

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Mérnök informatikus szak, mesterképzés – Hírközlő rendszerek
biztonsága szakirány

Villamosmérnöki szak, mesterképzés - Újgenerációs hálózatok szakirány

BMEVIHIM134 Hálózati architektúrák

Menedzsmentarchitektúrák II. Többrétegű védelem

Jakab Tivadar

Híradástechnikai tanszék

2010



A védelmi funkció kiterjesztése



A védelmi funkció kiterjesztése

- QoP – Quality of Protection
- DiR – Differentiated Reliability
 - homogén technológiai feltételek mellett
 - alapja az igények/forgalmak megkülönböztetése
 - skálázható védelmi séma/működés szükséges
- Többrétegű szerkezetek
 - védelmi képességek megvalósítására több technológiai réteg is alkalmas
 - hatékony erőforrás-felhasználás, redundancia elkerülése
 - együttműködés



A védelem minősége

- Minőségi jellemzők
 - eseti
 - a kiesett kapacitás mekkora hányadát állítjuk vissza (degradáció?)
 - garantált, részben garantált, nem garantált, preemptív
 - milyen gyorsan reagál hiba által érintett igény szempontjából a hálózat az adott hibára (kiesési idő?)
 - statisztikus (megbízhatóság-elmélet, javított rendszerek)
 - kiesési időarány - DTR
 - teljesítményindex - PI



Védelmi osztályok

- Alapeset: teljes védelem egyszeres hibák esetére
- De: a különböző minőségű adatforgalmak ennél finomabb felbontású védelmi opciókat igényelnek
- Definíciók:
 - QoP – a védelem mértéke különböző hibaesetekben
 - R_1 szolgáltatás: védelem egyszeres szakaszhibák ellen
 - R_2 szolgáltatás: védelem kétszeres szakaszhibák ellen
- Védelmi séma: helyreállítás



Védelmi osztályok

Additív osztály

Alapvető osztályok

Platina	Garantált védelem minden kétszeres linkhiba ellen (R ₂ szolgáltatás)
Arany	Garantált védelem minden egyszeres linkhiba ellen (R ₁ szolgáltatás)
Ezüst	Nem garantált védelem az Arany osztály védelemi akcióinak lezárulása után (a maradék kapacitáson)
Bronz	Nem védett
Takarékos	Nem védett, üzemi kapacitásai a latina, az Arany és az Ezüst (pre-emptív) osztályok védelmi céljaira felhasználhatók



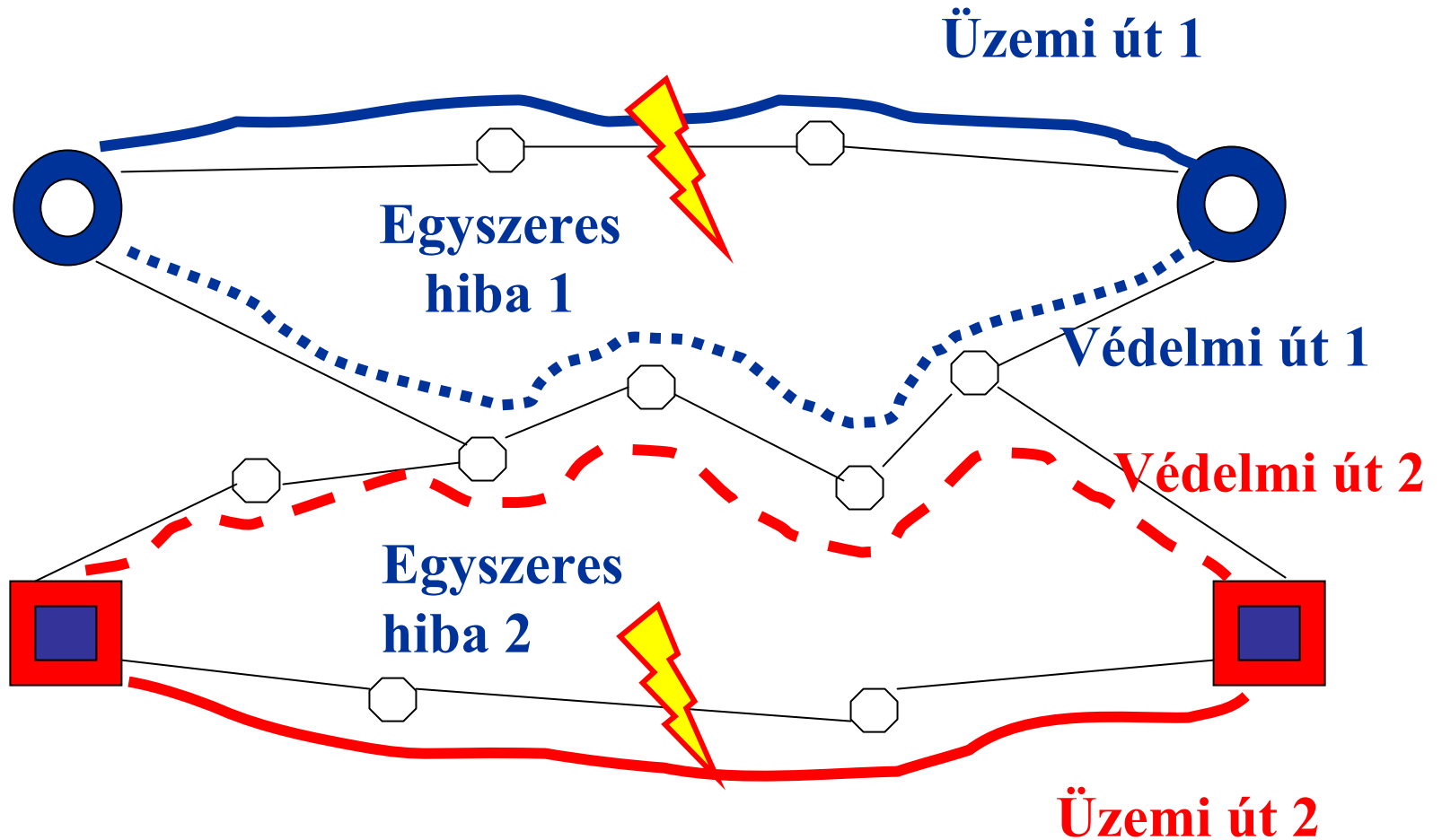
Reagálási sebességek

- Az idő – pénz
 - Minél hosszabb a kiesés, annál nagyobb veszteség.
 - A gyors reagáláshoz egyszerű működési mechanizmus szükséges → alacsony hatékonyságú osztózkodás.
 - A reagálási sebesség arányos az akcióban (kapcsolás) résztvevő csomópontok számával.



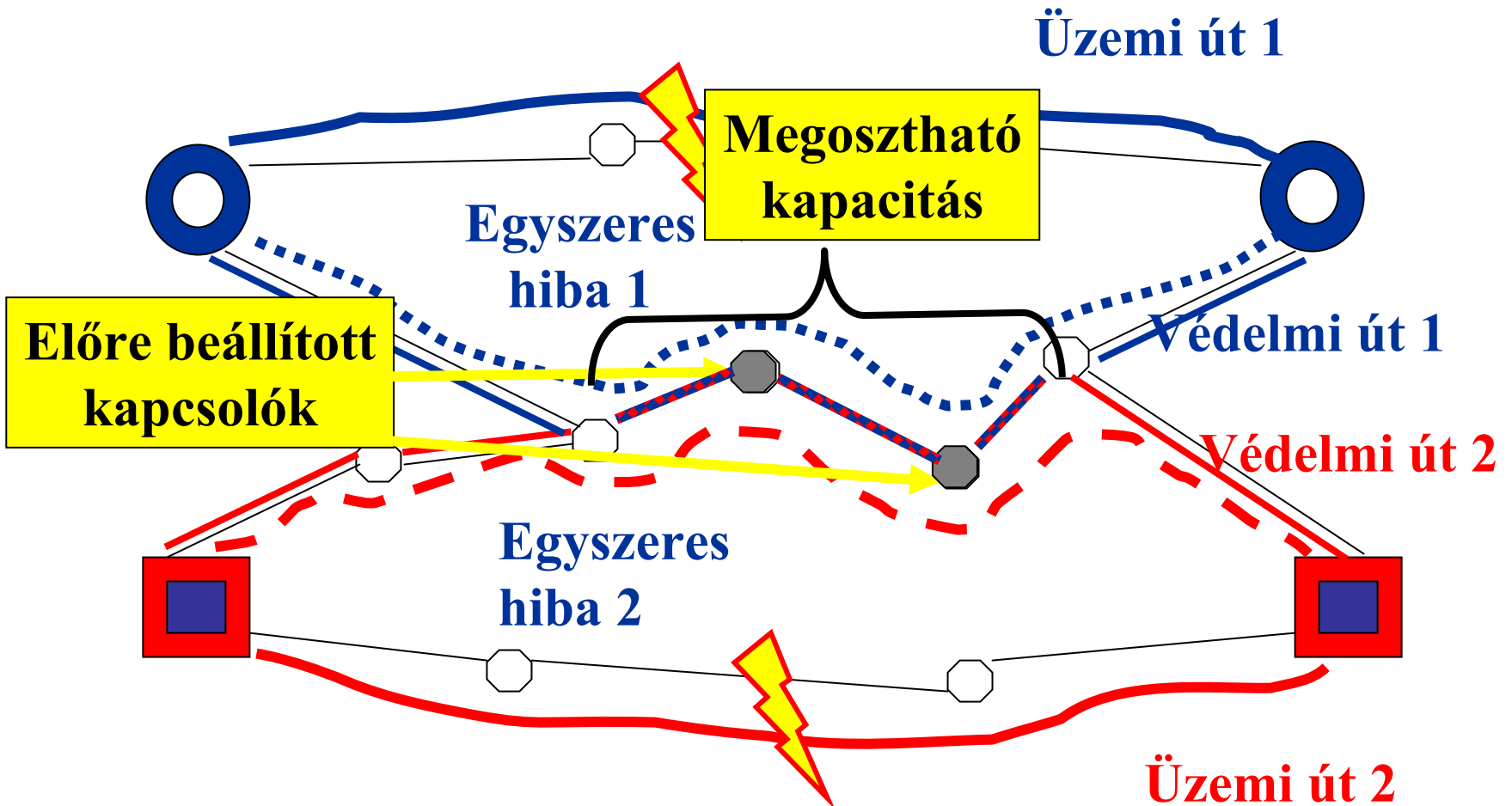
Helyreállítás igény szerinti reagálási idővel

4/1



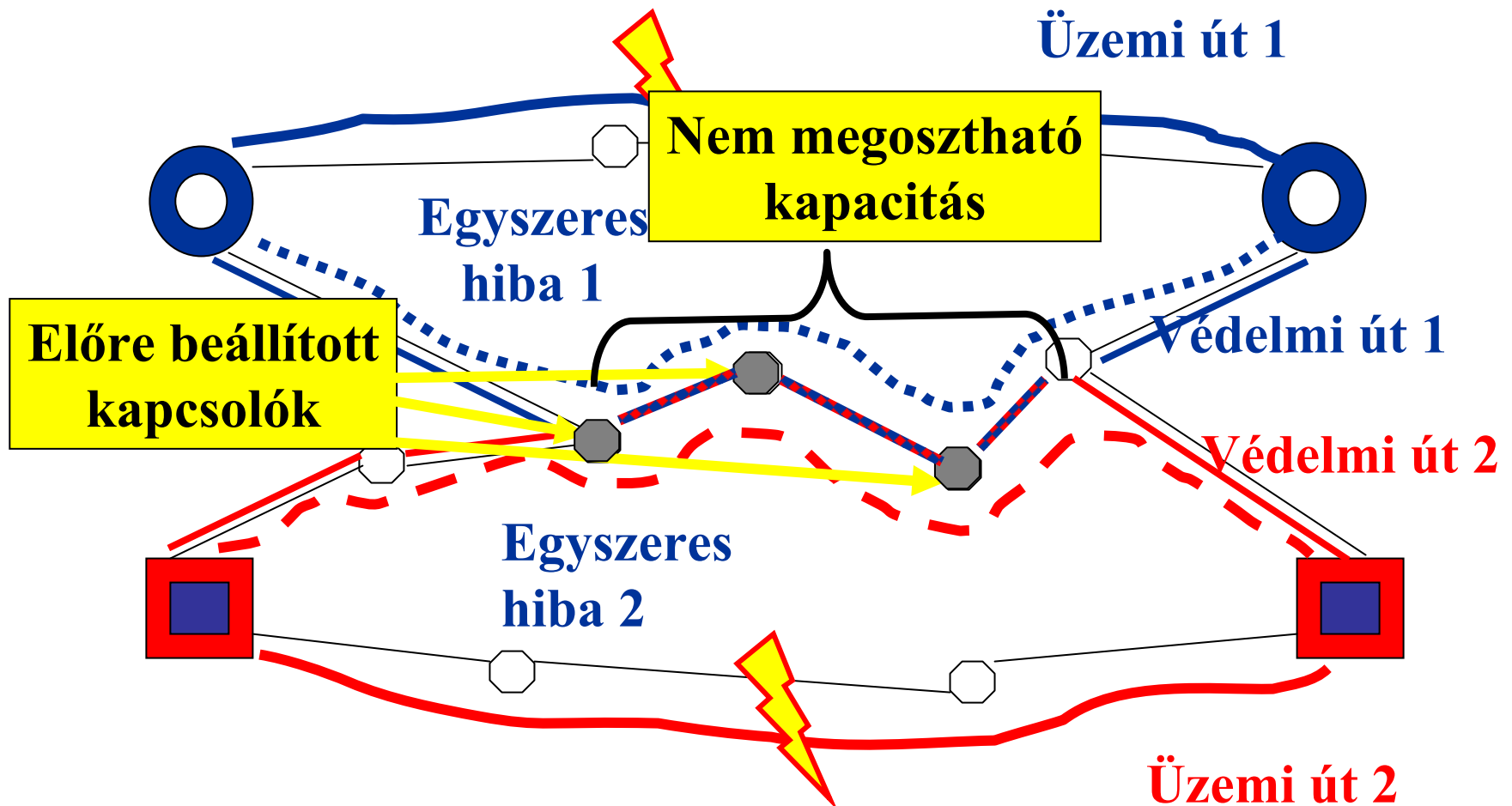
Helyreállítás igény szerinti reagálási idővel

4/2



Helyreállítás igény szerinti reagálási idővel

4/3



Helyreállítás igény szerinti reagálási idővel

4/4

- A két véglet:
 - 1+1: gyors reagálás, nagy többletkapacitás
 - maximális osztozkodású helyreállítás:
viszonylag lassú reagálás, minimális többletkapacitás



Többrétegű védelem

- védelmi képességek megvalósítására több technológiai réteg is alkalmas
- hatékony erőforrás-felhasználás, redundancia elkerülése
- együttműködés

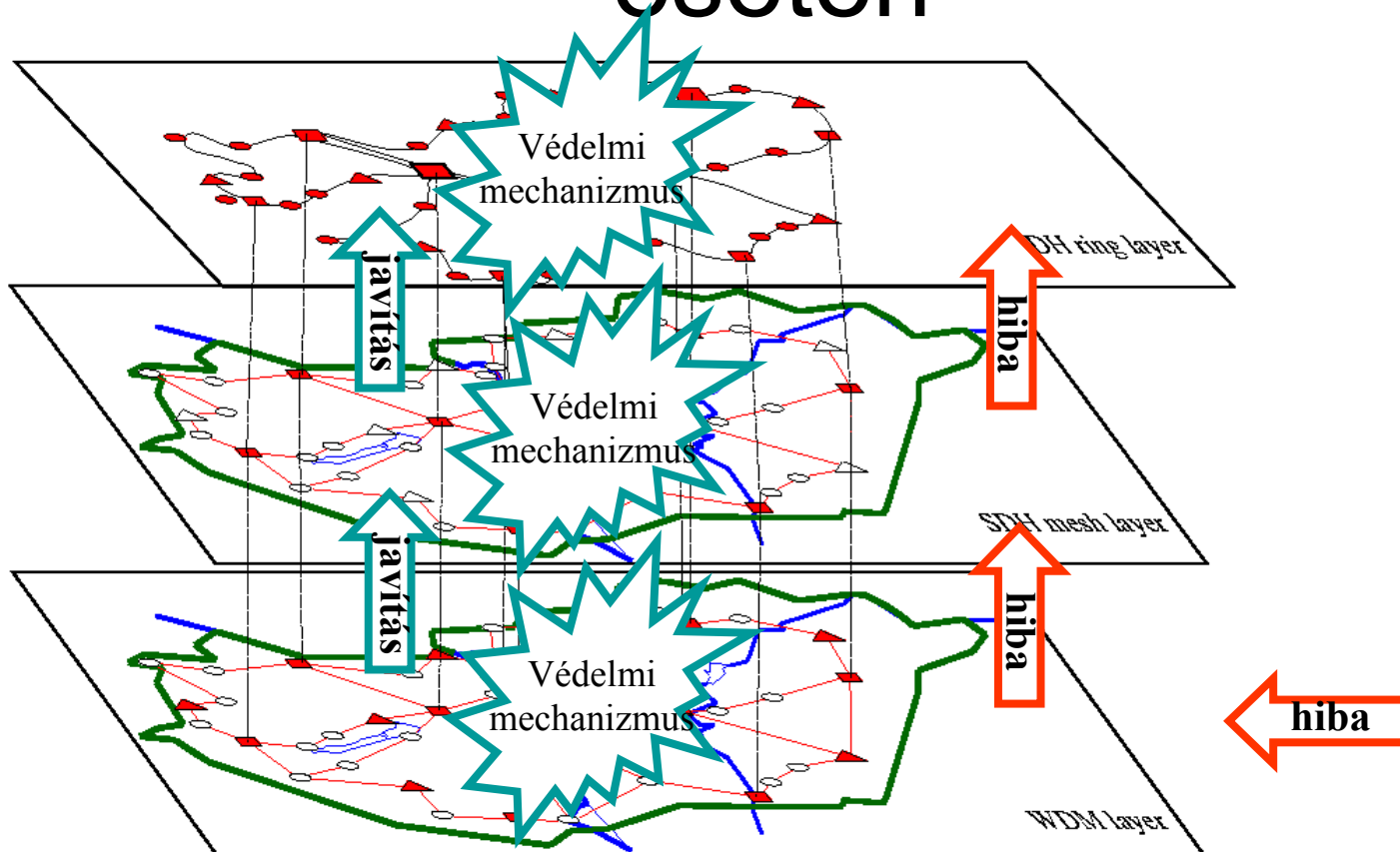


Hibahatások többrétegű védelem esetén

- hibaesemény egy adott rétegben
- a hibahatás felfelé (kliensek felé) továbbterjed
 - pl. egy kábelhiba -> több átviteli rendszer kiesése ...
- a védelmi mechanizmus (ha van) reagál
- a védelmi mechanizmus működésének eredménye felfelé (kliensek felé) továbbterjed

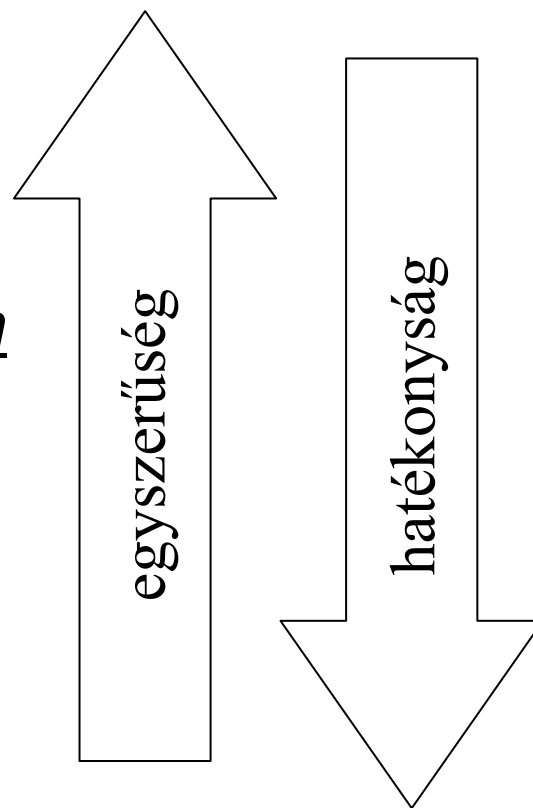


Hibahatások többrétegű védelem esetén



Együttműködés többretegű védelem esetén

- Az együttműködés mértéke:
 - nincs - független működés -> instabilitás veszélye
 - információcsere nélkül, konfigurálási alapon – időzítés -> az elérhetőnél lassabb reagálás
 - minimális információcsere – token -> rétegenként független tartalékok
 - szoros együttműködés – integrált menedzsment -> eltérő alapon működő technológiai rétegek együttes menedzselése ?!



Hálózatanalízis: Hálózatok megbízhatósági jellemzői



Védett hálózatok jellemzése

- Hogyan viselkedik a hálózat az egyes hibaállapotokban?
- Mivel jellemezhető ez a viselkedés?
- Milyen alapon lehet összehasonlítani a különböző védelmi megoldásokat alkalmazó hálózati változatokat?
- tervezési/architektúrális jellemző



Alapvető megközelítés

- Általános modell: $G = (V, E)$
 - K-terminal rendszerek: $K \leq ||V||$
 - speciális „határ-”esetek: $K = 2, K = ||V||$
- 4 jellemző csoport: 4 fejlődési lépés
 - összefüggőség
 - maximális folyam (capacity)
 - többtermékes folyam (multicommodity flow)
 - teljesítőképeségi (performability) index



Összefüggőségi paraméterek

- jellemzők:
 - egyszerű gráfmodell
 - kétállapotú elemek
 - klasszikus gráftechnikák
- problémák:
 - az általános eset NP-teljes
 - csak “infrastrukturális” jellemző, de a degradációt nem méri valójában



Folyam- (kapacitás) paraméterek

- jellemzők:
 - egyszerű kapacitásos gráfmodellek
 - vágat, út, dekompozíciós technikák
- problémák:
 - NP-teljes
 - nincs reális elvezetés-kezelés ---
“hálózati képesség”, szolgáltatás
implementációs és menedzsment
szempontok figyelembevétele
nélkül



Többtermékes folyam paraméterek

- jellemzők:
 - valóságos routing/rerouting feltételek
 - kapacitásos gráfmodellek
 - valós „bérelt vonali” mérőszámok
- problémák:
 - nagyon időigényes (“minden hibaállapotban újratervezés”)
 - a degradáció sokszor csak közvetett
(*teljesítmény- és nem kapacitás*csökkenés)



Teljesítőképeségi

(*Performability*) paraméterek

- jellemzők:
 - valamennyi esetre általános modell
 - valós forgalmi útvonalválasztás
 - valós teljesítmény-degradációs mérőszámok (kapcsolt hálózatok)
- problémák:
 - különlegesen időigényes (teljesítmény analízis minden hibaállapotban)



Alapmodellek

- él/csomópont/mindkettő típusú hibák
- függő/független elemek
- két-/többállapotú elemek
- speciális/általános gráfok
- maxflow/fix/reaktív útvonalválasztás
- összefüggőség/kapacitás/forgalmi mérőszámok
- *nagyon sokféle analízis technika*



Teljesítőképeségi (Performability) paraméterek (Definíció)

$$NPI = \frac{E(Perf)}{Perf_{\max}} = \frac{\sum_{y \in Y} Perf(y) Pr(y)}{Perf_{\max}}$$

$$g(y) = 1 - \frac{Perf(y)}{Perf_{\max}}$$

$$AL = E g(y) = \sum_{y \in Y} g(y) Pr(y) \quad NO(c) = P(g(y) > c) = \sum_{y \in Y: g(y) > c} Pr(y)$$



Teljesítőképeségi (Performability) paraméterek (Kiegészítő megjegyzések)

- a várható teljesítmény (veszteség) viszonya a névlegeshez
- teljesítmény-eloszlás
- minden paraméter kifejezhető ezen paraméteren keresztül



Védelmi megoldások teljesítmény- jellemzőjének meghatározása

- Egy adott y hálózati állapotra a sikeresen kiszolgált igények kapacitásának összege (igényosztályonként)

$$D^c = \{d_{i,j}^c\}, \text{perf}(y) = \sum_{\forall i,j:\exists p_{i,j,y}^c} d_{i,j}^c$$

- $d_{i,j}^c$ – az i,j pontok közti igény a c igényosztályban
- $p_{i,j,y}^c$ – $d_{i,j}^c$ útja az y hálózati állapotban



Dedikált védelmek

- $p_{i,j,y}^c$ működik, ha a hibás hálózatelemen (él vagy csp.) eredetileg nem haladt át
- egy hiba
 - nem befolyásol – $d_{i,j}^c$
 - a két (1+1) út egyikét szakítja meg – $d_{i,j}^c$
- két vagy több hiba
 - nem befolyásol – $d_{i,j}^c$
 - a két (1+1) út egyikét szakítja meg – $d_{i,j}^c$
 - mindkét utat megszakítja – 0



Osztott védelmek

- (egyszeres hibákra méretezett)
- $p_{i,j,y}^c$ működik, ha a hibás hálózatelemen (él vagy csp.) eredetileg nem haladt át
- egy hiba
 - nem befolyásol – $d_{i,j}^c$
- két vagy több hiba
 - nem befolyásol – $d_{i,j}^c$
 - versenyhelyzet $\leq d_{i,j}^c$!!!

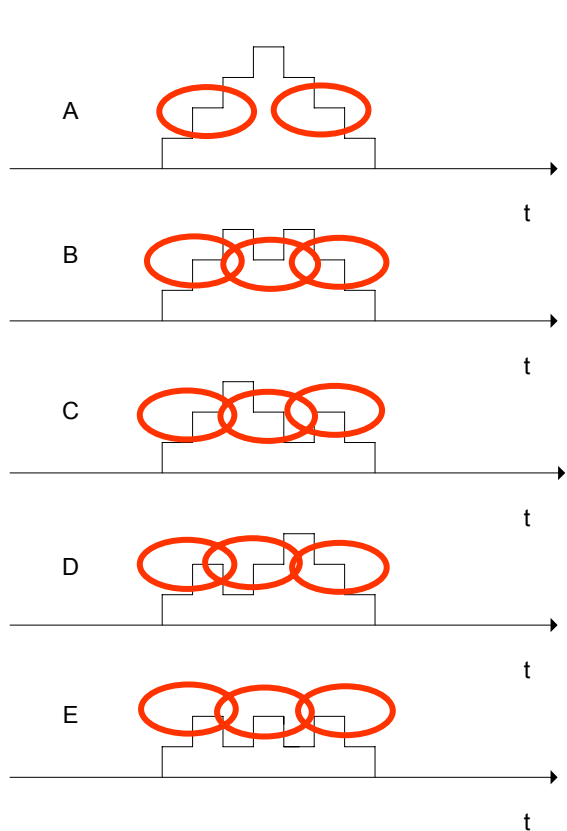


Védelmi megoldások teljesítmény- jellemzőjének meghatározása

- dedikált védelmek esetén hibaállapotfüggő
- osztott védelmek esetén sorrendfüggő (hiba, javítás)



Sorrendfüggő hálózati állapotok



↑ hiba
↓ javítás

- pl. kéthibás állapot többféleképpen is kialakulhat
- ha a hálózatmenedzsment minden hibaeseményre megpróbál a dinamikus védelmi mechanizmus alapján reagálni, akkor mindegyik állapotban más-más hálózati konfiguráció alakul ki



Védett összeköttetés jellemzése

- egy pont-pont összeköttetésre (átviteli útra)
- szolgáltatási jellemző
- alapesetben (nem védett, dedikált tartalék alapozott védelmű): klasszikus megbízhatóság-elméleti modell (soros, párhuzamos elemek)
- osztott védelem és helyreállítás alkalmazásakor többszörös hibák esetén önmagában nem kiértékelhető (a versenyhelyzet miatt kölcsönhatás más összeköttetésekkel)



Védelmi alapok összefoglalása

- védelmi sémák: védelem, helyreállítás
- alkalmazásuk a technológiai és topológiai feltételek függvénye
- a védelem minősége: garantáltság, reagálási idő
- differenciált védelem: védelmi osztályok
- többretegű védelem: együttműködés módja
- védett hálózatok jellemzése:
tervezési/architektúrális és szolgáltatási paraméterek

