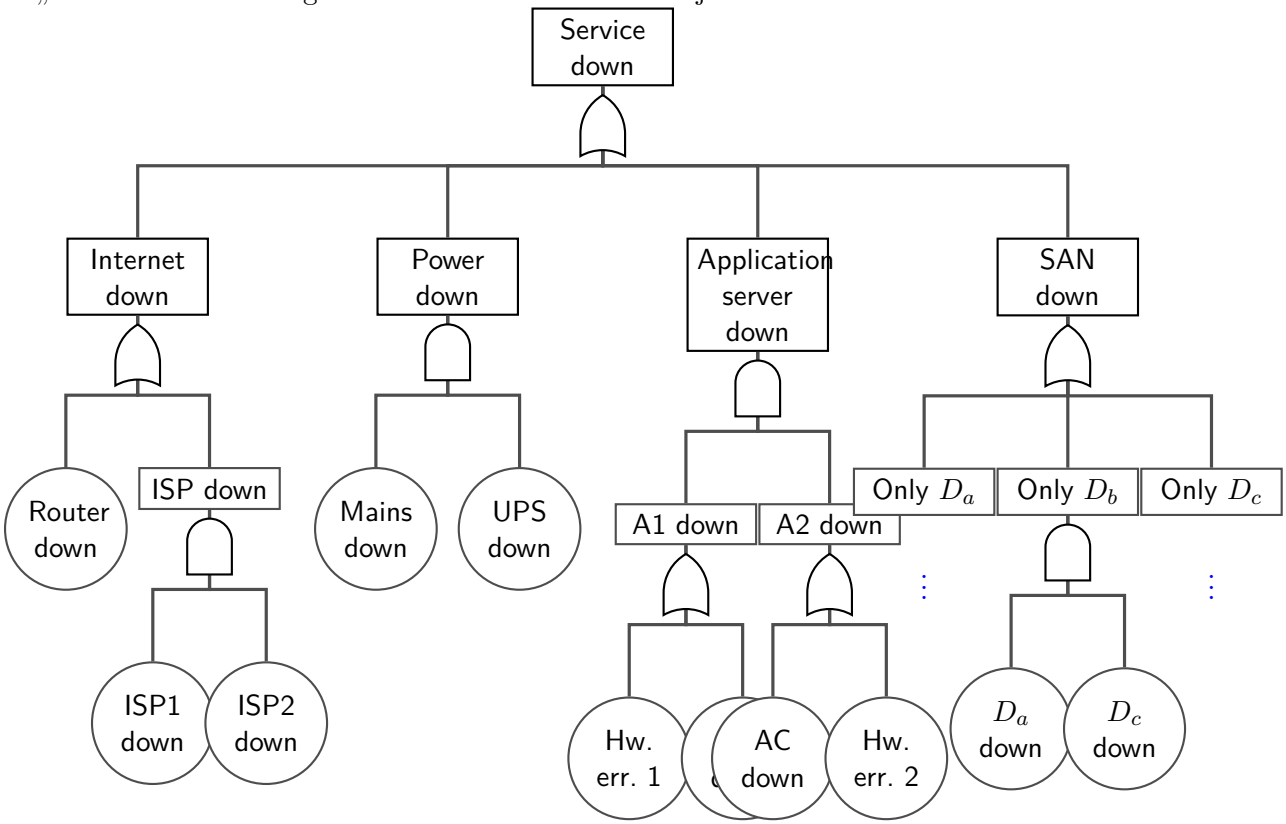
6. gyakorlat – Szolgáltatásbiztonság – Megoldások

1. Hibafa

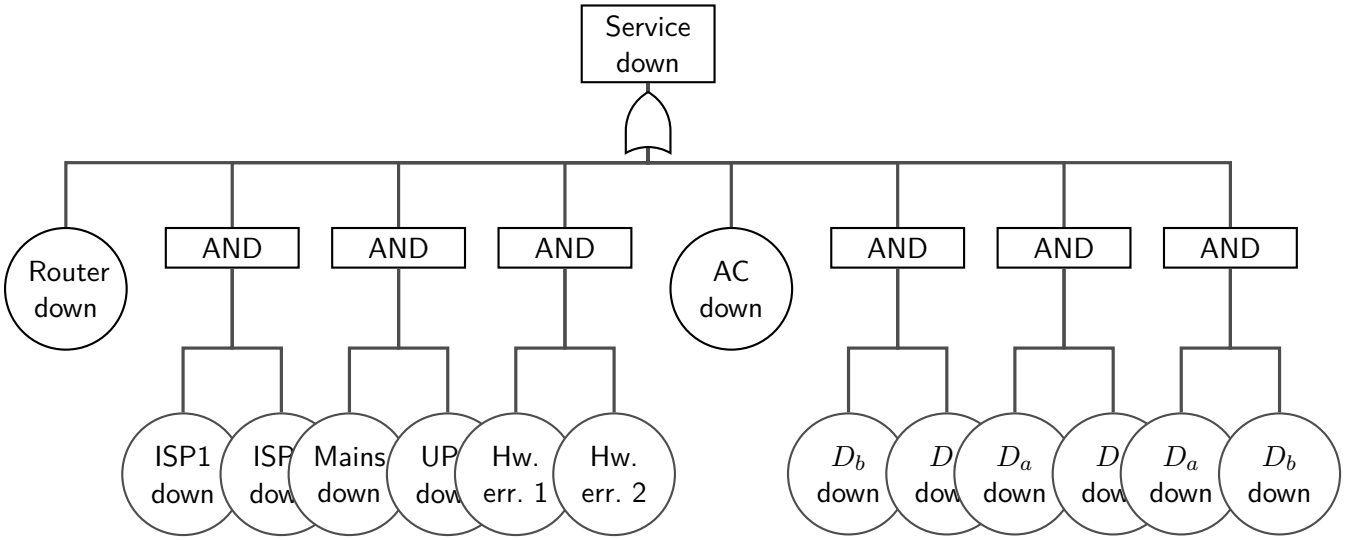
Internetes reklámcégünk szolgáltatása ügyfélre szabott hirdetéseket ajánl fel weboldalak részére. Szolgáltatásunk működéséhez szükséges, hogy a szerverteremből elérhető legyen az internet, rendben legyen a tápellátás, a melegtartalék rendszerben üzemeltetett két alkalmazásszerver közül legalább az egyik fusson, és az általuk közösen használt külső SAN háttértár kifogástalan állapotban legyen. Mindkét alkalmazásszerver kiesését belső hardware meghibásodás vagy a szerverterem hűtésének leállása okozhatja. A netcsatlakozás működése a router üzemképességén múlik, és persze a két ISP legalább egyikének szolgáltatnia kell. A hibatűrő SAN tárolórendszer RAID-5 elven három merevlemezt tartalmaz (D_a, D_b, D_c), és egyetlen (tetszőleges) lemez kiesését még tolerálja. A szerverterem tápellátása mindaddig biztosított, amíg a hálózati tápellátással és a szünetmentes tápegységgel nincs egyszerre gond.

a) Rajzolja le a „nem érhető el a szolgáltatás” rendszerszintű hibajelenség hibafáját!
Megoldás
A „nem érhető el a szolgáltatás” rendszerszintű hibafája:



Jól látható, hogy például a router komponens egyszeres hibapont (SPOF).

b) A hibafa redukció módszerrel azonosítsa a rendszer egyszeres hibapontjait és kritikus eseményeit!
Megoldás
Redukcióval diszjunktív normálformára hozzuk a kifejezést. A redukált hibafában a gyökérelem alatt egy „vagy” kapu van. Ezt leszámítva csak „és” kapuk és elemi események szerepelhetnek.



Az AC down rejtett SPOF, ami levezethető az alábbi módon:

$$
\begin{aligned}
&(E_1 \vee AC) \wedge (E_2 \vee AC) = \\
&[(E_1 \vee AC) \wedge E_2] \vee (E_1 \vee AC) \wedge AC] = \\
&[(E_1 \wedge E_2) \vee (AC \wedge E_2)] \vee (E_1 \wedge AC) \vee AC] = \\
&(E_1 \wedge E_2) \vee (AC \wedge E_2) \vee (AC \wedge E_1) \vee AC = \\
&(E_1 \wedge E_2) \vee AC
\end{aligned}
$$

Látható, hogy ha AC down fennáll, a kifejezés igaz lesz, vagyis a szolgáltatás elérhetetlenné válik. Tehát az AC komponens SPOF a rendszerben.
Kritikus események a D_a down, D_b down, D_c down események.

c) Az összes elemi hibaállapot tetszőleges időpillanatban $p = 10^{-5}$ valószínűséggel áll fent. Mi következik a rendszerszintű hibajelenségre?
Megoldás
A *rendszerszintű hibajelenség* valószínűsége:
- Az eredeti hibafán:
  - Internet down: $p^2 + p$
  - Power down: p^2
  - Application server down: $4p^2$
  - SAN down: $3p^2$

  Összesen $9p^2 + p \approx p$ a Service down valószínűsége.
- A redukált hibafán: $p + p^2 + p^2 + p^2 + p + p^2 + p^2 + p^2 = 6p^2 + 2p$
  Összesen $6p^2 + 2p \approx 2p$ a Service down valószínűsége.

d) A kiszámított érték a szolgáltatás melyik szolgáltatásbiztonsági jellemzőjéhez kapcsolódik? Milyen feltételezéseket és közelítéseket kellett tenni az elvégzett számításhoz?
Megoldás
A kiszámított érték a *rendelkezésreállás komplementere.*
Az alábbi feltételezéseket tettük:
- A „vagy” kapcsolatok esetén összeadást használtunk: ez felülről becsül.
- Az „és” kapcsolatok esetén szorzást használtunk: ehhez feltételeznünk kell, hogy a kiváltó események függetlenek.

2. Kvantitatív hibamodellezés

A szervereinkhez két évvel ezelőtt 800 darab új, egyforma merevlemezt szereztünk be egyazon gyártó egyazon sorozatából. Egy évvel ezelőtt már csak 600 működött az eredeti készletből (a többit újakkal pótoltuk, de ezt most nem vizsgáljuk), mostanra pedig újabb 150 eszköz mondta fel a szolgálatot.
‚A lemezek a vizsgált időszak alatt intenzíven, de egyenletesen és egyformán voltak terhelve. A gyártási hibás darabokat előzetes teszteléssel kiszűrtük, az eszközök elöregedése pedig két-három év alatt még nem következik be.

a) Mit mondhatunk a merevlemeztípus megbízhatósági függvényéről?
Megoldás
A megbízhatóság definíciója:

$$r(t) = P\left(s\left(t'\right) \in U, \forall t' < t\right)$$

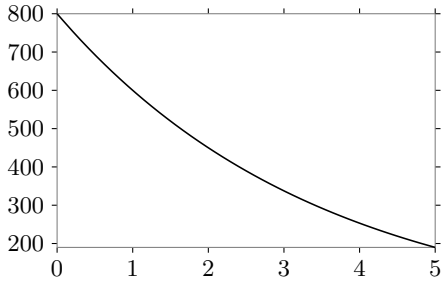
Itt a $t_0 = 1$ év időpontban tudjuk, hogy az eszközök $\frac{600}{800} = \frac{3}{4}$ valószínűséggel működnek, tehát $r(t_0) = \frac{3}{4}$. Elektronikai eszközökre $\lambda(t)$ konstansnak tekinthető, a megbízhatósági függvény pedig $r(t) = e^{-\lambda t}$ alakú.

$$e^{-\lambda \cdot 1\ [\text{év}]} = \frac{3}{4}$$

$$-\lambda\ [\text{év}] = \ln\frac{3}{4}$$

$$\lambda = -\ln\frac{3}{4}\ \left[\frac{1}{\text{év}}\right] = 0{,}2877$$

Az ábrán a $800 \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^t$ függvény látható, amely megadja az adott időpillanatban még működő merevlemezünk van:



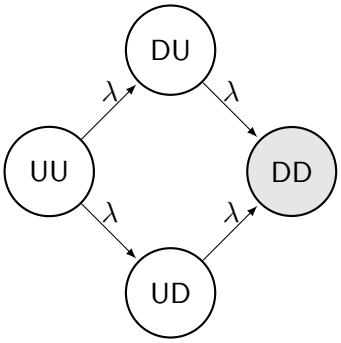
b) A második bekezdés alapján mi következik a merevlemez erőforrástípus viselkedésére? Hogyan támasztják ezt alá a mért adatok?
Megoldás
A kádgörbe alján, a kvázi konstans részen helyezkedik el.

c) Milyen becslés adható arra, hogy a következő évben mennyi lemezt kell az eredeti készletből pótolni?
Megoldás
$450 \cdot \frac{3}{4} = 337,5$ marad, tehát $\lceil 112,5 \rceil = 113$-at kell majd potenciálisan pótolni.

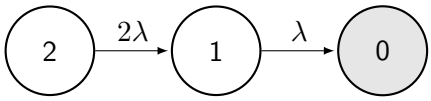
d) Az adott típusból egyetlen merevlemez a használatbavételétől számítva várhatóan mennyi ideig működőképes? A számítás menete az érdekes, nem kell számszerű eredményt adni.
Megoldás
A keresett érték az MTTF, amit az alábbi módon számíthatunk ki:

$$\text{MTTF} = \frac{1}{\lambda} \approx 3{,}4761\ [\text{év}]$$

e) Ha az egyik szerverben ezen lemezek közül 2 üzemel melegtartalékban, várhatóan mennyi idő alatt fog mindkettő meghibásodni?
Megoldás
Markov-lánc a lehetséges diszkállapotokról λ meghibásodási tényező mellett:



Az egyszerűsített Markov-lánc, az állapotok jelölik a működő diszkek számát:



$$\text{MTTF} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\lambda} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{\lambda}$$

.

Magyarázat: azt kell összegezni, mennyi ideig van a rendszer átlagosan a helyes működést jelentő állapotpartícióban. Ez az egyes állapotok esetén $\frac{1}{k \cdot \lambda_i}$, ahol λ_i megadja az egyes állapotokat elhagyó állapotátmeneti valószínűségek összegét.

Mivel $\lambda \approx 0{,}2877$, így MTTF $\approx 5{,}214$ [év]. (1 lemez esetén MTTF $= 1/\lambda \approx 3{,}4761$ [év] volt, így ezzel javult az érték)

f) Ha a meghibásodás után két napot vesz igénybe a csere, mekkora egy merevlemezhely készenléti tényezője?

Megoldás

Hibajavítás felvétele a modellbe:

$$\text{MDT} = \frac{2 \text{ [nap]}}{365 \text{ [nap/év]}} \approx 0{,}0054 \text{ [év]}$$

A készenléti tényező:

$$K = \frac{\text{MUT}}{\text{MUT} + \text{MDT}}$$

Mivel a diszkek javítása cserével történik, ezért MUT = MTTF-fel számolhatunk. MTTF $\approx$ 3,4761 [év] (ez nem változott a javítás lehetőségével)

$$K = \frac{\text{MTTF}}{\text{MTTF} + \text{MDT}} \approx 0{,}9959$$