INFORMÁCIÓS RENDSZEREK ÜZEMELTETÉSE

BME VIK TMIT

MÉRNÖK-INFORMATIKUS ALAPKÉPZÉS

8. FELÜGYELETI RENDSZEREK

Röviden a hálózati szolgáltatások minőségéről

- Elvárások a hálózati szolgáltatásokkal szemben
- QoS, SLA és SLS
- Végpontok közötti szolgáltatásminőség, elégedettség, QoE

TMN – Az első szabványosított távközlés-menedzsment keretrendszer

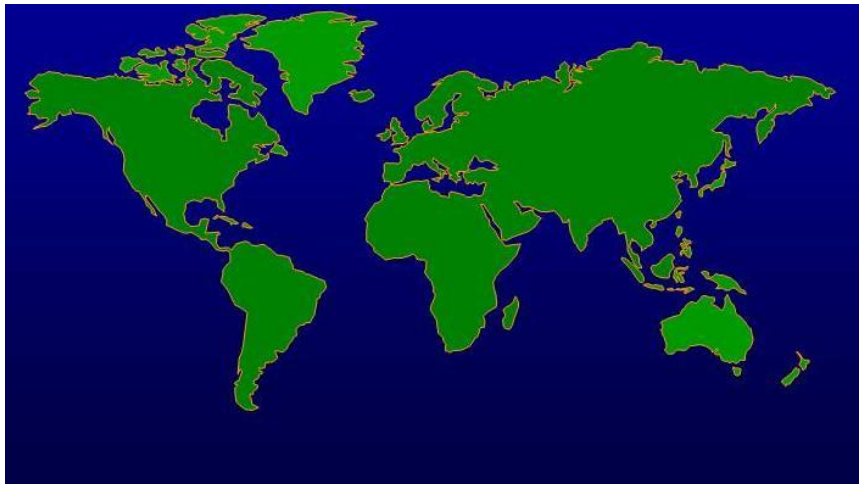
- FCAPS

Hálózatfelügyeleti módszerek

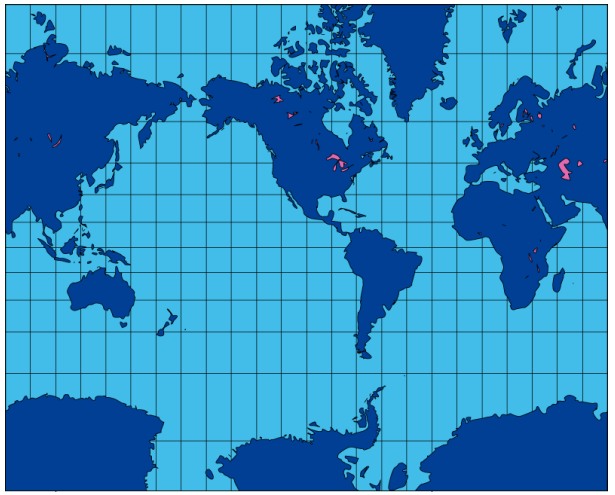
- A forgalom monitorozása
- Szolgáltatás-szintű elemzés
- Hibamenedzsment

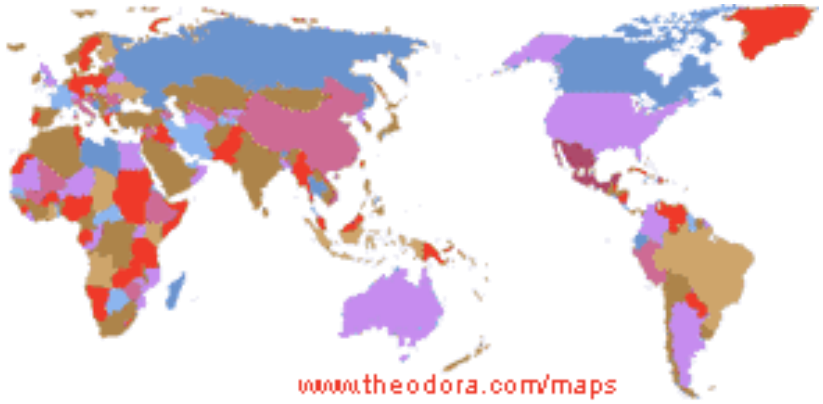
Alapprobléma: Lokális és globális nézőpont

A világ Európából,



Amerikából,



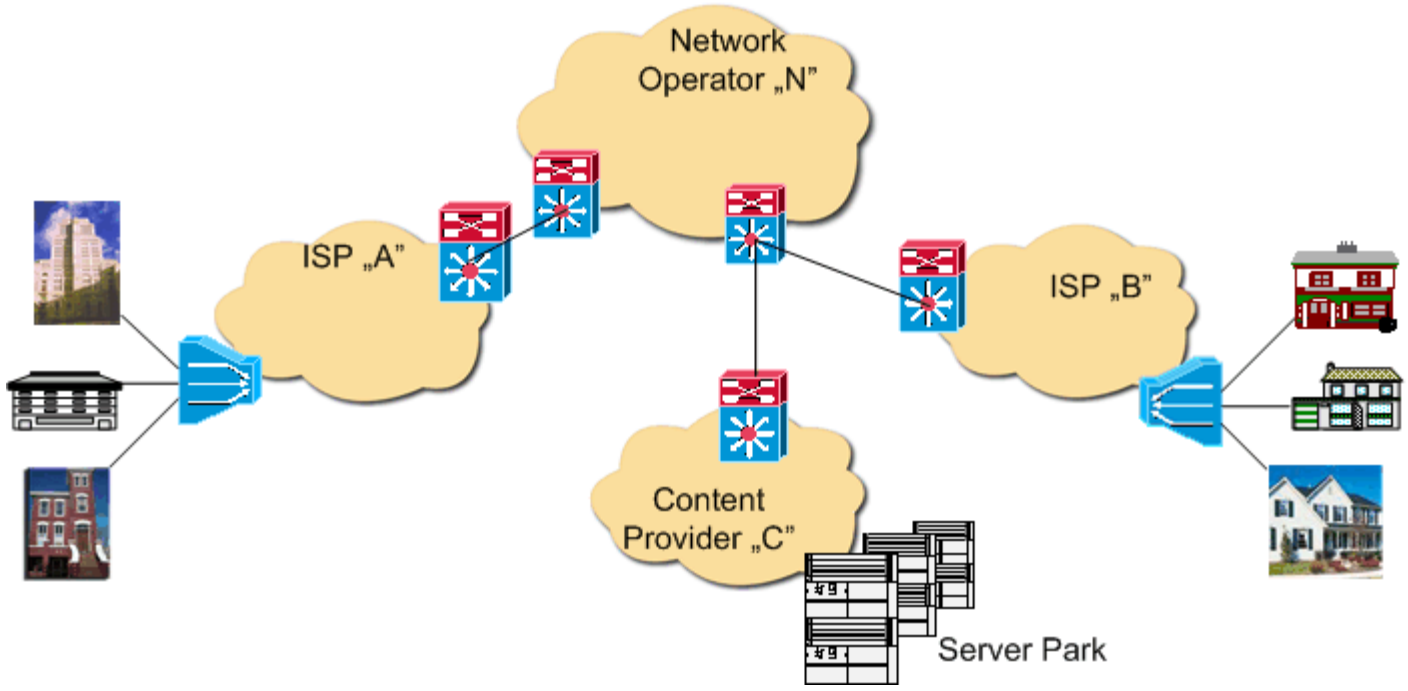


… és Ausztráliából nézve

A HÁLÓZATI SZOLGÁLTATÁSOK GLOBÁLIS, „END-TO-END” NÉZETE

A felhasználó akkor elégedett a szolgáltatással, ha
- ☑kéréseit **kiszolgálják**,
- ☑a szolgáltatás **minősége** is kielégítő,
- ☑az időszakos problémák hamar **megoldódnak**.

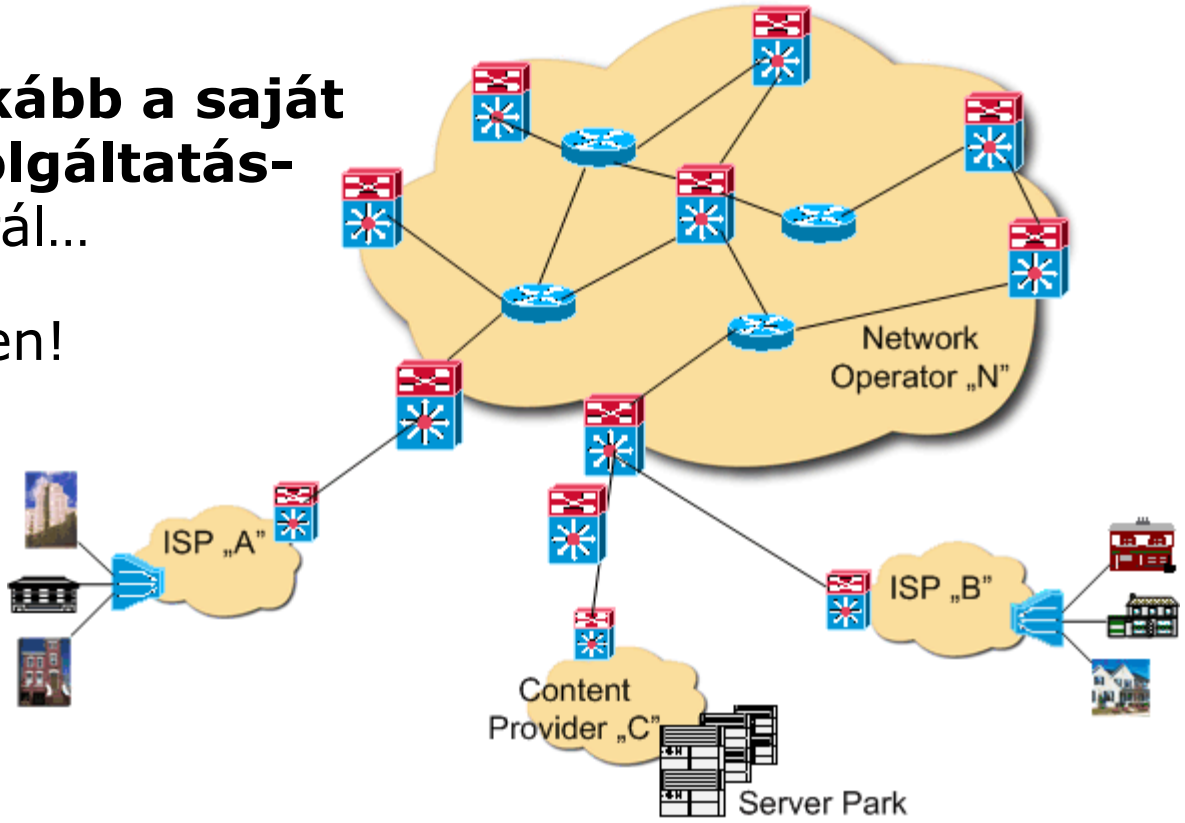
A felhasználó szemszögéből mellékes, hogy milyen szolgáltatókon keresztül teljesül a kérése.



A HÁLÓZATI SZOLGÁLTATÓ KÉPE A VILÁGRÓL - 1

A szolgáltató **leginkább a saját** hálózatán belüli **szolgáltatás-**minőségre koncentrál…

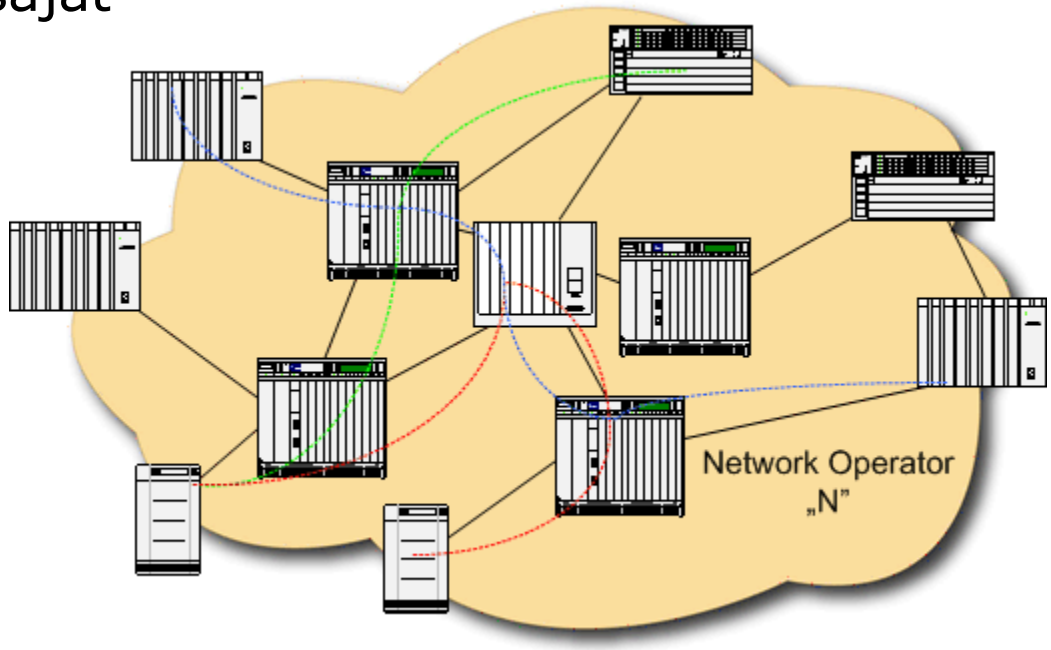
…szerencsés esetben!



A HÁLÓZATI SZOLGÁLTATÓ KÉPE A VILÁGRÓL - 2

…kevésbé szerencsés esetben azonban…

A szolgáltató **kizárólag** a saját hálózatán belüli **hálózat-**minőségre koncentrál



Quality of Service

- Tipikus mércék
  - …Rendelkezésre állás…
  - Áteresztőképesség (throughput)
  - Késleltetés
  - Késleltetés-ingadozás (jitter)
  - Csomagvesztés

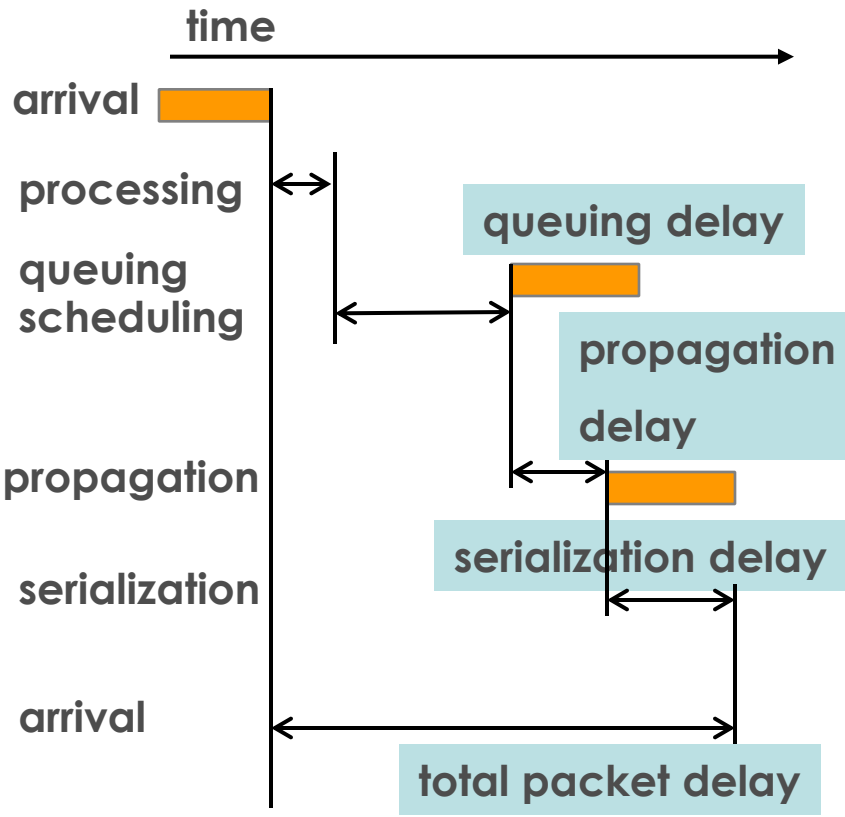
RENDELKEZÉSRE ÁLLÁS

- Szolgáltatás rendelkezésre állását befolyásoló tényezők
  - Hálózati rendelkezésre állás
    - *Fizikai szintű, adatkapcsolati szintű*, etc…
    - Erőforrások
  - Szolgáltatói tényező
    - Rendszer hiba

KÉSLELTETÉS

- Feldolgozási késleltetés (processing)
  - A csomagok feldolgozása és felkészítése az újraküldésre
- Sorbanállási késleltetés (queuing delay)
  - Csomagok sorbanállási ideje (a terhelés és az alkalmazott ütemezési eljárás határozza meg)
- Terjedési késletetés (propagation)
  - Adatok kapcsolaton való terjedés ideje
- Összeállítási késleltetés (serialization)

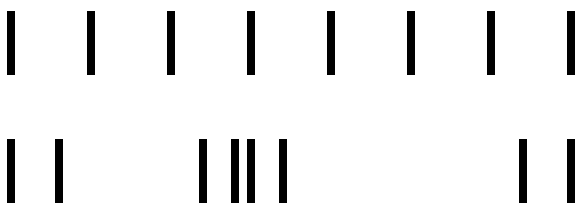
A teljes csomag megérkezésének ideje (az első és utolsó bitnek beérkezése között eltelt idő)



teljes csomag késleltetés = (feldolgozási idő) + sorbanállási idő + (terjedési idő) + továbbítási idő

A JITTER

- Jitter: a késleltetés ingadozása
  (részleteiben több értelmezése is van)
- Mértéke:
  - Szórás (átlagtól való átlagos letérés)
  - A kis valószínűségű, de nagyobb késleltetéseket is beleszámítja (pl. p>0,001) – jitter–buffer méretezés
- Hasznossága „itt”: a *csomagközti idők* jittere az interaktív hang/video átvitelnél érdekes
  - Nagy jitter: nagy szünet a lejátszandó keretek között; kiürülhet a buffer

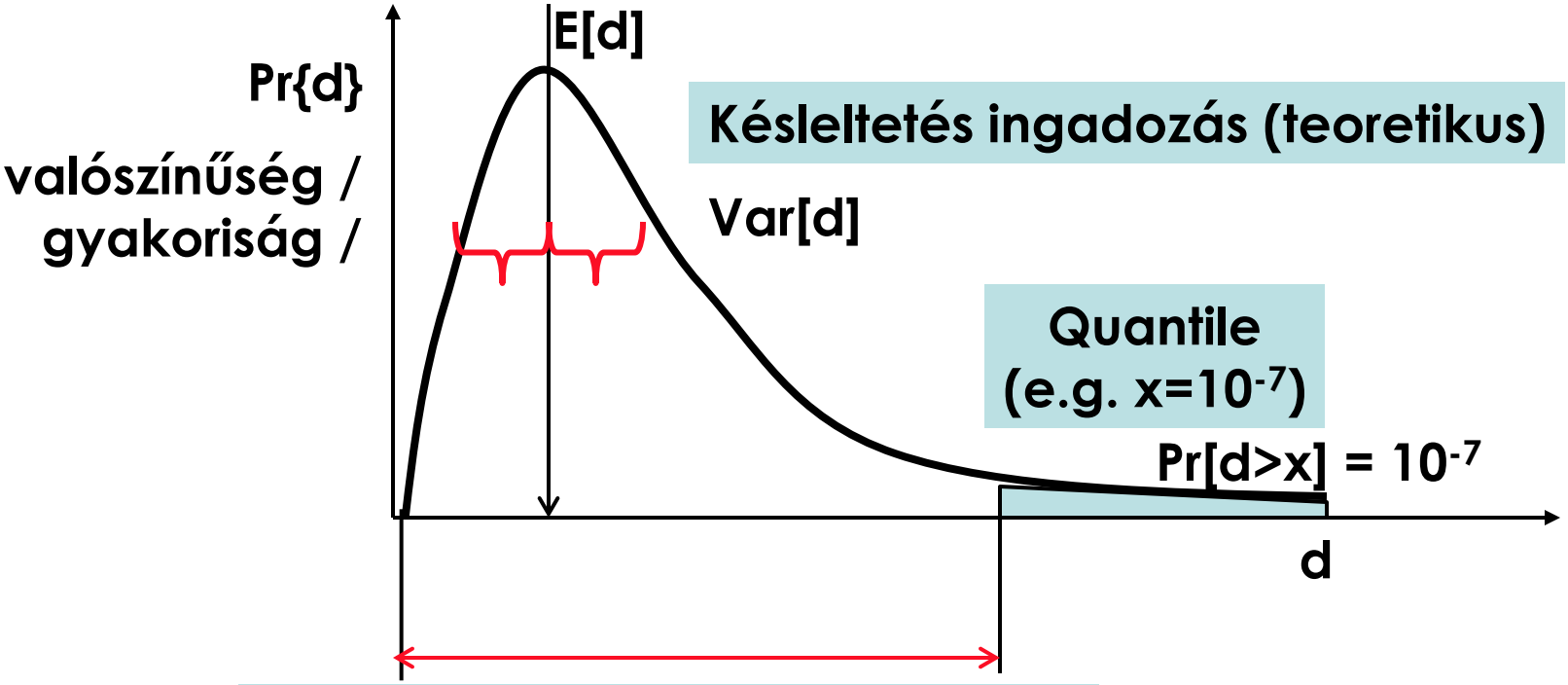


- csomagok közötti idő közel állandó: kis jitter

- börsztös forgalom: NAGY jitter

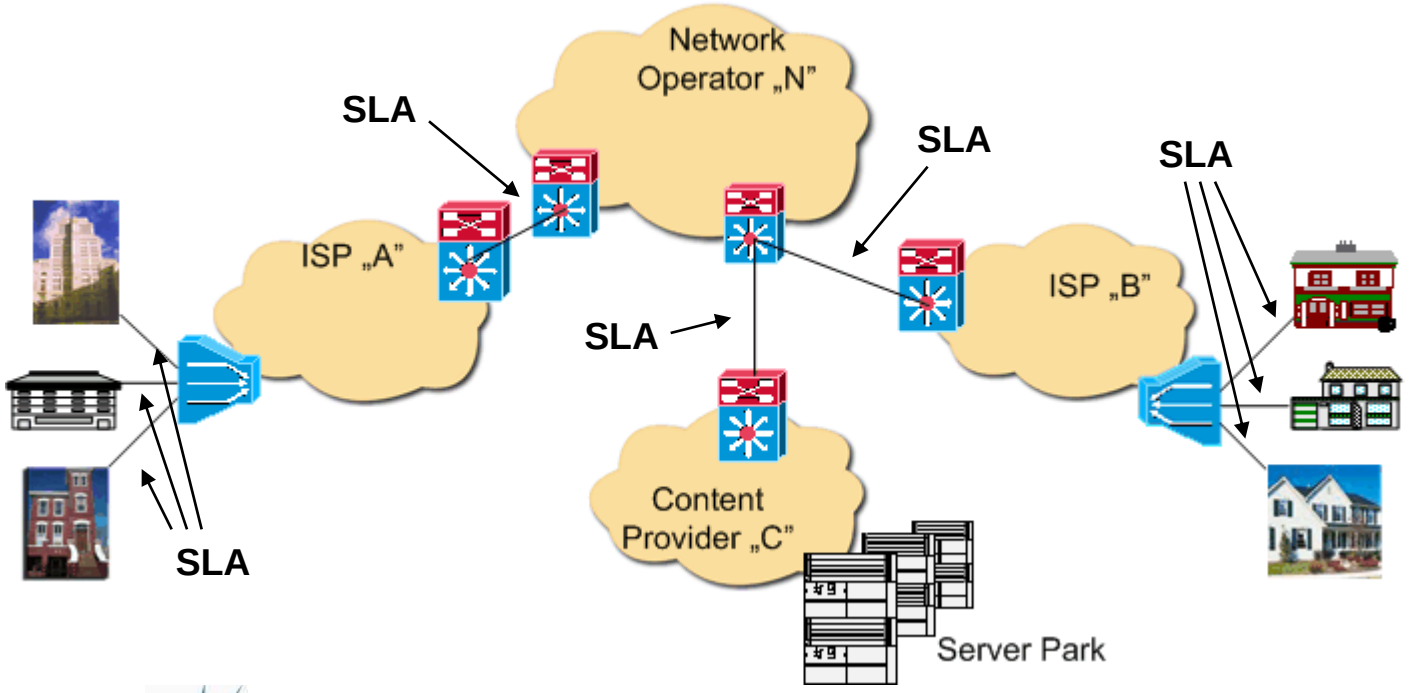
JITTER – KÉSLELTETÉSI INGADOZÁS

PDF, sűrűségfüggvény



MEGEGYEZÉS A SZOLGÁLTATÁSI SZINTRŐL -SLA

- SLA: Service Level Agreement
  - Ez maga a szerződés
    - a szolgáltatók/hálózat-operátorok között
    - a hozzáférési hálózatot biztosító szolgáltató és az előfizető között



MEGEGYEZÉS A SZOLGÁLTATÁSI SZINTRŐL -SLS

- …az SLA „műszaki melléklete” az
- SLS: Service Level Specification
  - A szolgáltatás „minőségét” leíró műszaki…
    - áteresztőképesség - [kbps]
    - (késleltetés)
    - (jitter)
    - (vesztési arány)
  - … és nem-műszaki…
    - rendelkezésre állás
    - probléma-megoldási időintervallumok
  - …paraméterek és küszöbértékeik.

QUALITY OF EXPERIENCE - QOE

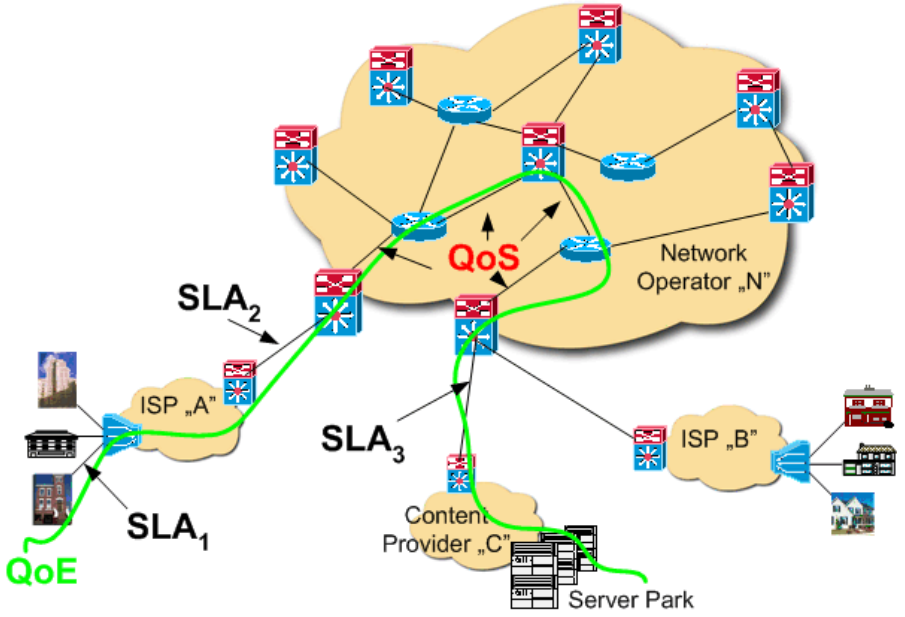
- A felhasználó a hálózati szolgáltatásokat a hálózati adottságok „észrevétele nélkül” szeretné használni.
- A hálózati szolgáltatásokkal kapcsolatos elégedettsége (QoE) szubjektív küszöbértékektől függ
- A QoE mércék típusai:
- szolgáltatás elérhetősége
  - az alaphozzáférés működik-e
  - az alkalmazás elérhető-e, és ad-e (egyszer csak) választ
  - a szolgáltatás minősége
    - … lásd „elvárások a szolgáltatásokkal szemben”
    - szolgáltatásonként eltérő küszöbértékek az „end-to-end” QoS-re
    - a felmerülő problémák megoldásának időtartama és minősége

ELVÁRÁSOK A SZOLGÁLTATÁSOKKAL SZEMBEN

Elvárások ➤ Szolgáltatás ➘	Sáv-szélesség	Késleltetés	Adat-vesztés	Egyéb
Interaktív beszéd és video (konf.)	B: kicsi V: NAGY	Minimális	Best Effort	Alacsony jitter
Off-line streaming audio és video	A: kicsi V: NAGY	Best Effort	Best Effort	Alacsony jitter
Kliens-szerver lekérdezések	kicsi	Alacsony	Alacsony	
Letöltések	NAGY	Alacsony	Best Effort	
Potenciálisan rosszindulatú forg.	kontrolált	Best Effort	Best Effort	Izoláció javasolt
Hálózati játékok	Változó	Minimális	Minimális	
Egyéb (E-mail, …)	Kicsi	Best Effort	Best Effort	

QoE – SLA – QoS

…Van-e a „mai” valóságban kapcsolat közöttük?



Ha nincs, akkor „szolgáltatás-szintű menedzsment” tekintetében nem hagyatkozhatunk a hálózatra.

Kell egy folyamatosan és megbízhatóan működő **felügyeleti rendszer**!

HÁLÓZATFELÜGYELETI MÓDSZEREK

- A TMN filozófia
  - Logikai modell:
    - Business-, Service-, Network-, Element-, Network-element-szintek
- A forgalom monitorozása – szintek és módszerek
- Szolgáltatás-szintű elemzés
- Hibamenedzsment
  - Hibajel (event)
  - Hibajegy (alarm)
  - Hibajel-feldolgozás
  - Hibaok-keresés

TMN – Telecommunications Management Network

„A TMN segítségével a szolgáltatók menedzselhetik a különböző

- operációs rendszereken
- hálózati elemeken
- hálózattípusokon

átívelő kapcsolatokat és kommunikációt.”

A TMN (ITU-T M.3010)

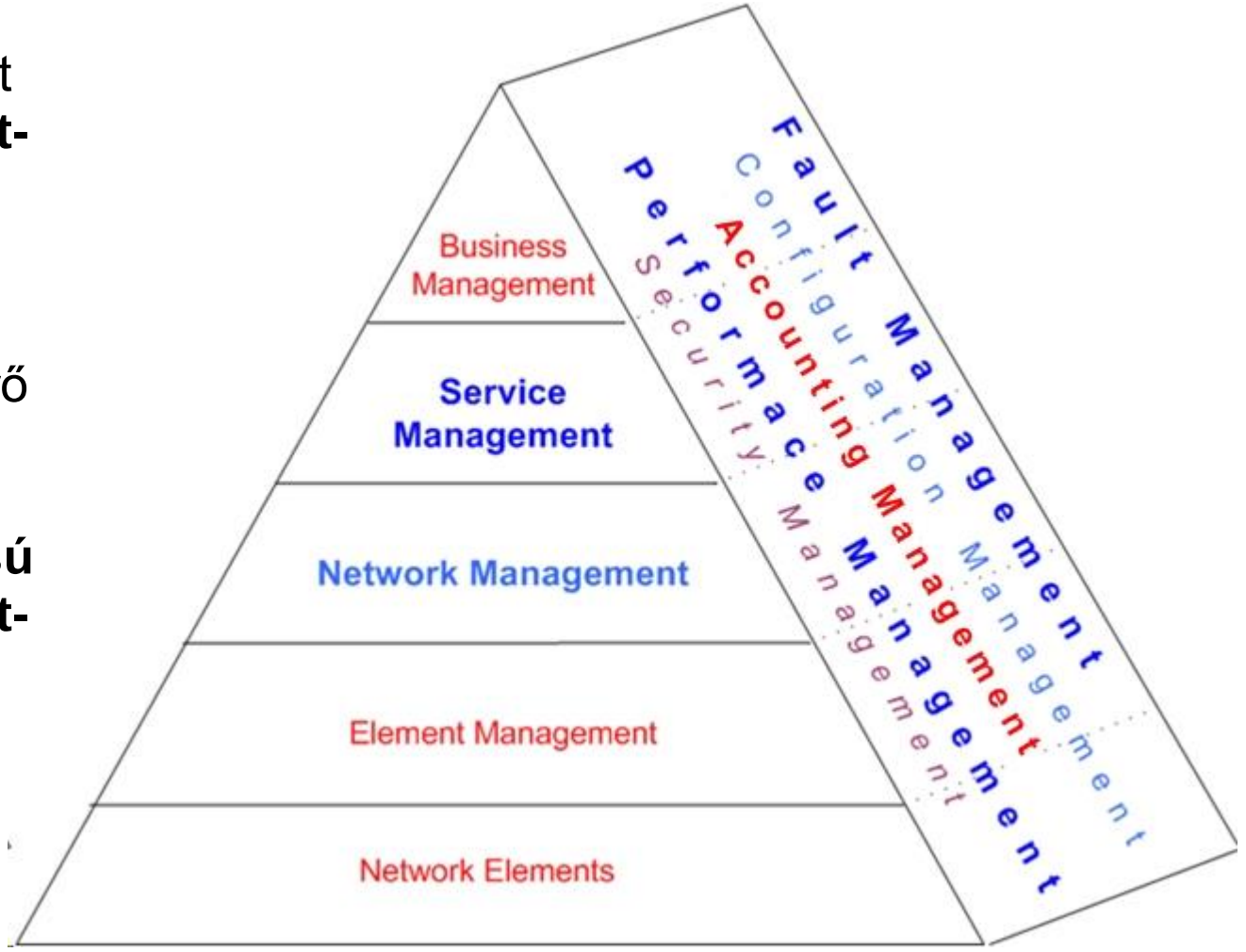
- funkcionális modellt
- logikai modellt
- szabványos interfészeket kínál

a hálózatmenedzsment során felmerülő problémák megoldására.

A TMN LOGIKAI MODELL

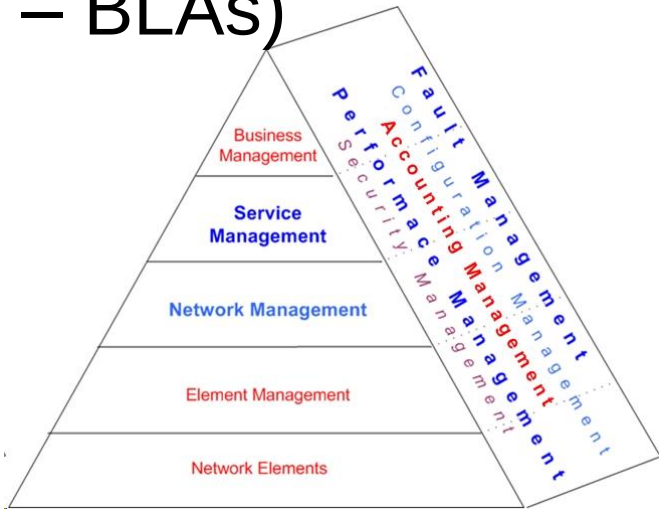
– Jól elkülönített **menedzsment-szintek**

– A különböző szinteken eltérő mértékben jelentkeznek **hasonló típusú menedzsment-feladatok**



TMN – Business Management

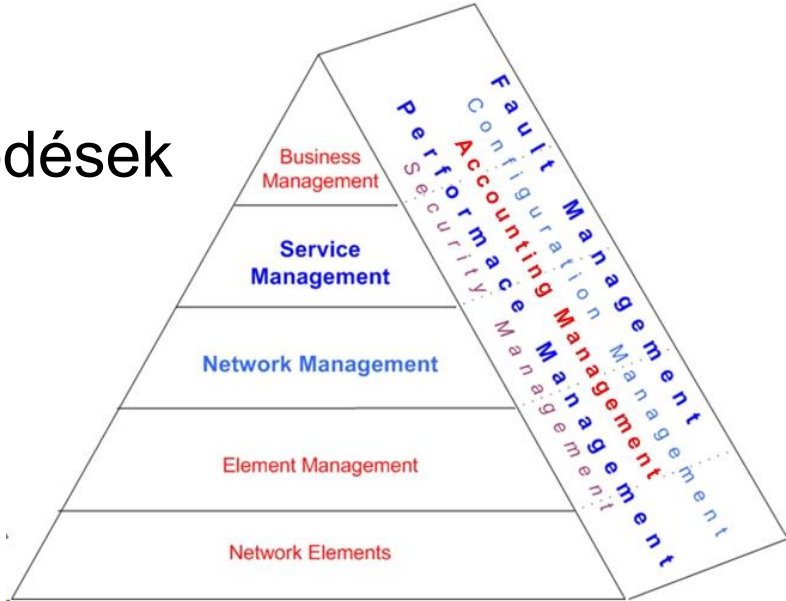
- Magas szintű tervezés
- Pénzügyi tervek és ellenőrzés
- Célok definiálása
- Döntéshozás
- Üzlet-szintű egyezmények
  (Business Level Agreements – BLAs)



TMN – Service Management

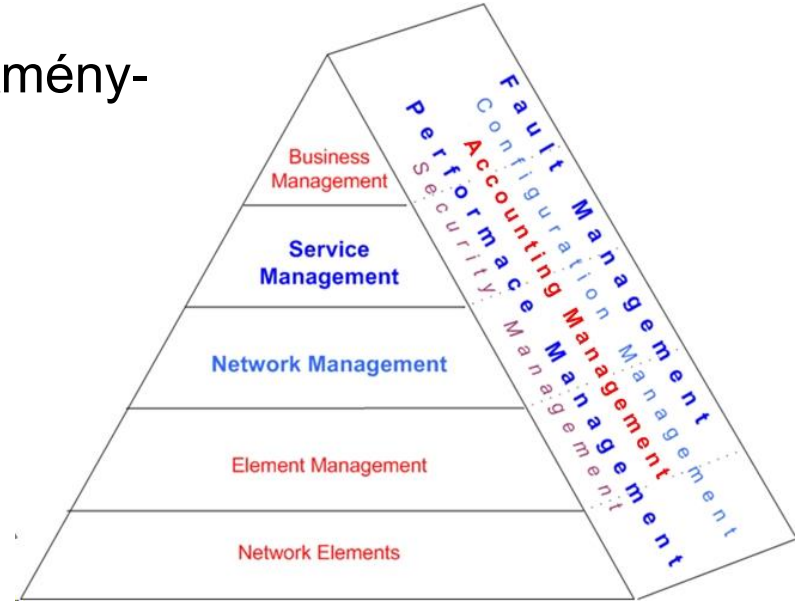
– Alapvetően ide tartozik a felhasználóval való kapcsolattartás:
  - szolgáltatás beindítása és módosítása
  - számlázási feladatok
  - szolgáltatásminőség felügyelete és biztosítása (PM)
  - hibamenedzsment (FM)
– A hálózati szintű információk felhasználása
  - a felhasználóval és
  - a többi szolgáltatóval

kialakított szolgáltatás-szintű szerződések (SLAs) biztosítása érdekében.



TMN – Network Management

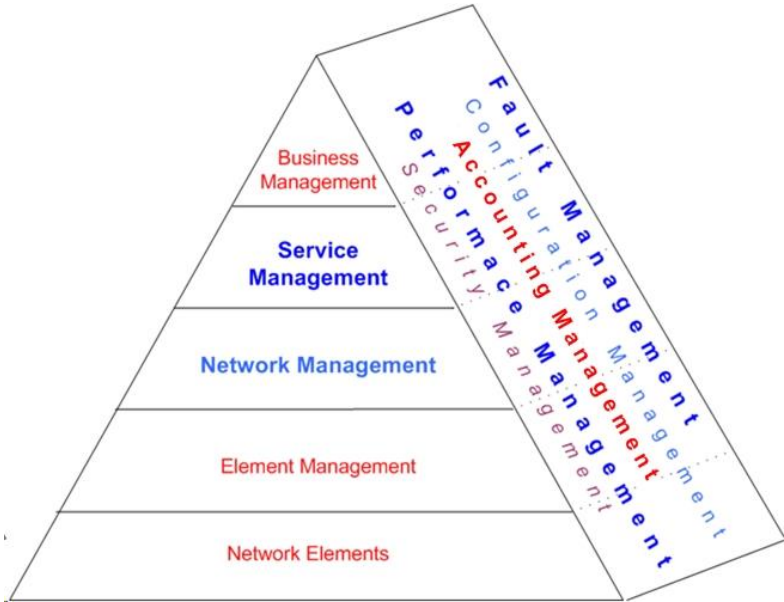
- A hálózat, mint elkülöníthető funkcionális egység felügyeletére és vezérlésére vonatkozó feladatok
  - az egyes hálózati elemek (ilyen minőségű) menedzsmentje
  - a hálózati szegmensek menedzsmentje
- A hálózati elemektől érkező információk felhasználása
  - a hálózati szintű hiba- és teljesítmény-menedzsment során
  - a szolgáltatás szintű feladatok elvégzésének előkészítésére



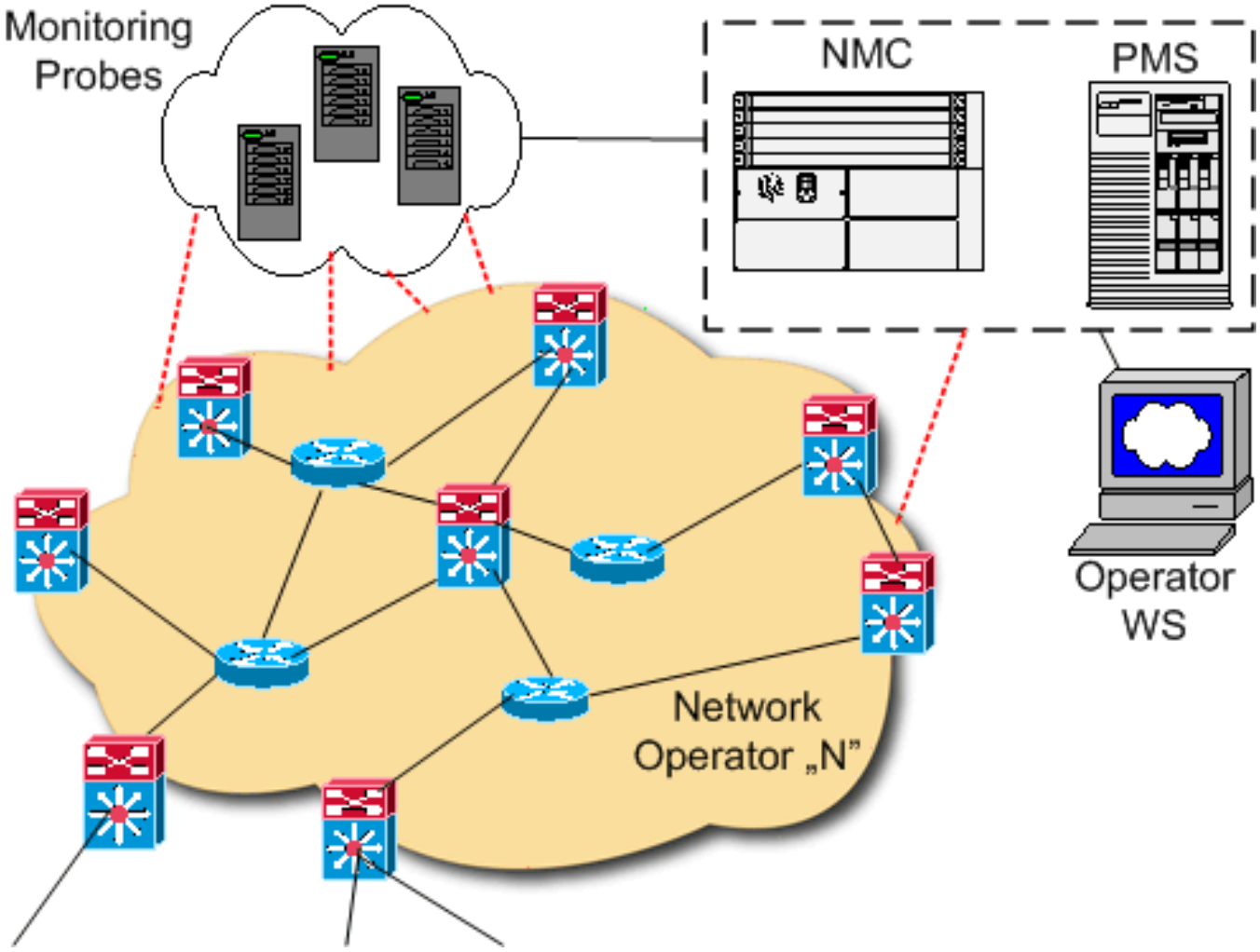
TMN – ELEMENT MANAGEMENT

– Az egyes hálózati elemek, mint önálló, sok funkcionalitással rendelkező gépek felügyeletére és vezérlésére vonatkozó feladatok

– Tipikusan a rendszergazda felelős ezekért

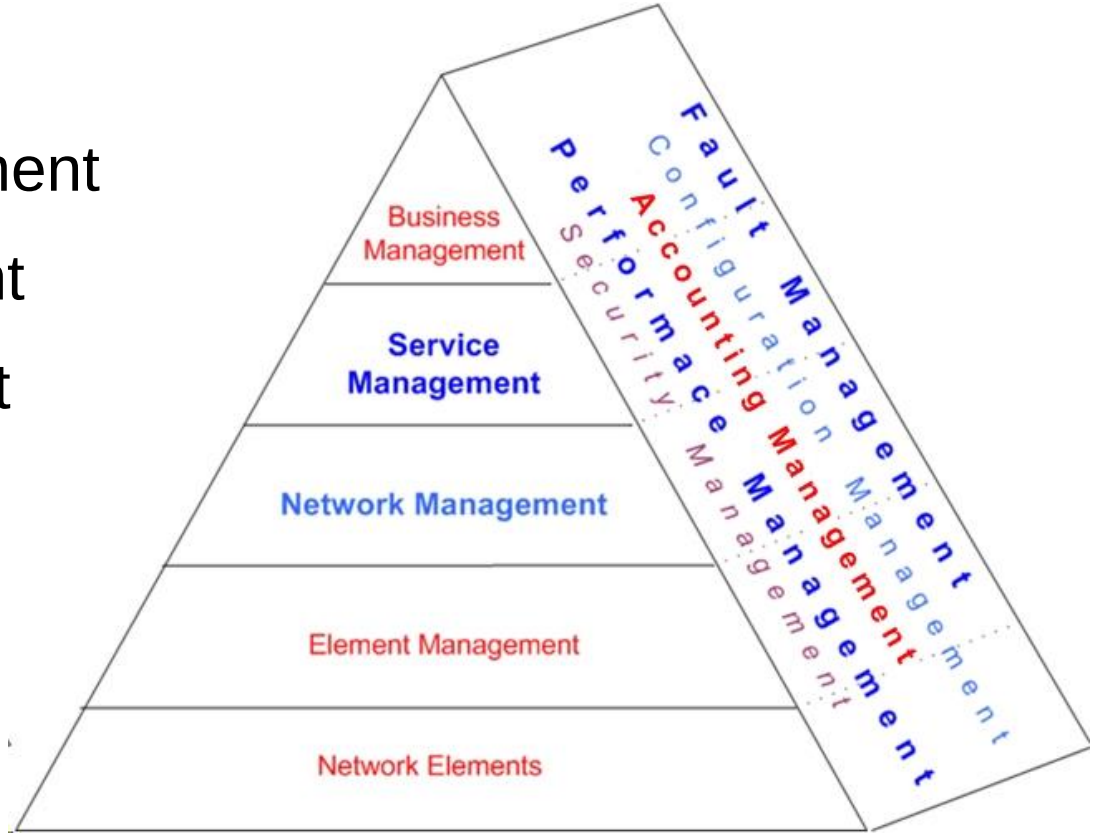


TMN FCAPS – A FELÜGYELŐ HÁLÓZAT



TMN FCAPS

- **F**ault Management
- **C**onfig. Management
- **A**ccounting Management
- **P**erform. Management
- **S**ecurity Management



TMN – FCAPS - FAULT MANAGEMENT

Az FM felelős azért, hogy a szolgáltatások mindig elérhetőek legyenek.

- Hibaesetek detekciója
- Hibaesetek jelzése az operátor felé
- Hibafeldolgozás
- Hibaok feltárása
- Hiba javítása
- Az ezekkel kapcsolatos események
  - nyomonkövetése és
  - naplózása.
- A hibamenedzsment folyamatról részletesebben – később.

TMN – FCAPS - FAULT MANAGEMENT -2

- A rendszerelemektől származó információ lehet Push és Pull jellegű.
  - Mindkettőre van példa az SNMP keretein belül:
    - Push: SNMP trap
    - Pull: SNMP Get, Getnext, Getbulk…

TMN – FCAPS - CONFIGURATION M'GMNT

- Mindazokat a funkciókat lefedi, amelyek
  - a (hálózati) elemek felépítésének azonosításával,
  - az építőelemek részleteinek változásával foglalkoznak.
- Ide tartozik
  - Erőforrás-kihasználás
  - Hálózatfenntartás
  - Backup and Restore adatbázis kezelés
  - Topológia-felderítés és nyilvántartás
  - Változás-menedzsment
  - Eszköz- és raktár-adatbázis (Inventory)

TMN – FCAPS - ACCOUNTING M'GMNT

- Használati statisztikák gyűjtése és feldolgozása.
  - Eszköz- és egyedi erőforrás használat (CPU, mem,…)
  - Hálózat-használat
  - Szolgáltatás-használat, stb.

– Felhasználói adatok kezelése
  - Számlázás
  - Kvóta-kezelés

TMN – FCAPS - PERFORMANCE M'GMNT -1

- Általánosan feladatai közé tartozik
  - teljesítményre jellemző mércék (QoS vs. KPI vs. KQI) gyűjtése,
  - értékelése és
  - a küszöbértékek túllépésének jelzése;
  - a hálózat illetve a rendszer szűkös erőforrásainak lokalizálása,
  - a szűk keresztmetszetek hatásának minimalizálása.

- Üzemeltetési „intelligencia" felhasználása:

  milyen típusú szűk keresztmetszetek hogyan eliminálhatóak? (Action Plan…)

TMN – FCAPS - PERFORMANCE M'GMNT -2

- Mindennapi rendszergazdai feladatok:
  - Teljesítmény-adatgyűjtés
    - Passzív
    - Aktív

    - Egyszerű számlált statisztikák
    - Korrelált, származtatott statisztikák
  - Teljesítmény-riport
    - generálás,
    - gyűjtés,
    - archiválás.
  - Teljesítmény adat-elemzés
  - Küszöbértékek karbantartása, túllépés figyelés
  - Problémák jelzése (hasonlóan az FM-hez)

TMN – FCAPS - SECURITY M'GMNT -1

- Feladata a nem jogos (unauthorized, vagy „véletlen") hálózat vagy rendszer-erőforrás használatának minimalizálása.

- AAA:
- - Authentikáció

  (username/password)
- - Authorizáció

  (adott felhasználó hozzáférési/változtatási jogosultságának kezelése) ITU-T M.3010
- - Accounting

  (számlázás, adatnyilvátartás)

TMN – FCAPS - SECURITY M'GMNT -2

Feladatai:

- Authentikációs rendszer kezelése, karbantartása
- Authorizációs rendszer
  - A szelektív erőforrás-hozzáférés kezelése
  - Felhasználói hozzáférés-kezelés
  - Hozzáférési naplók karbantartása, feldolgozása
- Biztonsági események jelzése
  (event/alarm reporting)
- Biztonsági frissítések kezelése
  (mint a configuration mgmt-ben)
- Biztonsági audit lefolytatása, a kiadódó módosítások elvégzésének ellenőrzése

TMN – FCAPS

Részletesebb kitérő a

Network Management

feladatok felé:

Performance Management

-> Forgalom monitorozás

Fault Management

-> Hibamenedzsment

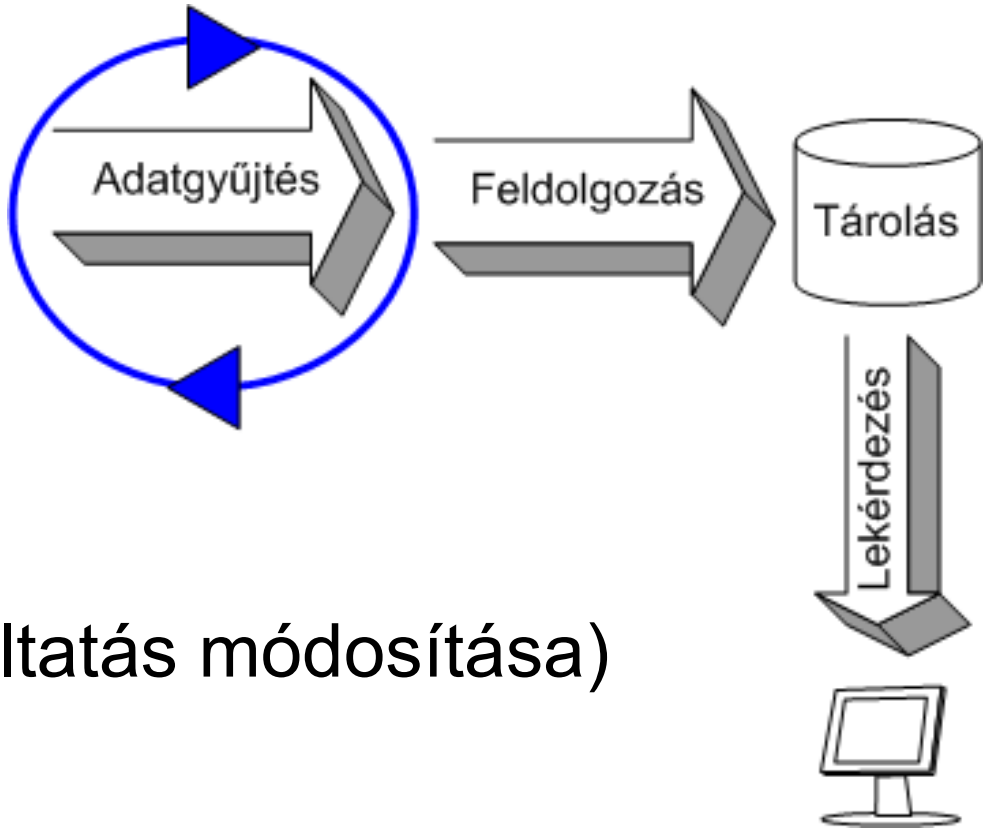
A FORGALOM MONITOROZÁSA

Mely feladatoknál használjuk?

- ❑ Hálózattervezés
- ❑ Hálózati optimalizálás
- ❑ Hálózatfelügyelet

Mit értünk alatta?

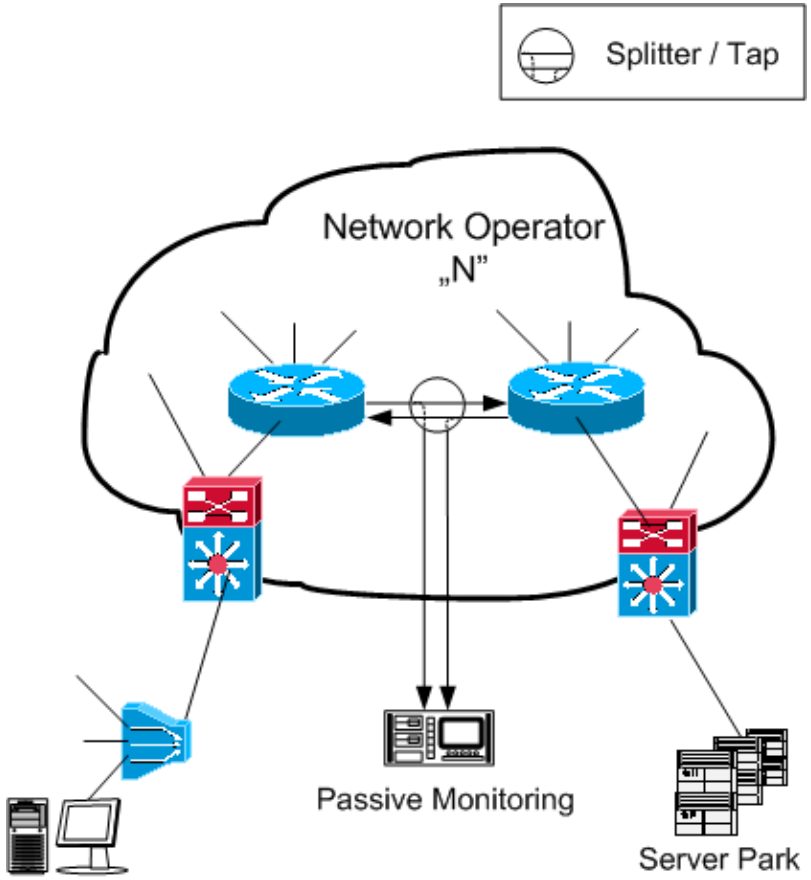
- ❑ Monitorozó berendezések csatlakoztatása
- ❑ **Adatgyűjtés**
- ❑ **Adatfeldolgozás**
- ❑ Értékelés



(a hálózat/szolgáltatás módosítása)

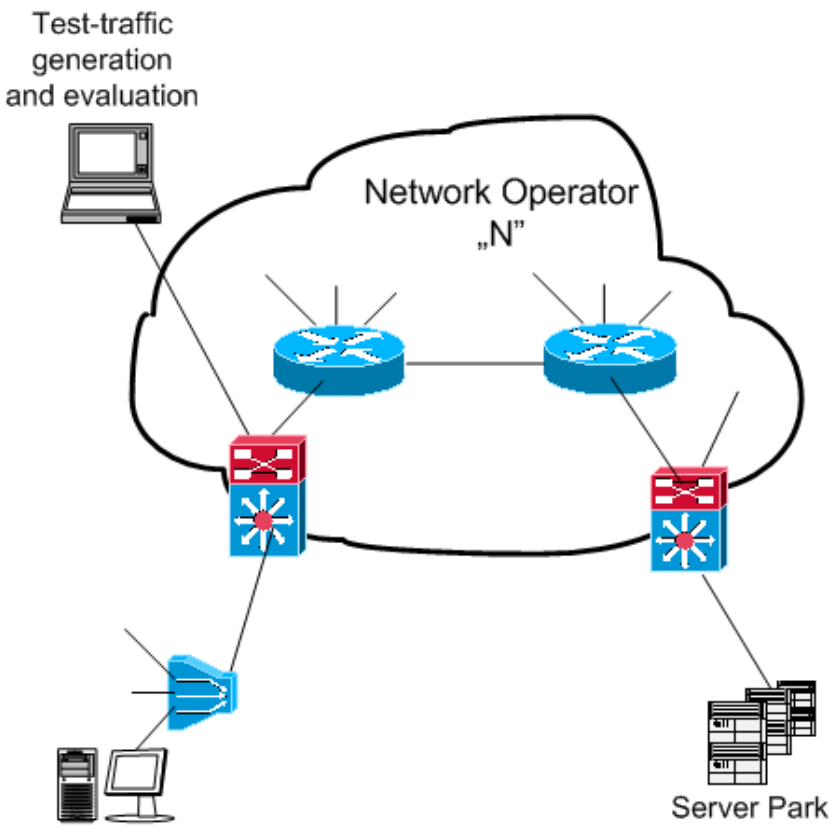
A FORGALOM MONITOROZÁSA - MÓDSZEREK

- Passzív monitorozás
  - a hálózati forgalom figyelése, „non-intrusive”
  - zavartalan, tiszta képet ad, a teljes időskálán
  - egyetlen kapcsolat („link”) vizsgálata leszűkíti az elemzés terét
  - több (…az összes…) link vizsgálata sokszor nem lehetséges, vagy az adatfeldolgozás túl bonyolult



A FORGALOM MONITOROZÁSA - MÓDSZEREK

- Aktív monitorozás
  - próbaforgalom beiktatása és a „hatás” vizsgálata
  - a mesterséges forgalom torzíthatja a vizsgálatokat
  - végpontok közötti vizsgálatra is kézenfekvően egyszerű
  - nem folytonos, csak mintavételezés-típusú eredményeket szolgáltat



ADATGYŰJTÉS

- Milyen típusú adatokat gyűjtünk és dolgozunk fel?
- „Nyers” forgalmi adatok - bitszintű adatok, csomagfejlécek
  - egyszerű, számított statisztikák (hálózati szint)
  - tranzakciós rekordok (szolgáltatás szint)
  - tranzakciós statisztikák
- Topológiai adatok
- Naplóállományok

FORGALMI ADATOK FELDOLGOZÁSA

- Egyszerű, számított statisztikák
  - Csomagszintű statisztikák
    - beérkezési idő eloszlás jellemzői
    - csomagméret eloszlás jellemzői
    - börsztösségi jellemzők
  - Alkalmazás-szintű statisztikák
    - alkalmazások eloszlása (pl. port szerint)
      - felhasznált sávszélesség alapján
      - csomagszám alapján
    - csomagvesztési arány

FORGALMI ADATOK FELDOLGOZÁSA - 2

Tranzakciós (folyam-szintű) rekordok

Egy tranzakció azonosítása:

- 5-tuple: forrás IP, cél IP, forrás Port, cél Port, IP protokoll (TCP vagy UDP)
- 3-tuple: forrás IP, cél IP, IP protokoll
- N-tuple…

A rekord tartalma:

- mikor,
- honnan,
- hová,
- milyen protokollon
- mennyi adat
- ...„hogyan”

Végpontok közötti elemzés

Szolgáltatás szintű elemzés

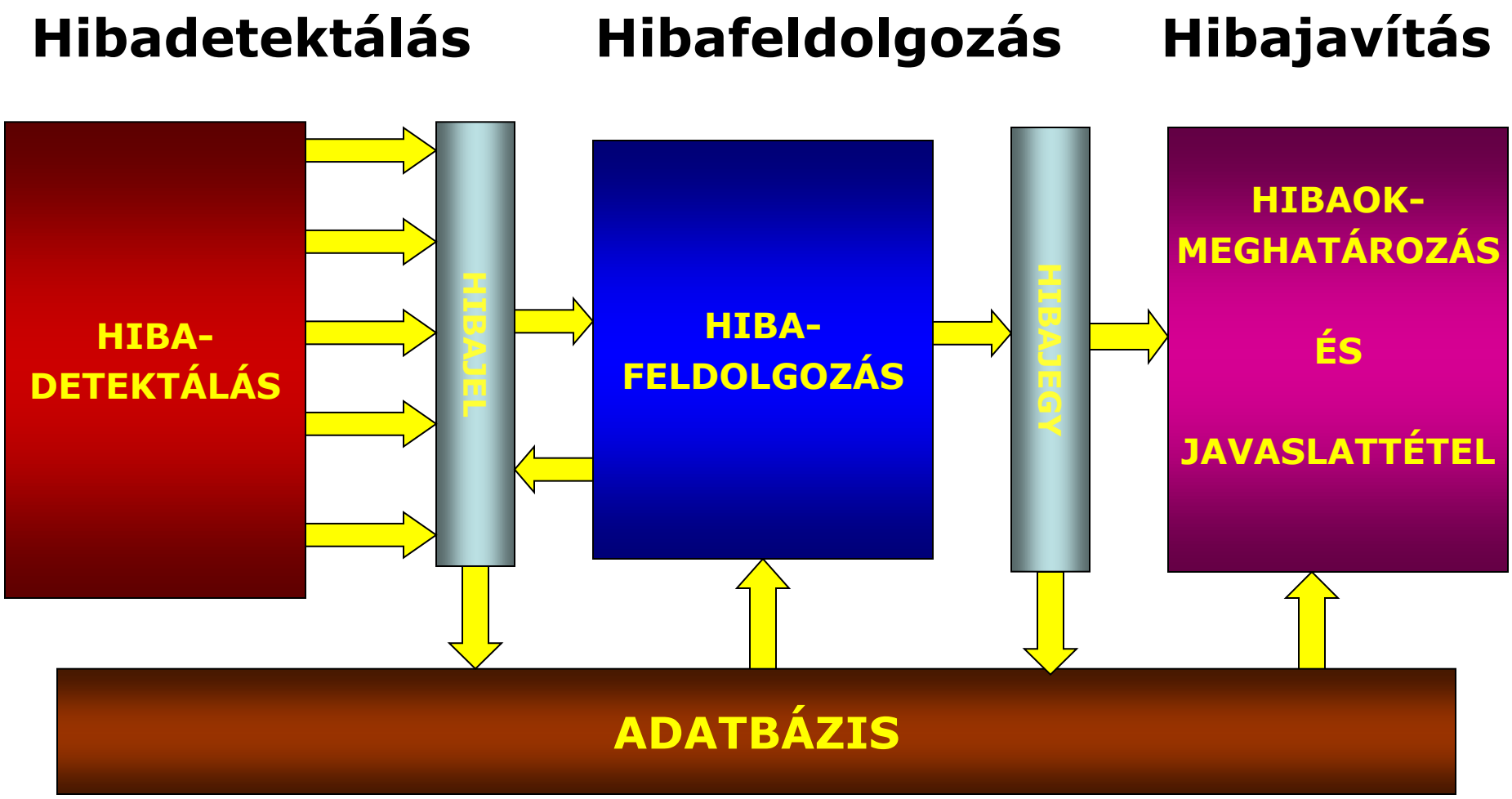
haladt

FORGALMI ADATOK FELDOLGOZÁSA - 3

- Tranzakciós statisztikák
  - Átvitt adatmennyiség elephants - mice
  - Időbeli terjedelem tortoise - dragonfly
  - Tranzakció börsztössége (jitter) porcupine - cheetah
  - Csomagvesztési arány
  - Forgalmi irányok, „diszperzió”
  - (számlázáshoz használható információk)

… alkalmazásonként eltérő küszöbértékekkel és számítási módszerekkel

A HIBAMENEDZSMENT FOLYAMAT



HIBAJEL – HIBAJEGY

Alapvető különbségek!

- **Hibajel** (EVENT, esemény, naplóbejegyzés)
- **Hibajegy** (ALARM, megszüntetendő hiba jelzése)

A HIBAMENEDZSELÉS FOLYAMATA

- **Hibadetektálás**
  - Feladata: kifejezetten a szolgáltatást hátrányosan érintő hibajelenségek minél hamarabbi észrevétele és a hibamenedzsment rendszer értesítése
  - Eredménye: **Hibajelek** halmaza
- **Hibajelfeldolgozás**
  - Feladata: a detektált hibajelekből történő hibajegy-generálás folyamatának szabályozása
  - Eredménye: **Hibajegyek** halmaza
- **Hibaok-meghatározás és hibajavítás**
  - Feladata: a keletkezett hibajegyekben megfogalmazott hibajelenség(ek) okainak felderítése
  - Eredménye: Javaslattétel ezek kijavítására

HIBADETEKTÁLÁS

A hálózatban használt ***hibadetektáló elemek*** használata, szolgáltatás-specifikus hibaüzenetek kiszűrése (pl. Syslog, QoS monitor (próbahívó))

A tranzakciókról ***információt gyűjtő elemek*** használata, adatvizsgálat (pl. AAA rekordok)

Aktív monitorozó elem használata

Felhasználók által jelzett hibák gyűjtése

A különböző hibajel-forrásokból gyűjtött hibajelek *egységes kezelése* (egységes hibajel-formátum) és *továbbítása* a hibajelfeldolgozó alrendszer felé

HIBAJELFELDOLGOZÁS

- Szűrés
  - A beérkezett hibajelekre különböző szűrőszabályok definiálhatóak és ezek alapján szabályozható a hibajegy-generálás
- Korrelálás
  - A beérkezett hibajelekből korrelációs szabályok alapján új, összetettebb hibajelek generálhatóak, melyek a szabályokban megfogalmazott hibajel-összefüggések alapján pontosabb információt adnak a hibajegy-generáláshoz
- Trendanalízis
  - A beérkezett hibajelek hosszabb távú elemzése alapján, trendszabályok definiálásával olyan folyamatokból generálható hibajel, melyek feltételezhetően az adott szolgáltatást sérteni fogják amennyiben a folyamat trendje nem változik

II. RÉSZ

FELÜGYELETI RENDSZEREK
OTTHONI FELDOLGOZÁSRA

HIBAJELFELDOLGOZÁSRÓL RÉSZLETESEBBEN

- Szűrés
  - A beérkezett hibajelekre különböző szűrőszabályok definiálhatóak és ezek alapján szabályozható a hibajegy-generálás
- Korrelálás
  - A beérkezett hibajelekből korrelációs szabályok alapján új, összetettebb hibajelek generálhatóak, melyek a szabályokban megfogalmazott hibajel-összefüggések alapján pontosabb információt adnak a hibajegy-generáláshoz
- Trendanalízis
  - A beérkezett hibajelek hosszabb távú elemzése alapján, trendszabályok definiálásával olyan folyamatokból generálható hibajel, melyek feltételezhetően az adott szolgáltatást sérteni fogják amennyiben a folyamat trendje nem változik

HIBAJELFELDOLGOZÁS - 2

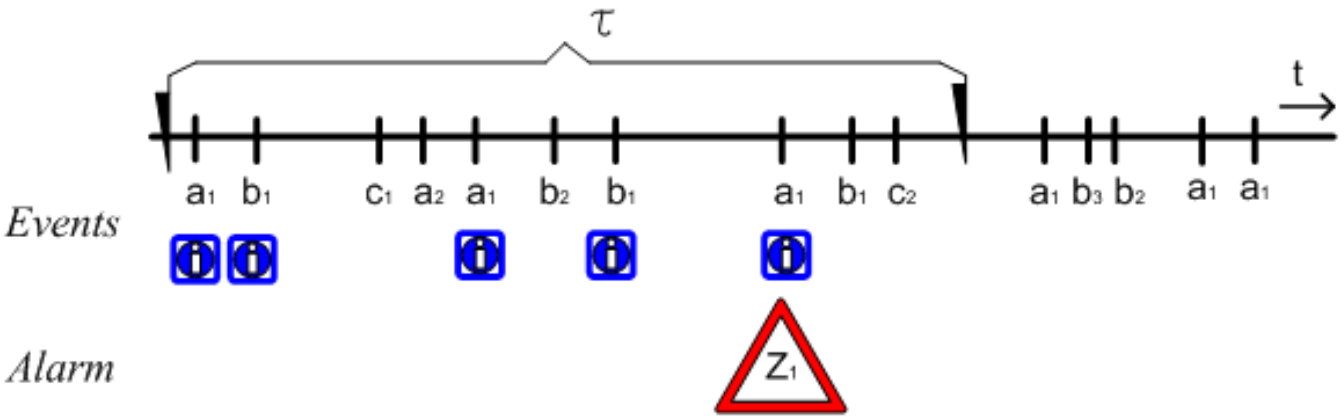
– Szűrés
  - A beérkezett hibajelekre különböző **szűrőszabályok** definiálhatóak és ezek alapján szabályozható a hibajegy-generálás

  - Számláló (Counter)
  - Elnyomó (Suppress)
  - Redundancia-gátló (Redundancy)
  - Domináns elnyomó (Dominance)

HIBAJELFELDOLGOZÁS - 3

❑ Korrelálás

Correlation rule: *if* during $t<\tau$ events $(\alpha_1 a_1 | \alpha_2 a_2 | \alpha_3 a_3)$ & $(\beta_1 b_1)$ arrive
then: report alarm Z_1



where

a,b,c,... z	- event types
1,2,3	- priority of the event/alarm
$\alpha,\beta,\gamma,...\omega$	- counter thresholds
A,B,C,...Z	- ALARMS

HIBAOK-MEGHATÁROZÁS ÉS HIBAJAVÍTÁS

- Hibaok-meghatározás
  - Egyszerű, korreláció-alapú
  - Algoritmikus…
- Hibajavítás
  - Passzív hibajavítás, a talált hibaok(ok) elhárítására a rendszer javaslatot tesz
  - Maga a hibaelhárítás tevékenysége a hálózatfelügyeletre hárul

HIBAOK-ANALÍZIS

Esemény-korrelációs és hiba-lokalizációs módszerek

- Alarm vektor
- Szabály alapú
- Eset alapú (case-based)
- Modell alapú
- Fuzzy
- Neurális hálózatok
- Oksági hálózatok
- Szavazás
- Adatvezérelt modell

ALARM VEKTOR

- Kétdimenziós tömbben
  - a lehetséges (logolt) események,
  - a lehetséges korrelációval kialakuló hibakódok
- Adott méretű időablakot vizsgálva a beérkezett alarmokat 1-el, a többit 0-val jelölve egy hosszú kódszót kapunk.
- Javasolt alarm az lesz, amelynek a legkisebb a Hamming-távolsága ehhez a kódszóhoz képest.

- Nagyon gyors, hatékony módszer
- De eléggé rugalmatlan…

ALARM VEKTOR - PÉLDA

	link nem elérhető	útvonal nem elérhető	"interface down"	eszköz nem válaszol	magas vesztés	magas jitter	…	…
Link x hibás	1	1	0	1	0	0	…	…
Link x túlterhelt	0	1	0	0	1	1	…	…
"interface misconfig"	1	1	1	1	0	0	…	…
xy hardware hiba	0	1	0	1	1	0	…	…
xy irány túlterhelt	0	0	0	0	0	1	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…

t1 és t2 időpillanatok között:

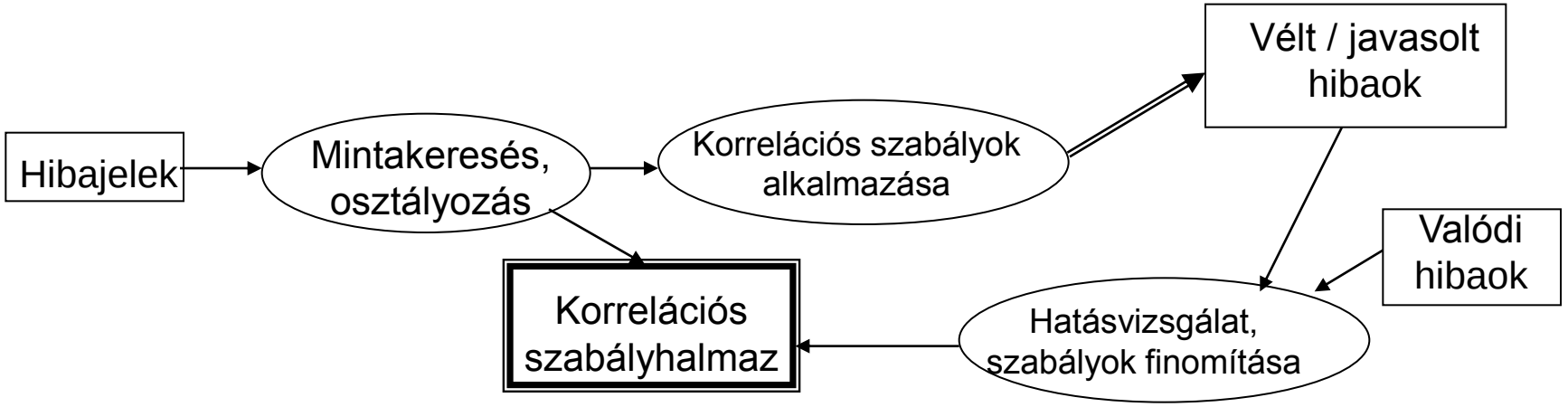
1	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**…**	**…**

SZABÁLY ALAPÚ ESEMÉNY-KORRELÁCIÓ

- Alapja egy tudásbázis, ami leírja, hogy
  - milyen esetekben
  - milyen **összetett** alarmmal kell **helyettesíteni** a
  - beérkező **elemi** hibajeleket.
- A tudásbázisban a szabályok tipikusan a Bool-algebrára jellemző relációként jelennek meg
- Ha a reláció értéke igaz, akkor végrehajtódik a szabályhoz rendelt művelet (pl. összetett alarm generálása)
- A módszer
  - egyszerű,
  - a szabályok rugalmasan változtathatók, és
  - a szabályok kiértékelése is gyorsan kivitelezhető.

- {2; a104 || a302;Host=<Korrelátor IP címe>; Kind=6; Prio=2; Code=602; Parameter="HIVASOK RENDELLENESEN VEGZODNEK"}

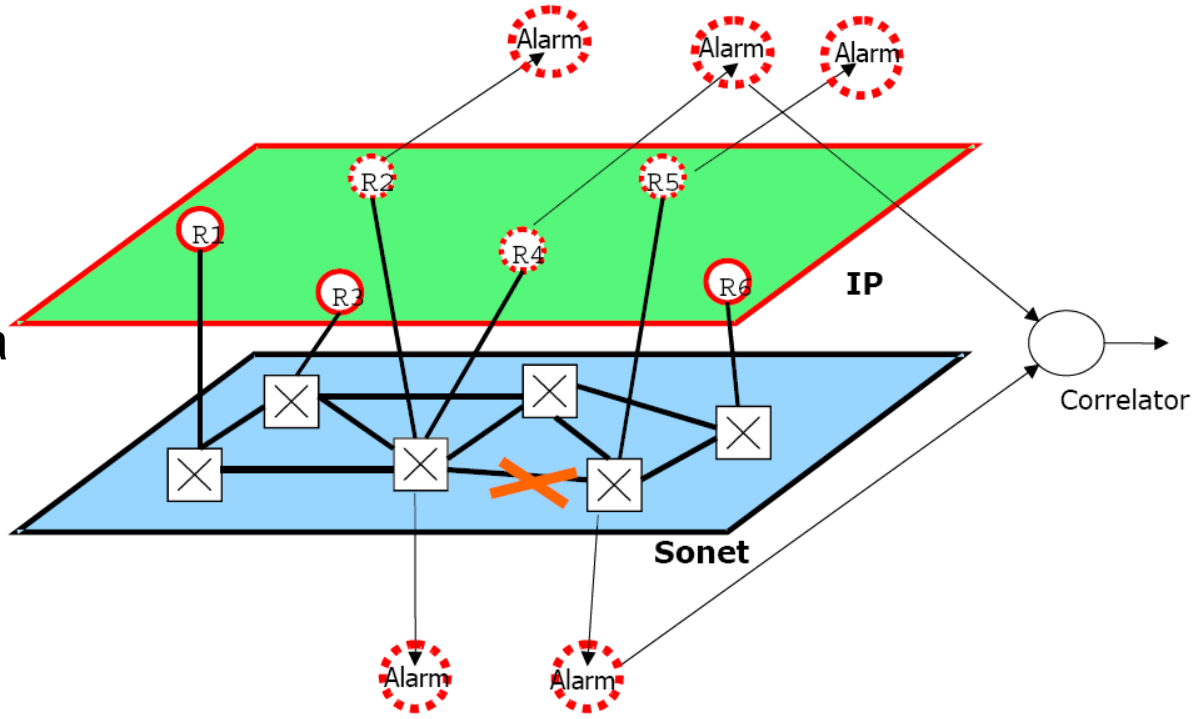
ESET ALAPÚ (CASE-BASED) KORRELÁCIÓ



- Meglévő hálózati adatok feldolgozása
  - mintakeresés, osztályozás
- Korrelációs szabályok kialakítása
- Korrelációs szabályok alkalmazása
- A döntések visszacsatolása
- Szabályok finomítása (machine learning)
- Megvalósítás: komplex

MODELL ALAPÚ

- A hálózati topológiát egy rugalmas modell írja le
- A korrelációs szabályok hierarchikusak
- Rugalmasan kötődnek a topológiához (sablon)
- A szabályrendszer a topológia változása után automatikusan generálható. Bonyolult, de nagyon rugalmas megoldás.



FUZZY

- Fontos emlékeznünk rá, hogy az egyes hibaokokról való **passzív** hibakorrelációs döntés **bizonytalan**.

- A hálózatot és az alarmokat Fuzzy halmazokkal leírva is lehet alarm-korrelációs rendszereket készíteni.
- Bonyolult, bár (bizonyára) gyors megoldás.

OKSÁGI HÁLÓZAT, BAYES HÁLÓZAT

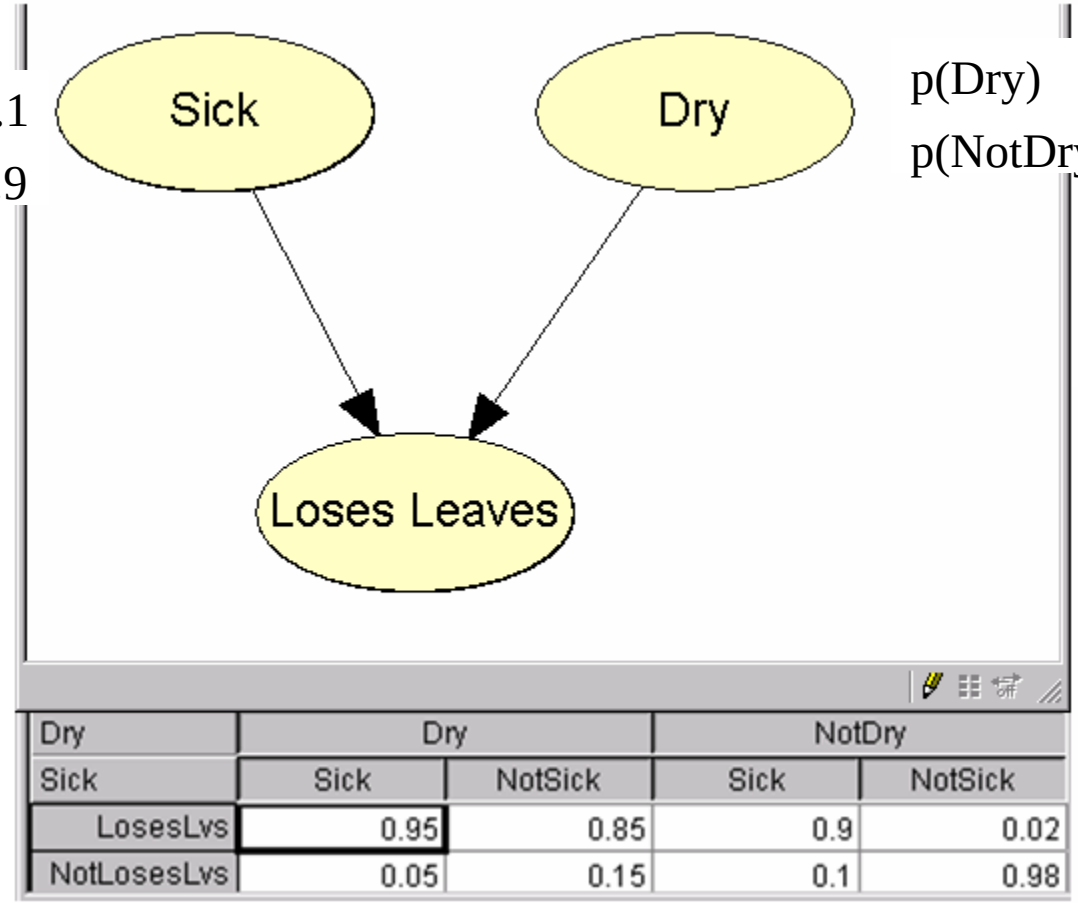
- Oksági hálózat
  - Hibalehetőségek
  - Megfigyelések
  - Hiba-okok

- Bayes-hálózat
  - az oksági hálózat éleihez valószínűségek vannak rendelve
  - a bizonytalanság leírásán van a hangsúly
  - a hálózat csomópontjaihoz rendelt állapotoktól (normál,hibás,…) függően **különböző valószínűséggel** jutunk a következő szintű hibalehetőség-csoporthoz
  - az élekhez tartozó valószínűségek megfelelően jó megválasztásával a legvalószínűbb korrelált hibajegy jelezhető
  - az élek valószínűségei a valódi eredmények visszacsatolásával változtathatóak (machine learning)

EGY EGYSZERŰ BAYES-HÁLÓZAT

p(Sick) = 0.1

p(NotSick)=0.9



p(Dry) = 0.1

p(NotDry) =0.9

Dry	Dry		NotDry	
Sick	Sick	NotSick	Sick	NotSick
LosesLvs	0.95	0.85	0.9	0.02
NotLosesLvs	0.05	0.15	0.1	0.98

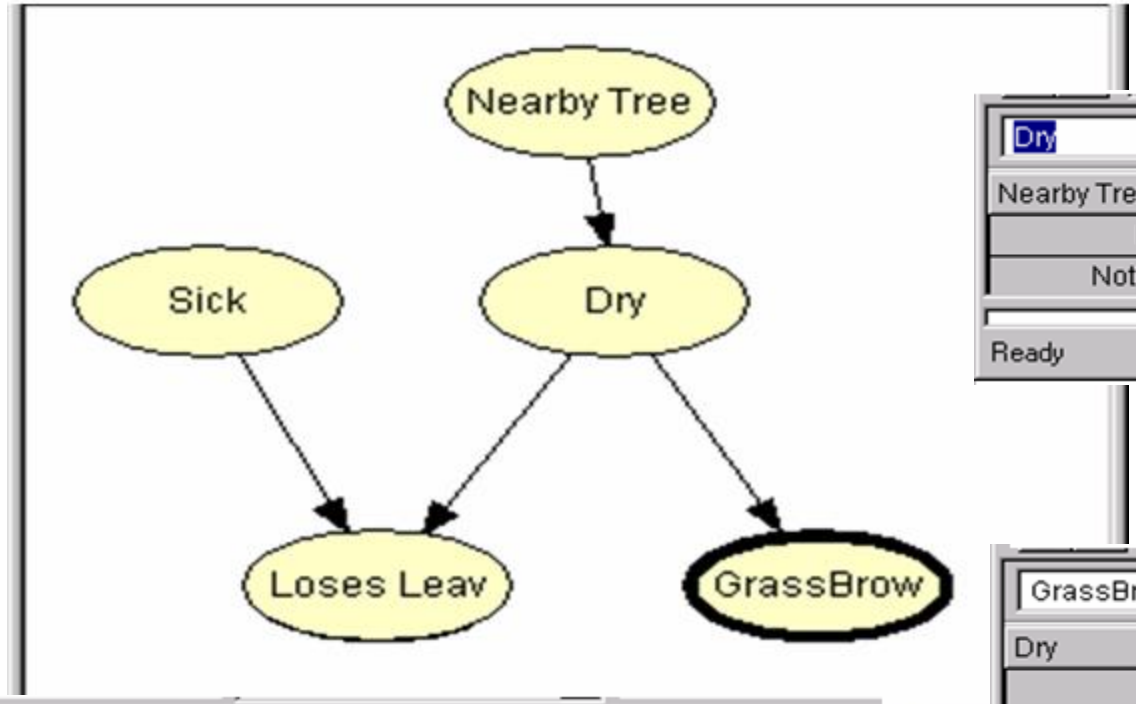
Mitől hullanak a levelek?

p(LosesLvs |Dry,Sick)=0.95 p(Losesvs |Dry, NotSick)=0.85 etc.

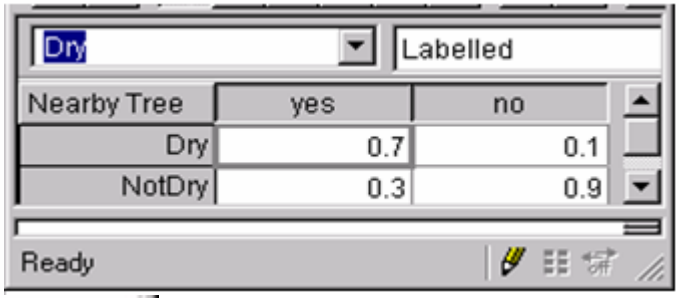
p(NotLosesLvs|Dry,Sick)=0.05 p(NotLosesLvs|Dry, NotSick)=0.15

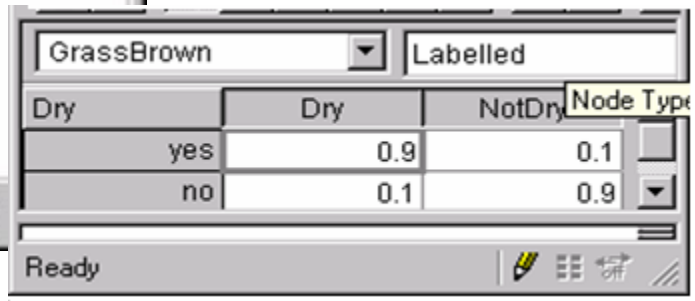
Forrás:
A Simple Bayesian Network,
Alan Rector,
The University of Manchester

BAYES HÁLÓZAT – TÖBB ÖSSZEFÜGGÉSSEL



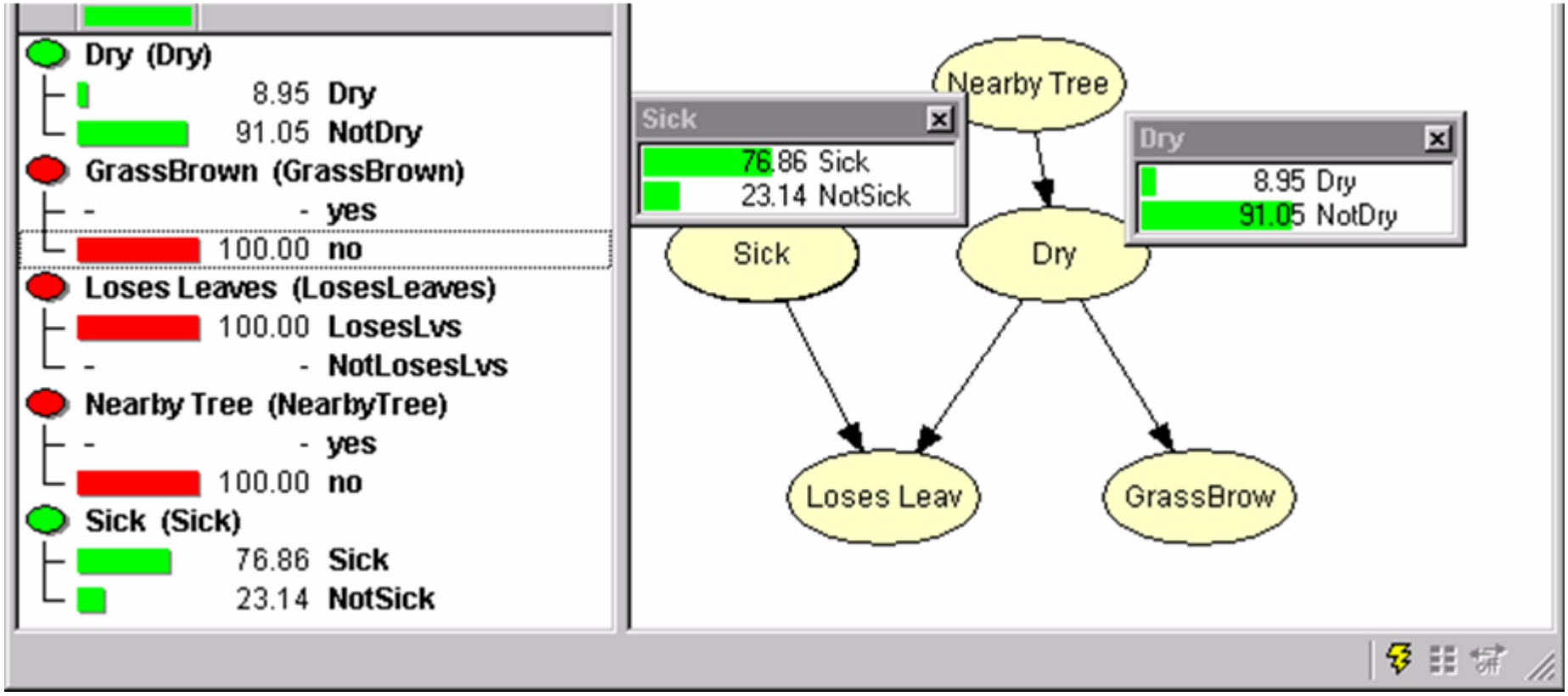
Dry	Dry		NotDry	
Sick	Sick	NotSick	Sick	NotSick
LosesLvs	0.95	0.85	0.9	0.02
NotLosesLvs	0.05	0.15	0.1	0.98





Forrás:
A Simple Bayesian Network,
Alan Rector,
The University of Manchester

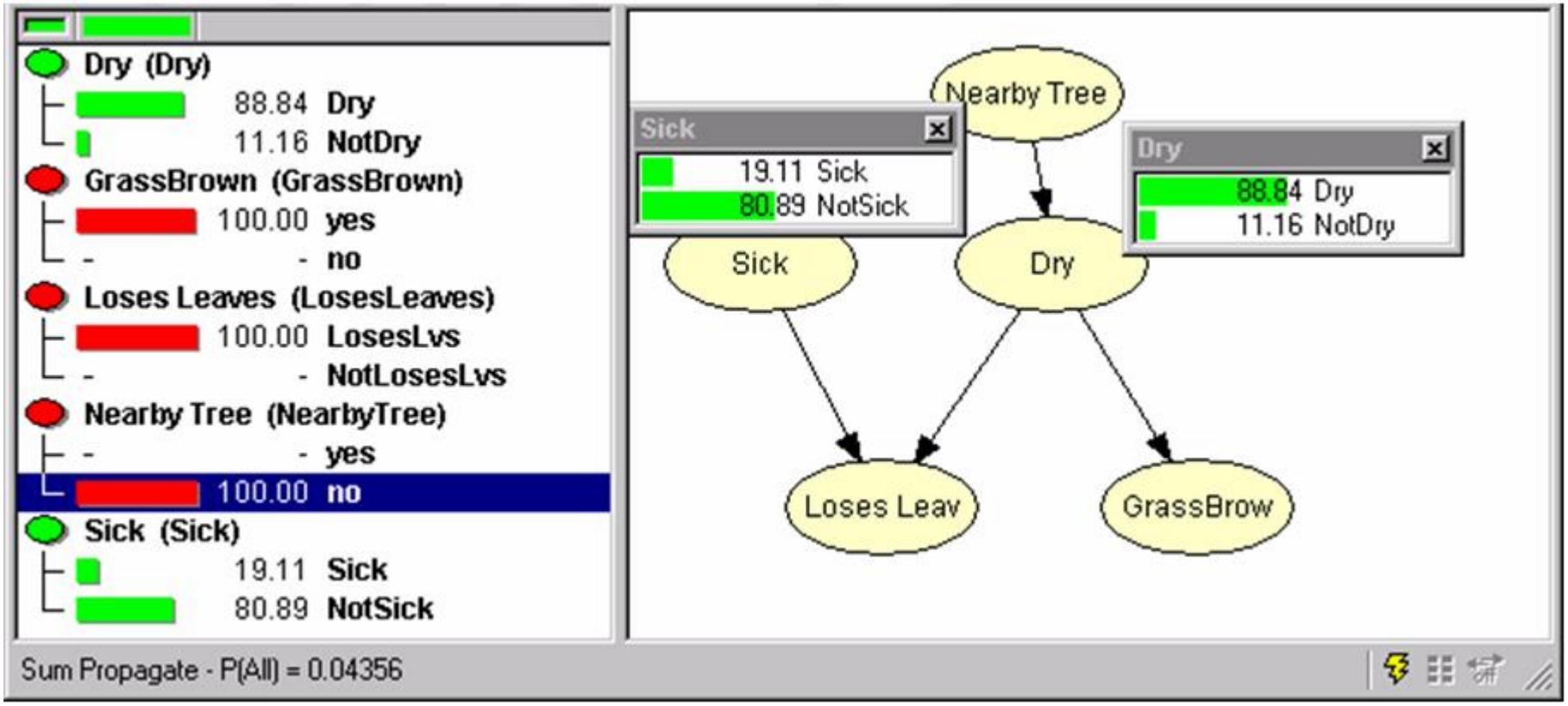
BAYES HÁLÓZAT KIÉRTÉKELÉS - 1



A bizonyítékok (levélhullás, nincs környező barna fű) betegségre utalnak

Forrás:
A Simple Bayesian Network,
Alan Rector,
The University of Manchester

BAYES HÁLÓZAT KIÉRTÉKELÉS - 2



A levélhullás és a környező barna fű akkor is kiszáradásra utal, ha nincs a közelben nagy fa…

Forrás:
A Simple Bayesian Network,
Alan Rector,
The University of Manchester

Szavazás

- Központi döntés helyett elosztottan
- Minden döntésképes csomópont megbecsüli, hogy a hozzá eljutott információk szerint milyen hibák korrelálhatóak, majd ezt egy dedikált csomópont kiértékeli.
- Ha a csomópontok jelentősen különböző funkcionalitással rendelkeznek, a módszer használhatósága csökken.

NEURÁLIS HÁLÓZAT

- Az esemény-korrelációra nehezen ráhúzható tanulási folyamat
- Bonyolult, sok állapotú hálózat
- …emiatt ezen a területen nincs használható implementáció

ADATVEZÉRELT MODELL

A hálózati hibákat feltáró szakemberek módszereit követi

- A **hibajegy paramétereiből** indul ki
- A lehetséges (tipikus) hibaokok után kutatva **aktív ellenőrzések** kezdeményezése
- Ha egy ellenőrzéshez előállnak a **kiindulási adatok**, azt el is indítja
- Az ellenőrzések **eredmény**étől függően újabb adatok beszerzése, újabb ellenőrzések…
- A tesztek végrehajtása **párhuzamosan** zajlik

ADATVEZÉRELT MODELL – A PETRI HÁLÓK

- Az adatvezérelt számítási architektúra legismertebb leírási módja a Petri háló.
- Alapelemei:

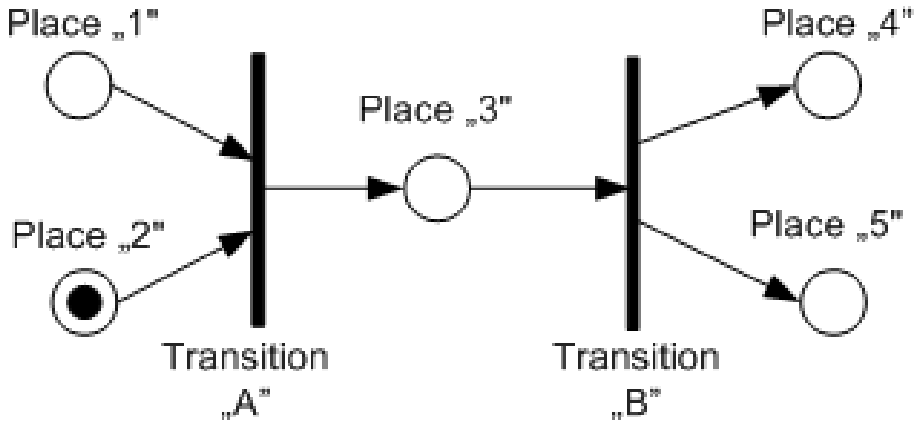
❑ Átmenetek (transitions)

❑ Helyek (places)

❑ Zsetonok (token)

A Petri háló kiindulási helyzetében néhány „hely” tartalmaz zsetonokat.

Ezek olyan adatok, amelyek a kiinduláskor is rendelkezésre állnak.



ADATVEZÉRELT MODELL – A PETRI HÁLÓK (2)

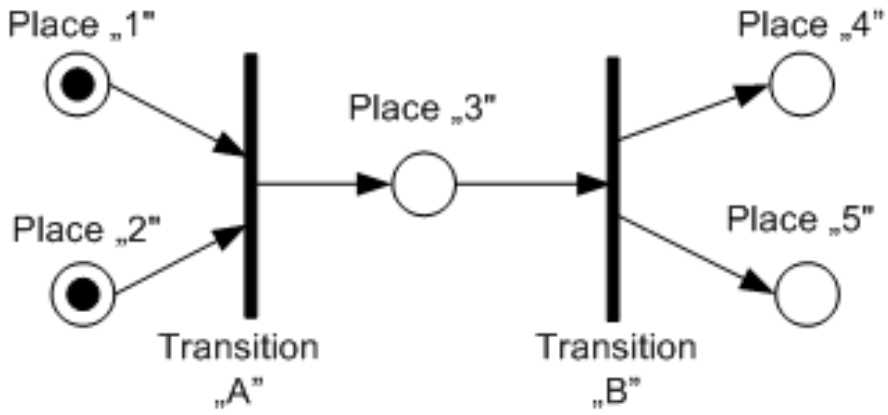
- Egy „átmenet” akkor „tüzel”, ha minden bemeneti helyén van „zseton”.

- A „**tüzelés**” hatására

❑ az összes bemeneti helyről eltűnik a zseton

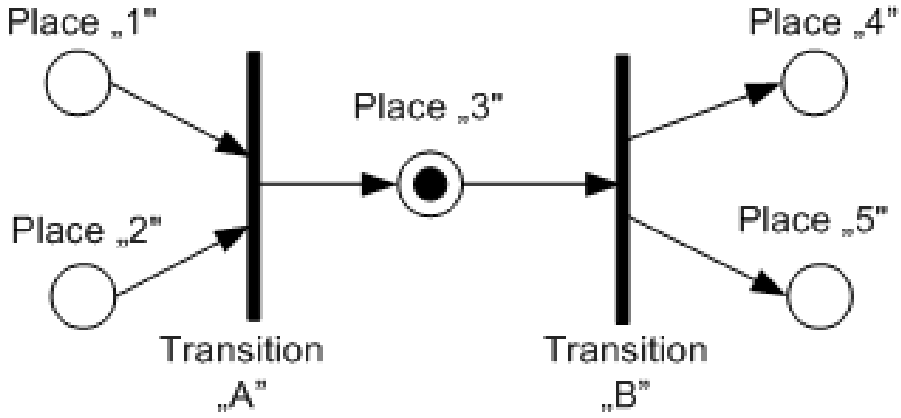
❑ az összes kimeneti helyén zseton jelenik meg

(nem a zsetonok „vándorolnak”, azok csak jelzik, hogy mely helyeken áll rendelkezésre adat)



ADATVEZÉRELT MODELL – A PETRI HÁLÓK (3)

- … az „A” jelű átmenet tüzelése után előálló helyzet:



- Ha az „átmenetek” elemi függvényeket, **hibakereső ellenőrzéseket** testesítenek meg, akkor az ezekből kialakított Petri hálóval szimulálható a szakemberek által elvégzett **ellenőrzés-sorozat**.

ADATVEZÉRELT MODELL – A PETRI HÁLÓK (3)

- … a „B” jelű átmenet tüzelése után előálló helyzet:
- a Petri háló végállapota