékhez, ezt nevezzük készenléti tényezőnek. (A gyakorlatban sokszor erre az értékre szoktak rendelkezésre állás néven hivatkozni, de mi azért tanuljuk meg, hogy ez egy időfüggvény.)

Rendelkezésre állás követelményei

Készenléti tényező	Max. kiesés 1 év alatt
2 db 9-es (99%)	3,5 nap
3 db 9-es (99,9%)	9 óra
4 db 9-es (99,99%)	1 óra
5 db 9-es (99,999%)	5 perc
6 db 9-es (99,9999%)	32 másodperc
7 db 9-es (99,99999%)	3 másodperc

Elosztott rendszerek (hibatűrés nélkül, irányadó számok):

- **1 szgép: 95%**
- **2 szgép: 90%**
- **5 szgép: 77%**
- **10 szgép: 60%**

A következménye ezeknek az, hogy:
- Öt kilences követelmény esetén már az se fér bele általában, hogy a szolgáltatást nyújtó számítógépet újraindítsuk anélkül, hogy más átvenné a szolgáltatás nyújtását, hisz egy újraindítás tovább tart egy szerver esetén 5 percnél.
- Ha több gépből álló rendszerünk van, akkor ott a meghibásodás már egy viszonylag gyakori esemény, és nem csak kivételesen előforduló probléma. Mindenféleképpen kezelni kell valamilyen technikával.

Tartalomjegyzék

Befolyásoló tényezők

- **Hibajelenség** (failure):
  A specifikációnak nem megfelelő szolgáltatás
  - értékbeli / időzítésbeli, katasztrofális / „jóindulatú”
- **Hiba** (error):
  Hibajelenséghez vezető rendszerállapot
  - lappangó → detektált
- **Meghibásodás** (fault):
  A hiba feltételezett oka
  - hatás: alvó → aktív
  - fajta: véletlen vagy szándékos, időleges vagy állandósult
  - eredet: fizikai/emberi, belső/külső, tervezési/működési

Fontos ennek a három fogalomnak a megkülönböztetése

Hatáslánc

- Meghibásodás → Hiba → Hibajelenség
  - pl. szoftver:
    - meghibásodás: programozó hiba: csökkentés helyett növel
    - hiba: vezérlés ráfut, változó értéke hibás lesz
    - hibajelenség: számítás végeredménye rossz
  - pl. hardver:
    - meghibásodás: kozmikus sugárzás egy bitet átbillent
    - hiba: hibás memóriacella olvasása
    - hibajelenség: robotkar a falnak ütközik
- Rendszer hierarchiaszint függvénye
  - alsó szintű hibajelenség felsőbb szinten meghibásodás
    - kimenet beragadás egy chip szintjén hibajelenség
    - rendszer szintjén meghibásodás (chip a cserélhető komponens)

Több tanulmányt összesítő ábra, természetesen az aktuális számok teljesen eltérőek lehetnek egy adott rendszer esetén. A lényeg csak az, hogy sokféle hibatípusra kell felkészülni, és a legtöbbször a hibatűrés említése kapcsán előkerülő hardver hibák csak ezek kis része.

Meghibásodások kategorizálása

- Hardverhibák
  - alaprendszer (alaplap, processzor, memória)
  - tápellátás (tápegység, szünetmentes táp)
  - adattároló alrendszer
  - hálózat
- Szoftverhibák
  - az operációs rendszer hibái
  - alkalmazáshibák
  - illesztőprogram-hibák
- ...

- Emberi hibák
  - rendszergazdai hibák
  - illetékes felhasználók nem rosszindulatú hibái
  - illetékes felhasználók rosszindulatú hibái
  - illetéktelen felhasználók támadásai
- Környezeti hatások
  - üzemeltetési környezet rendellenességei, például a légkondicionálás leállása, bombariadó, csőtörés
  - természeti katasztrófák

Tartalomjegyzék

A szolgáltatásbiztonság eszközei

- **Hiba megelőzés**: Meghibásodás megakadályozása
  - fizikai hibák: jó minőségű alkatrészek, árnyékolás,...
  - tervezési hibák: verifikáció
- **Hiba megszüntetés**:
  - prototípus fázis: tesztelés, diagnosztika, javítás
  - működés közben: monitorozás, javítás
- **Hibatűrés**: Szolgáltatást nyújtani hiba esetén is
  - működés közben: hibakezelés, redundancia
- **Hiba előrejelzés**: Hibák és hatásuk becslése
  - mérés és „jóslás”, megelőző karbantartás

Hibatűrő rendszerek

- Részletes verifikáció se garantálja a szolgáltatásbiztonságot:
  - időleges hardver hibák (ld. zavarérzékenység)
  - teszteletlen szoftver hibák
  - figyelembe nem vett komplex interakciók

  → Fel kell készülni a működés közbeni hibákra!
- Hibatűrés: Szolgáltatást nyújtani hiba esetén is
  - működés közbeni autonóm hibakezelés
  - beavatkozás a meghibásodás → hibajelenség láncba
- Alapfeltétel: Redundancia (tartalékolás)
  - többlet erőforrások a hibás komponensek kiváltására

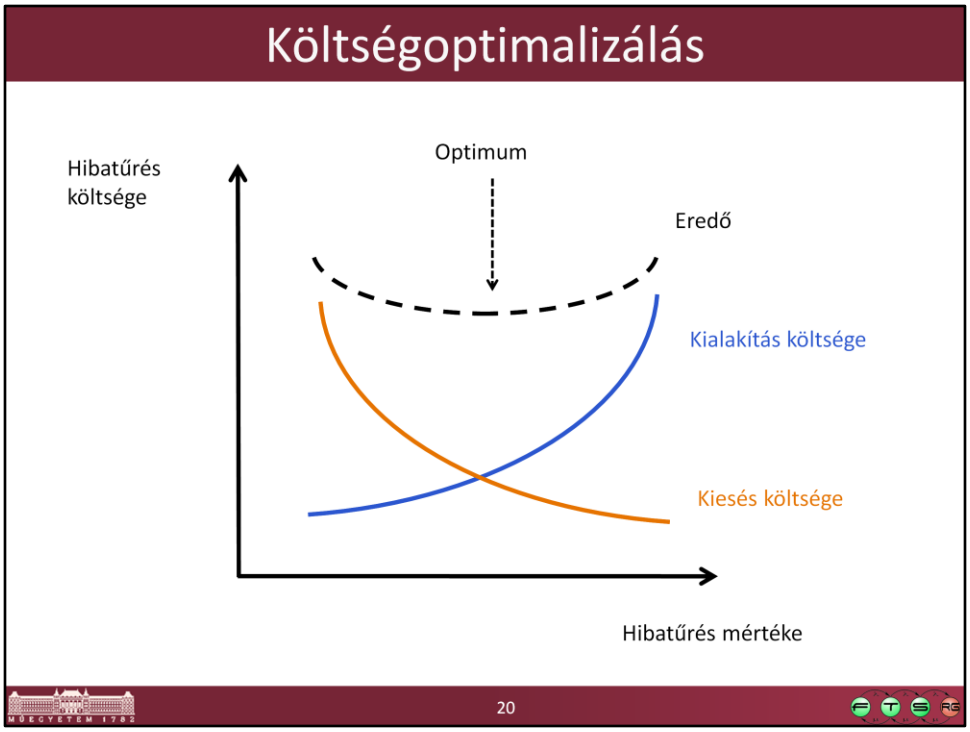
Redundancia megjelenése

1. Hardver redundancia
   - többlet hardver erőforrások
     - eleve a rendszerben lévők (elosztott rendszer)
     - hibatűréshez betervezett (tartalék)
2. Szoftver redundancia
   - többlet szoftver modulok
3. Információ redundancia
   - többlet információ a hibajavítás érdekében
     - hibajavító kódolás (ECC)
4. Idő redundancia
   - ismételt végrehajtás, hibakezelés többlet ideje

Együttes megjelenés!

Redundancia típusai

- Hidegtartalék (passzív redundancia):
  - normál üzemmódban passzív, hiba esetén aktiválva
  - lassú átkapcsolás (elindítás, állapot frissítés,...)
  - pl. tartalék számítógép
- Langyos tartalék:
  - normál üzemmódban másodlagos funkciók
  - gyorsabb átkapcsolás (indítást nem kell várni)
  - pl. naplózó gép átveszi a kritikus funkciókat
- Meleg tartalék (aktív redundancia):
  - normál üzemmódban aktív, ugyanazt a feladatot végzi
  - azonnal átkapcsolható
  - pl. kettőzés, többszörözés



A hibatűrés mértékének növelésével nő a kialakítás költsége, de csökken a meghibásodások okozta kár költsége. Általános alkalmazások esetén érdemes valami kompromisszumot keresni.

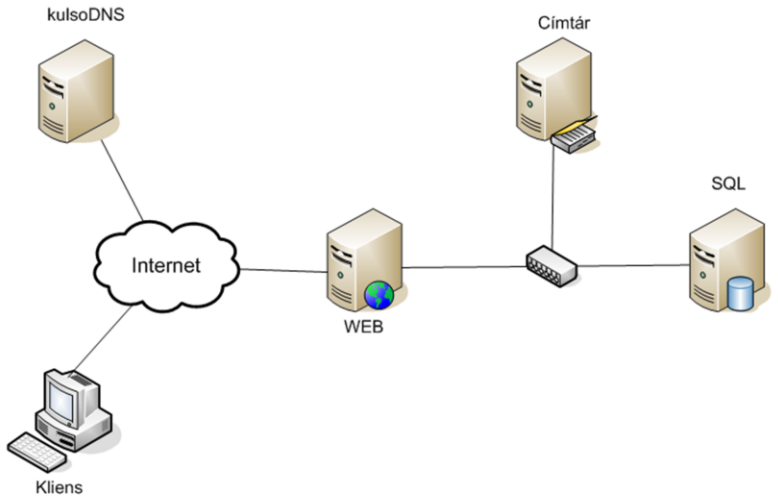
Hogyan lehet kiszámolni, hogy mennyi a kiesés költsége? Erre jók a következőkben bemutatott technológiák. (Biztonságkritikus alkalmazások esetén nem ilyen egyszerű az optimum megtalálása, pl. mennyi egy emberi élet „költsége”.)

Tartalomjegyzék

Szolgáltatásbiztonság analízise

- Feladatok:
  - Hibamódok, meghibásodások azonosítása
  - Analízis: kvalitatív és kvantitatív
  - …

Példa: szolgáltatásbiztonság analízise



Feladat: Milyen meghibásodások esetén nem lesz elérhető a szolgáltatás (webáruház)?

Feladat: Meghibásodások azonosítása

- Milyen meghibásodás esetén nem lesz elérhető a szolgáltatás (webáruház)?
- Áramkimaradás, HW hiba, hálózati elem/kábel hiba, szerver szolgáltatások hibája, alkalmazás hiba, frissítés telepítése, túlterhelés, támadás, félrekonfigurálás, verzió inkompatibilitás, vírus…
- Hogyan lehetne ezeket szisztematikusan összegyűjteni?

Hibamód és hatás analízis (FMEA)

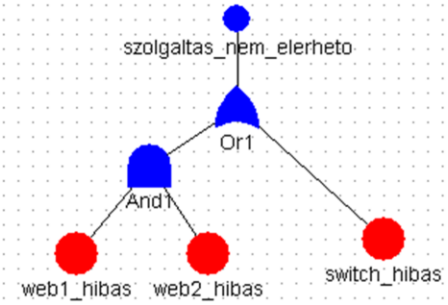
- Meghibásodás és hatásaik felsorolása

Komponens	Hibamód	Valószínűség	Hatás
Webszerver	HW hiba	10%	Szolg. kiesés, alkatrész csere
	SW frissítés	80%	Időleges kiesés
SQL szerver	Lemez megtelik	20%	Csak statikus tartalom érhető el
...			

FMEA esetén végigmegyünk a komponenseinken, és megpróbáljuk összeírni, hogy melyiknek milyen hibamódjai vannak és annak mi a következménye. Egyszerű módszer, de már ez is sokat segíthet.

Hibafa (Fault tree)

- Hogyan állhat elő a gyökérben lévő hibajelenség?



- Elemek (részlet)
  - AND kapu
  - OR kapu
  - Téglalap: köztes esemény
  - Kör: alapszintű meghibásodások
  - „Gyémánt”: nem kibontott esemény

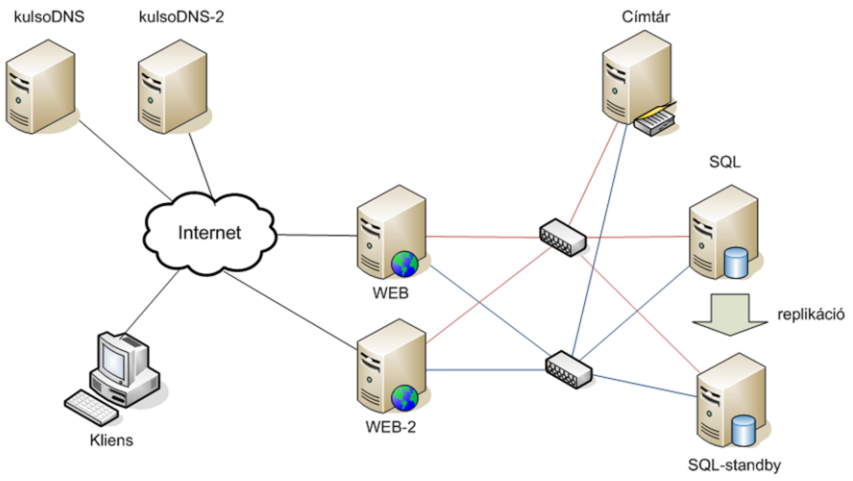
A hibafa arra jó, hogy az egyes meghibásodások közötti kapcsolatokat tudjuk vele könnyen leírni.

Szolgáltatásbiztonság analízise

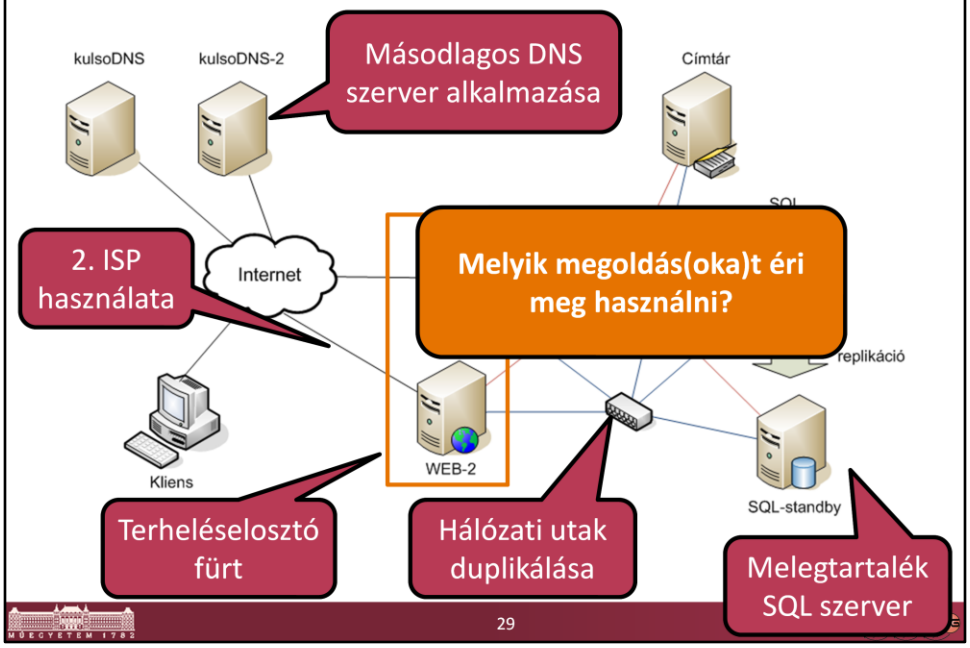
- Feladatok:
  - Hibamódok, meghibásodások azonosítása
  - **Analízis: kvalitatív és kvantitatív**
  - …
- Módszerek
  - Ellenőrző listák
  - Táblázatok (pl. FMEA: Failure Mode and Effect Analysis)
  - *Hibafák*
  - *Állapot alapú módszerek (pl. Petri hálók)*
  - …

Megvannak a hibamódjaink, hogyan tudjuk akkor megbecsülni ezekekből, hogy a rendszerünk mennyire hibatűrő?

Példa: hibatűrés beépítése

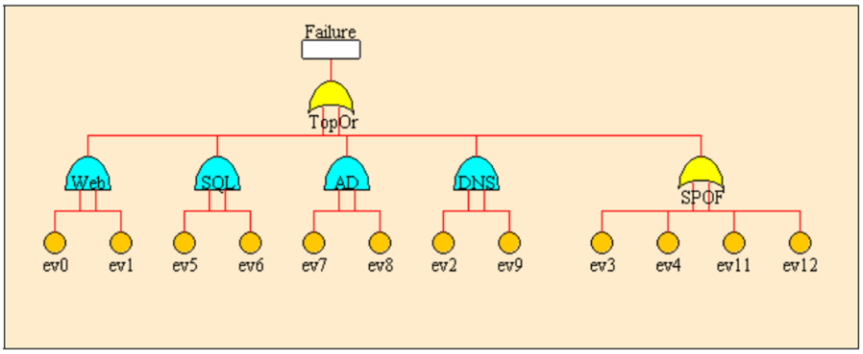


Példa: hibatűrés beépítése



Analízis: hibafa

- SHARPE eszköz
- Hibafa rajzolása



Hibafa – analízis

- Kvalitatív:
  - egyszeres hibapont (SPOF) azonosítása
  - kritikus esemény: több úton is hibajelenséget okoz
- Kvantitatív:
  - alapszintű eseményekhez valószínűség rendelése
  - gyökérelem jellemzőjének (pl. megbízhatóság) számolása
  - Probléma: honnan lesznek jó bemenő adataink?

Meghibásodási adatok

- Analízis alapja: meghibásodási valószínűségek
- Honnan lesznek jó adatok:
  - Becslés
  - Saját monitorozó rendszer
  - Külső tanulmányok, számok (hihetőség, pontosság?)
- Példák:
  - Meghibásodási adatok
  - Cisco switch MTBF ~ 200000 óra (=22,8 év)
  - IBM S/390 mainframe MTTF 45 év
  - Windows XP MTTF 608 óra
  - webszerver MTTF ~ 16 nap…

Meghibásodási adatok – példa

The Joys of Real Hardware

Typical first year for a new cluster:

~0.5 overheating (power down most machines in <5 mins, ~1-2 days to recover)
~1 PDU failure (~500-1000 machines suddenly disappear, ~6 hours to come back)
~1 rack-move (plenty of warning, ~500-1000 machines powered down, ~6 hours)
~1 network rewiring (rolling ~5% of machines down over 2-day span)
~20 rack failures (40-80 machines instantly disappear, 1-6 hours to get back)
~5 racks go wonky (40-80 machines see 50% packetloss)
~8 network maintenances (4 might cause ~30-minute random connectivity losses)
~12 router reloads (takes out DNS and external vips for a couple minutes)
~3 router failures (have to immediately pull traffic for an hour)
~dozens of minor 30-second blips for dns
~1000 individual machine failures
~thousands of hard drive failures
slow disks, bad memory, misconfigured machines, flaky machines, etc.

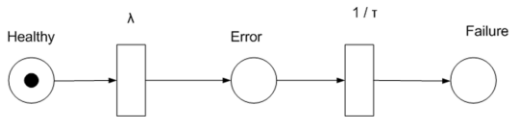
Long distance links: wild dogs, sharks, dead horses, drunken hunters, etc.

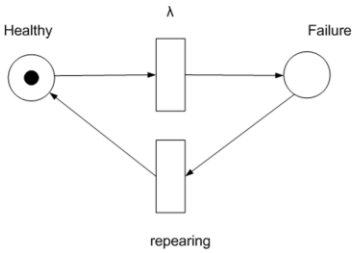
Forrás: Jeff Dean, „Designs, Lessons and Advice from Building Large Distributed Systems", Google

http://www.scribd.com/doc/21244790/Google-Designs-Lessons-and-Advice-from-Building-Large-Distributed-Systems

Időzített Petri hálók

- Elemek:
  - Helyek (kör), tokenek *(Figyelem ez csak most, csak itt jelent állapotot!)*
  - Átmenetek (téglalap)
- Időzítés rendelése az átmenetekhez
  - Determinisztikus
  - Valószínűségi eloszlás alapján
- Alap meghibásodási blokkok:





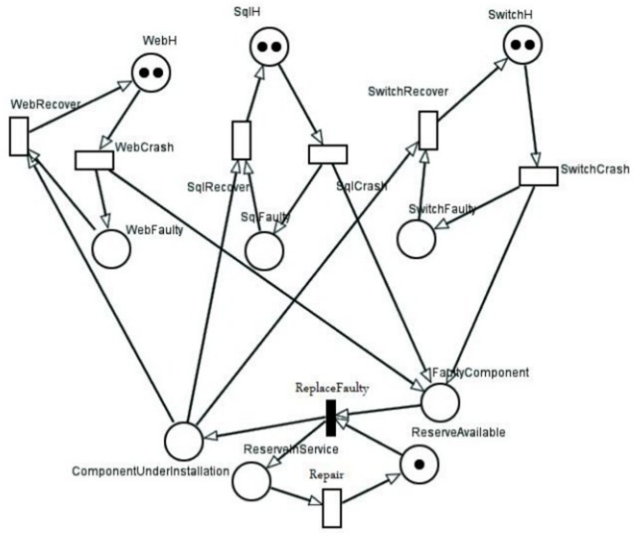
Fontos! Petri hálónál általában az állapotot a teljes hálón tekintett tokeneloszlás (marking) jelenti. Most szándékosan úgy vesszük fel a hálót, hogy egy komponens állapotát leíró részhálóban pontosan 1 db token legyen, így a helyen lévő token most valóban állapotot jelöl. De általánosan nem igaz az, hogy a (körrel jelölt) hely, mint modellelem állapotot jelöl!

Analízis: Petri-háló

- TimeNET eszköz
- Alap blokkok és paraméterek

Analízis: Petri-háló

A teljes modell:



Analízis: érzékenység és költségvizsgálat

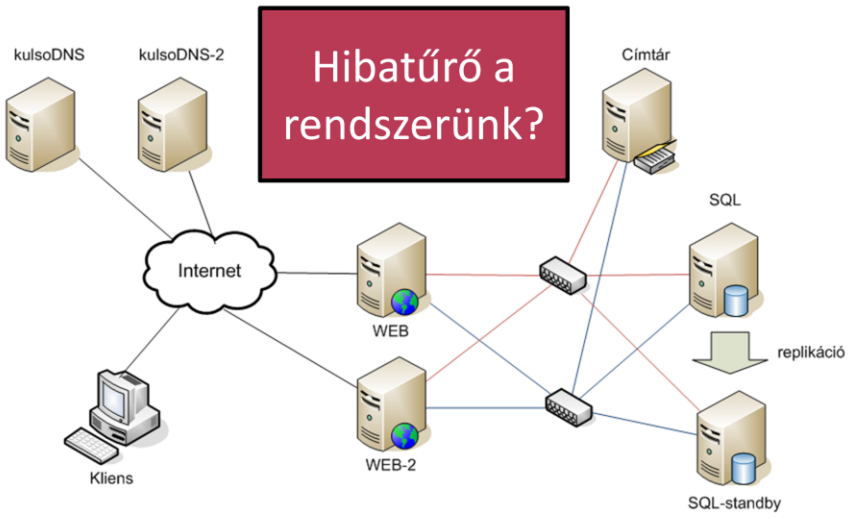
- Érzékenység: melyik paraméter változása befolyásol a legjobban:

ÁTMENET	50% KÉSLELTETÉS	RENDELKEZÉSRE ÁLLÁS	200% KÉSLELTETÉS	RENDELKEZÉSRE ÁLLÁS
WebRecover	0,5	0,8091	2	0,8022
SqlRecover	1	0,8195	4	0,7846
SwitchRecover	0,25	0,8073	1	0,8133
Repair	2	0,9598	8	0,3955

- Költségoptimalizálás:

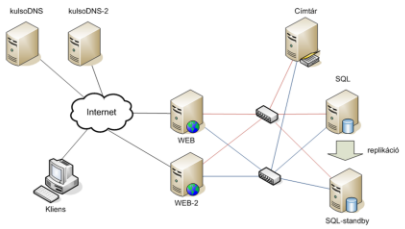
	Költség	Rendelkezésre állás	Kiesés	Kiesés költsége	Nyereség
Alapmodell	0	0,904	34,931	3 493 050,000	
Tartalék SQL	500 000	0,913	31,792	3 179 150,000	-186 100,000
Tartalék web	**500 000**	**0,921**	**28,945**	**2 894 450,000**	**98 600,000**
Tartalék mindkettőből	1 000 000	0,930	25,733	2 573 250,000	-80 200,000
Web szerver	1 000 000	0,914	31,463	3 146 300,000	-653 250,000
SQL szerver	2 000 000	0,914	31,536	3 153 600,000	-1 660 550,000
Web szerver + tartalék	2 000 000	0,933	24,565	2 456 450,000	-963 400,000
SQL szerver + tartalék	3 000 000	0,936	23,506	2 350 600,000	-1 857 550,000

Példa: hibatűrés beépítése



Példa: hibatűrés beépítése

Hibatűrő a rendszerünk?



- Attól függ:
  - Bizonyos SPOF-ek ellen védekeztünk
- DE
  - sok kiesési lehetőség maradt még
  - Adatok törlése, teljes szerverterem elpusztulása, adminisztrátori hibák, OS hotfix miatti újraindítás…

Példa: hibatűrés beépítése

Tanulság: mindig tudjuk, hogy
- mi ellen akarunk védekezni,
- milyen módszerek vannak arra,
- megéri-e védekezni

Összefoglalás

- Szolgáltatásbiztonság
  - Jellemzők, hatáslánc, eszközök
- Hibatűrés
  - Redundancia megjelenése
- Analízis:
  - Mérnöki és matematikai módszerek
  - Hibamódok azonosítása
  - Megfelelő védekezési módszer kiválasztása