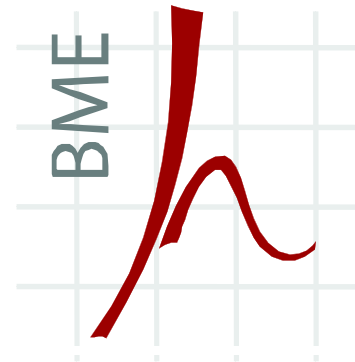


Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Mérnök informatikus szak, mesterképzés – Hírközlő rendszerek biztonsága szakirány
Villamosmérnöki szak, mesterképzés - Újgenerációs hálózatok szakirány



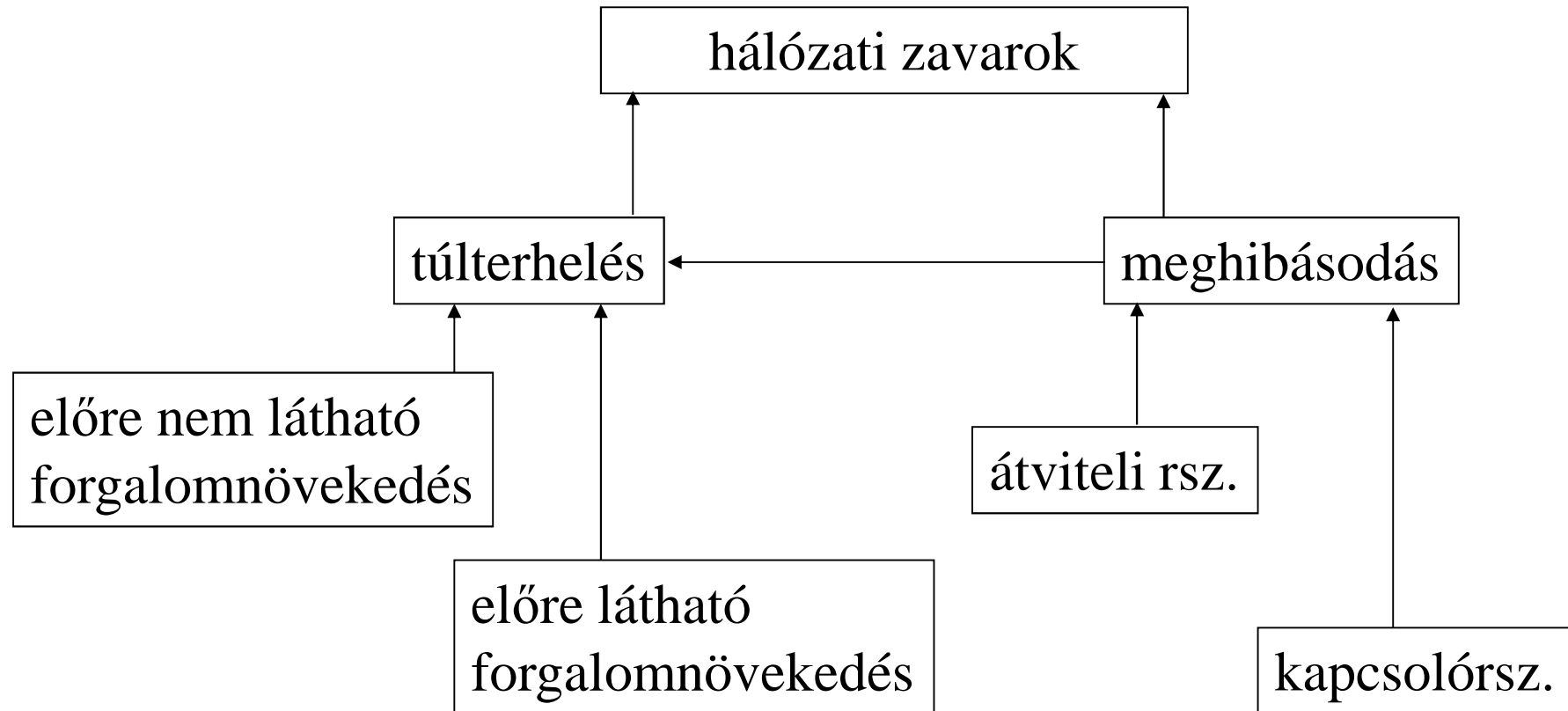
BMEVIHIM134 Hálózati architektúrák NGN menedzsment vonatkozások: I. Hálózatmenedzsment

Jakab Tivadar BME Híradástechnikai tanszék

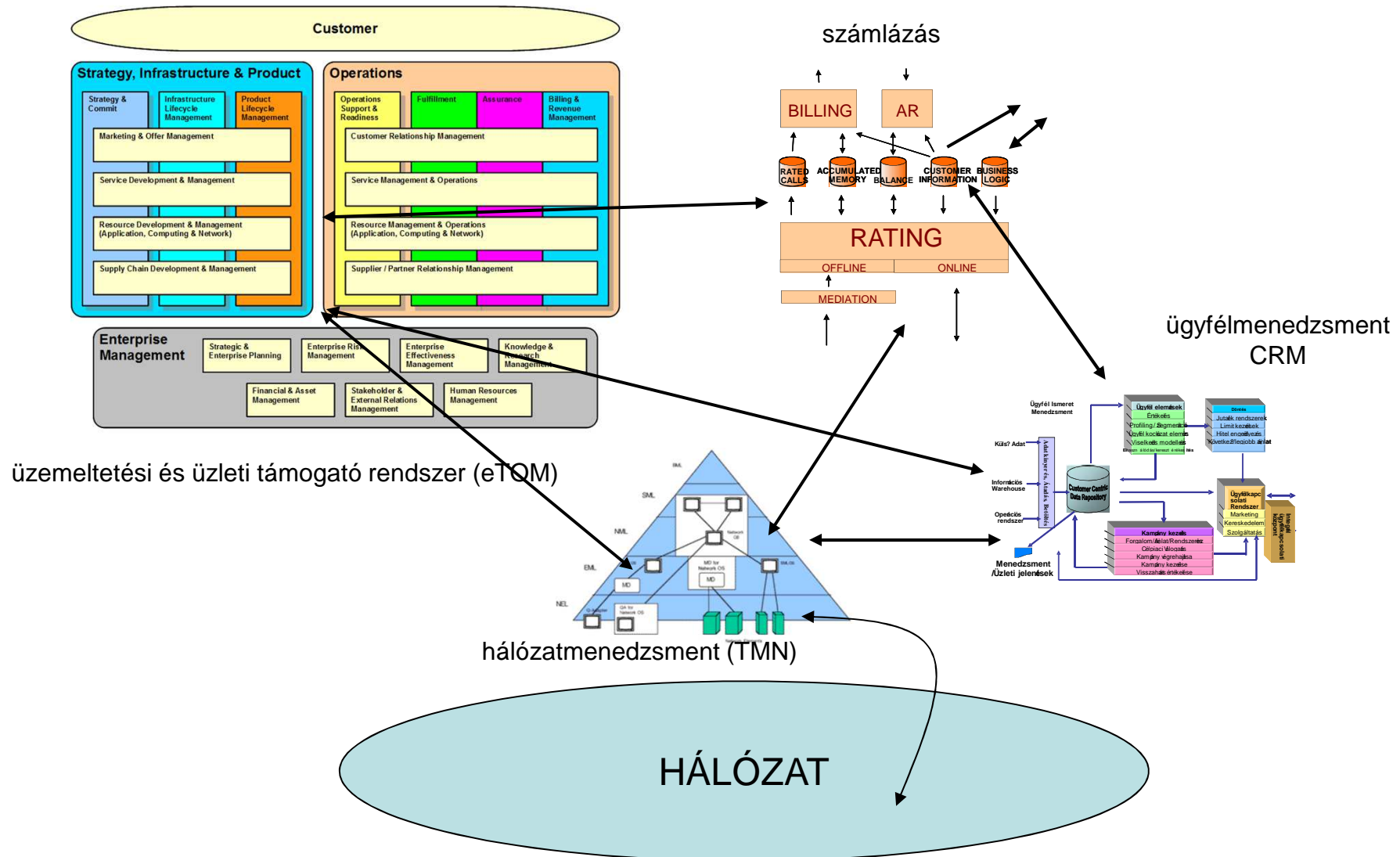
Hálózatmenedzsment, hálózat-nyilvántartás

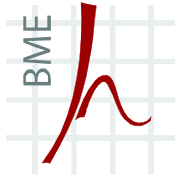
- **Menedzsment**
 - üzemeltetés
 - nem tervezhetően (véletlenszerűen) változó hálózati állapotok (meghibásodás, forgalomnövekedés) kezelése
 - hálózati szolgáltatások szolgáltatásfolytonossága, SLA-k betartása, stb.
 - a hálózati eszközök aktuális állapotleírására és állapotváltozásaira alapozott folyamatok
- **Nyilvántartás**
 - üzemeltetés (kapacitásgazdálkodás)
 - tervezhetően változó hálózati állapotok (új szolgáltatás létrehozása, meglévő szolgáltatás bővítése, megszüntetése) kezelése
 - szolgáltatás és felhasználás összerendelése
 - a hálózati eszközök névleges (hibamentes állapot) állapotleírására alapozott folyamatok
 - új szolgáltatások (szabad erőforrásokra alapozottan)
 - erőforrás-bővítés tervezése

A szolgáltatás minőségének csökkenését előidéző okok



OSS, BSS





Telecommunications Management Network

- **Motivációk:**
 - hálózati szolgáltatások kialakítása, felügyelete, minősége
 - hibák kezelése, konfigurálás
 - védelmi sémák működtetése
 - számlázási információk,
 - hálózatvezérlés és hálózattervezés támogatása
 - ...

TMN

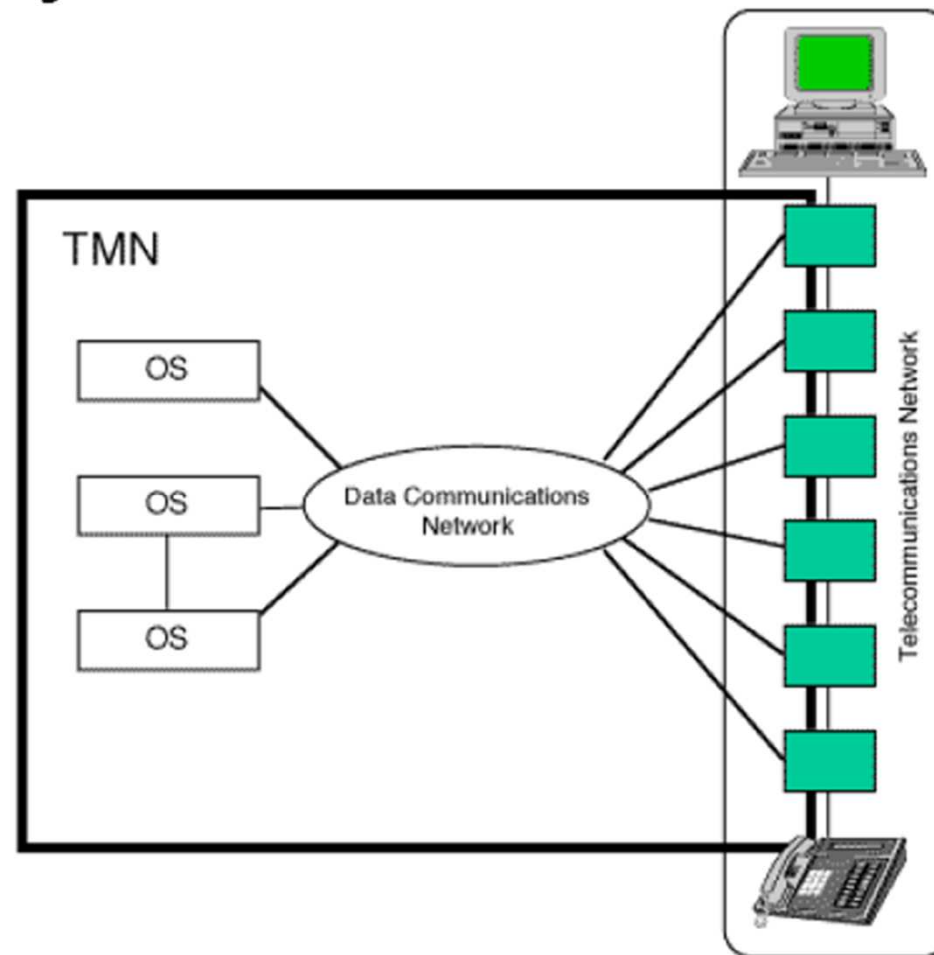
- keretrendszer
- összeköttetések és kommunikáció különböző operációs rendszerek és távközlő hálózatok között
- ITU-T ajánlások sorozatával (M.3000) leírt infrastruktúra dinamikus távközlési szolgáltatások fejlesztésére és menedzselésére

TMN keretrendszer

- Rugalmas, skálázható, megbízható, egyszerűen működtethető és könnyen fejleszthető
- Alkalmazása javítja a hálózati képességeket és a hálózat hatékonyságát azáltal, hogy szabványos hálózat-menedzsment feladatokat és az azokhoz kapcsolódó kommunikációt definiálja.
- Lehetővé teszi az információfeldolgozás szintek közötti megosztását
- Alapja: a hálózattal kapcsolatos információk küldése, fogadása, feldolgozása és a hálózati erőforrások menedzselése

A TMN és a távközlő hálózat

üzemeltető
rendszerek
(OS)



hálózatelemek
(NE)

A TMN ajánlás

- ITU-T ajánlások M.3000-es sorozata
- Ennek alapján a távközlő hálózatok együttműködése megalapozható (különböző gyártók berendezéseinek, különböző szolgáltatók hálózatainak együttműködése)
- Publikálásuk óta a TMN szabványokat számos más szabványosítási testület tette magáévá és terjesztette ki saját területére (Network Managemnt Forum, Bellcore, European Telecommunications Standards Institute, SONET Interoperability Forum, ATM Forum)

A TMN ajánlás

- A TMN objektumorientált alapelvekre és szabványos interfészekre alapozva az OSI (Open System Interconnection) szabványokra épül:
 - Common Management Information Protocol (CMIP) – menedzsment szolgáltatások egyenrangú entitások között
 - Guideline for Definition of Managed Objects (GDMO) – mintákat (template) ad a menedzselt erőforrások osztályozására és leírására
 - Abstract Syntax Notation One (ASN.1) – az adattípusok szintaktikai szabályait adja meg
 - Nyílt rendszerek összekapcsolásának referenciamodellje (a hétrétegű OSI referenciamodell)

TMN, OSI

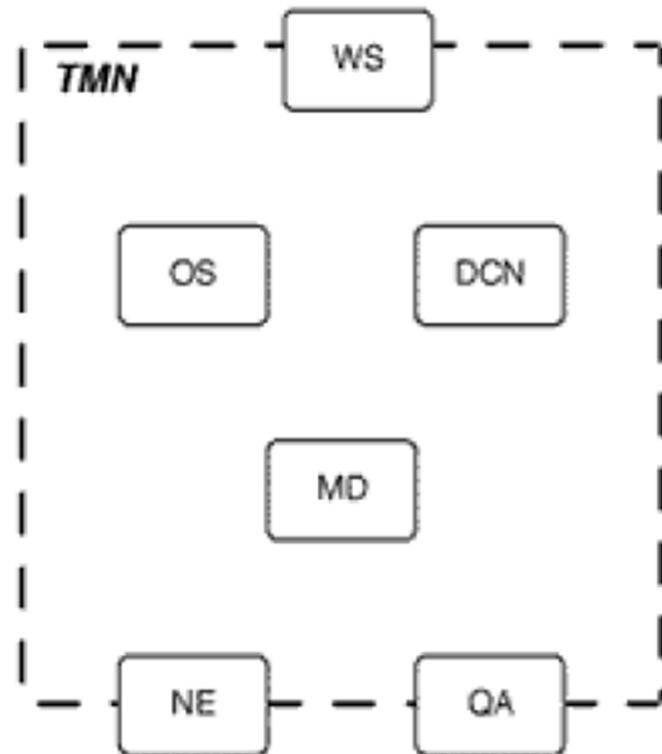
- A TMN az OSI menedzsment keretrendszeren alapul, objektumorientált megközelítéssel
- A hálózati erőforrások menedzselt információi a menedzselt objektumok attribútumaiként modellezettek
- A menedzsmentfunkciók CMIP* primitívek által megvalósított műveletek
- A menedzselt hálózati információk, valamint az információk megjelenítése és kezelése a Managed Information Base (MIB)
- Az információkat kezelő folyamatok a menedzsment entitások, amik lehetnek menedzserek vagy ügynökök
- A menedzsment entitások kéréseket és jelzéseket küldenek, fogadnak a CMIP-et használva

***CMIP: Common Management Information Protocol** - Part of the [OSI](#) body of [standards](#) specifying [protocol](#) elements that may be used to provide the operation and notification services described in the related standard, CMIS ([Common Management Information Services](#)).
 Document: [ISO/IEC 9596](#), or equivalent [ITU X.711](#).

TMN funkcionális modell

- A TMN különböző szempontok alapján képes leírni a hálózatot
 - logikai, üzleti vagy funkcionális modell
 - szabványos interfészek összessége

TMN építőelemek



- **Work Station (WS)**
- **Operations System (OS)**
- **Mediation Device (MD)**
- **Q-adapter (QA)**
- **Network Element (NE)**
- **Data Communication Network (DCN)**

TMN építőelemek

- Work Station (WS) – az menedzselt információ TMN formátuma és felhasználói megjelenítési formátuma közti leképzést valósítja meg
- Operations System (OS) – üzemeltetési rendszerfunkciókat valósít meg (felügyelet, menedzsment funkciók vezérlése, megvalósíthatja továbbá a közvetítés (mediation), Q-adaptáció és WS funkciók bizonyos elemeit is
- Mediation Device - közvetíti a helyi TMN interfész és az OS információs modell között. A közvetítő funkció biztosítja, hogy az információ, a kontextus és a funkciók az OS elvárásainak megfelelően legyenek értelmezve

TMN építőelemek

- Q-adapter (QA) – lehetővé teszi a TMN számára nem TMN-kompatibilis interfésszel rendelkező NE-k menedzselését (a QA tölti be a fordító szerepét)
 - Pl. a TL1 Q-adapter végzi a fordítást a TL1 ASCII üzenetek és a CMIP között, az SNMP (Simple Network Management Protocol) QA az SNMP és a CMIP között

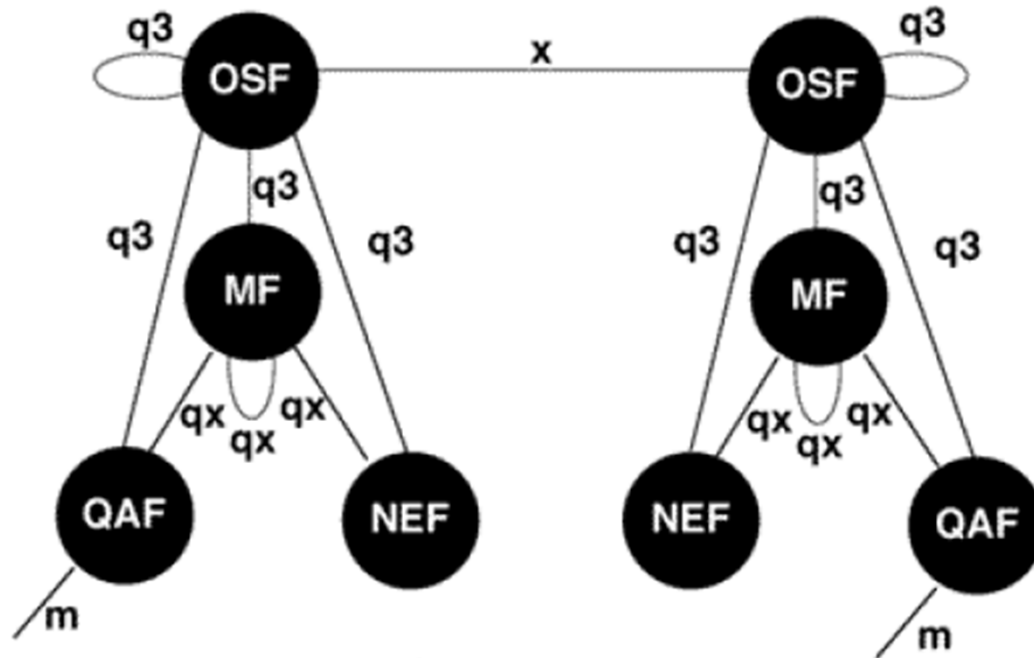
TMN építőelemek

- Network Element (NE) – egy NE menedzselhető információkat tartalmaz, amelyeket a OS monitoroz és vezérel.
 - Ahhoz, hogy egy NE menedzselhető legyen szabványos TMN interfésszel kell rendelkeznie, vagy QA-n keresztül csatlakoznia
 - Az NE saját MIB-jét teszi hozzáférhetővé az OS számára
- Data Communication Network (DCN) – a TMN kommunikációs hálózata az OSI 1-3 rétegeit megvalósítva

Osztott TMN menedzsment funkciók

- Egy adott menedzsment funkció beágyazott funkcionális tartományok sorozatára bontható, amelyek azonos vagy különböző logikai rétegekben is elhelyezkedhetnek

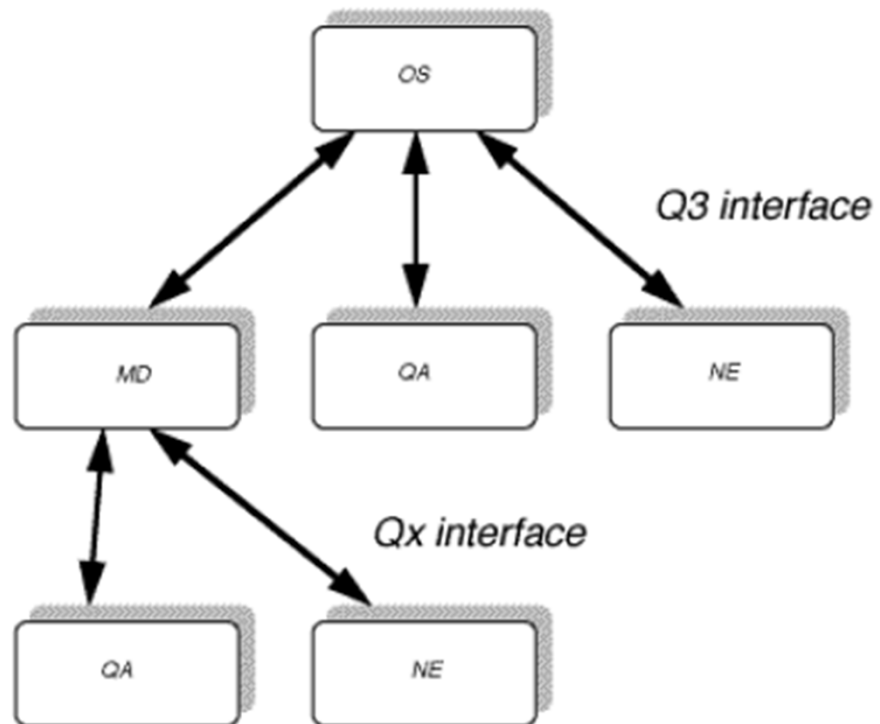
Szabványos TMN interfészek



- Q – két TMN-konform funkcionális blokk között. A Qx az MD és az általa támogatott NE-k közti információkat szállít.
- F – a WS és az OS, valamint a WS és az MD között
- X – különböző menedzsment tartományokban lévő TMN-konform OS-ek között, valamint különböző menedzsment tartományokban lévő TMN-konform és nem TMN-konform OS-ek között

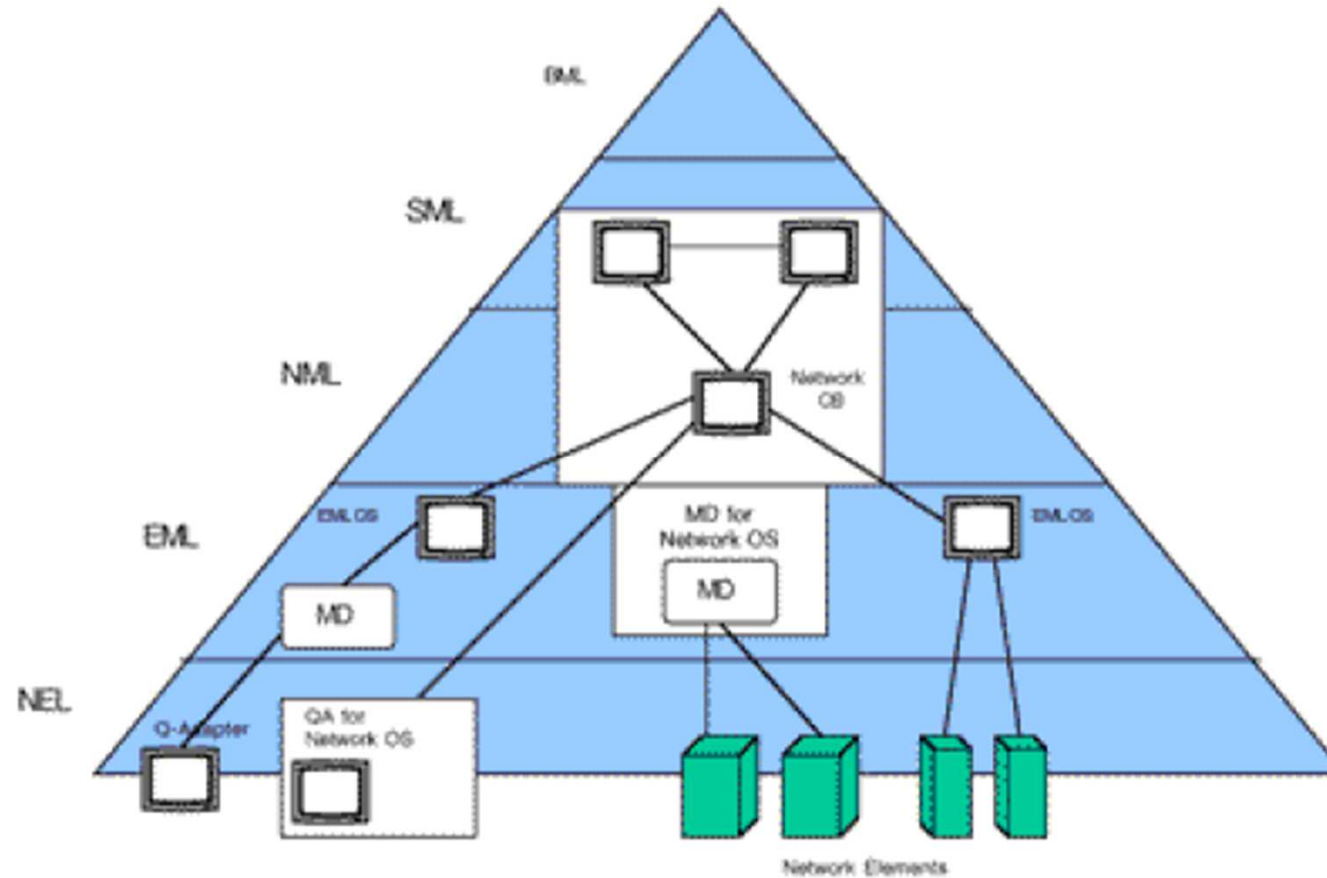
A g – az ábrán nem szerepel - és m a TMN hatókörén kívüli interfész nem TMN entitások, és a WS és a QA nem TMN hatókörön belüli részei között

A Q-interfész



- A Q3 interfész az üzemeltetési rendszer kapcsolatát biztosítja a hálózatelemekkel
- A Qx interfész mindig MD-val kommunikál

A TMN logikai modell



- Business Management Layer
- Service Management Layer

- Network Management Layer
- Element Management layer
- Network Element Layer

A TMN logikai modell

- **üzleti menedzsment réteg (BML)**
 - magas szintű tervezés, pénzügyi folyamatok, üzleti döntések és megállapodások (BLA), stb.
- **szolgáltatásmenedzsment réteg (SML)**
 - a meglévő és jövőbeli végfelhasználói szolgáltatások menedzselése az NML által megjelenített felhasználói információk alapján
 - ez a felhasználókkal fenntartott kapcsolat alapja (szolgáltatás nyújtása, számlázás, minőség és hibák menedzselése)
 - meghatározó szerepe van a más üzemeltetési tartományba eső hálózatokkal és más hálózati szolgáltatókkal fenntartott kapcsolatokban is
 - karbantartja a QoS és QoP menedzseléséhez szükséges statisztikai adatokat (az SML OS-ek a Q3 interfészen keresztül kapcsolódnak az BML OS-ekhez)

A TMN logikai modell

- Hálózatmenedzsment (NLM) réteg
 - az EML OS-ek által biztosított NE-infromációk alapján hálózati szintű képet nyújt a menedzselt hálózatról
 - menedzseli az egyes NE-eket és NE-csoportokat
 - összehangolja a hálózati tevékenységeket és kiszolgálja az SML-igényeket (az NML OS-ek a Q3 interfészen keresztül kapcsolódnak az SML OS-ekhez)

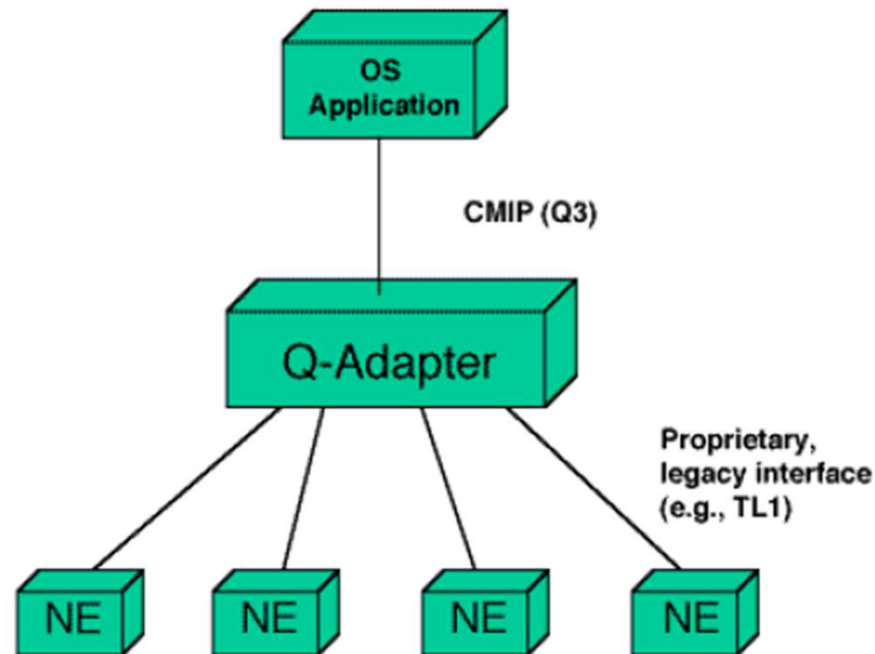
A TMN logikai modell

- **Hálózatelem-menedzsment (EML) réteg**
 - menedzseli a hálózatelemeket
 - a TMN által menedzselhető információkért felelős hálózatelem-menedzsereket (OS) működtet az NE-kben
 - hálózatelem-adatokat, log-okat, működtetési akciókat menedzsel
 - logikailag az MD-k az NML-ben vannak akkor is, ha fizikailag máshol (NML-ban vagy SML-ben) vannak megvalósítva
 - az MD-k az EML OS-ekkel Q3 interfészen keresztül kommunikálnak
 - egy EML OS az NE-k egy-egy részalmazának általa menedzselte információit egy NML OS számára a Q3 interfészen biztosítja

A TMN logikai modell

- Hálózatelem réteg (NEL)
 - az egyes NE-k menedzselhető információit biztosítja
 - a Q-adapter és az NE is a NEL-ben van
 - a NEL interfésszel a nem TMN-konform (proprietary) menedzselhető információk és a TMN infrastruktúra között

Különböző NE-k integrálása TMN-be

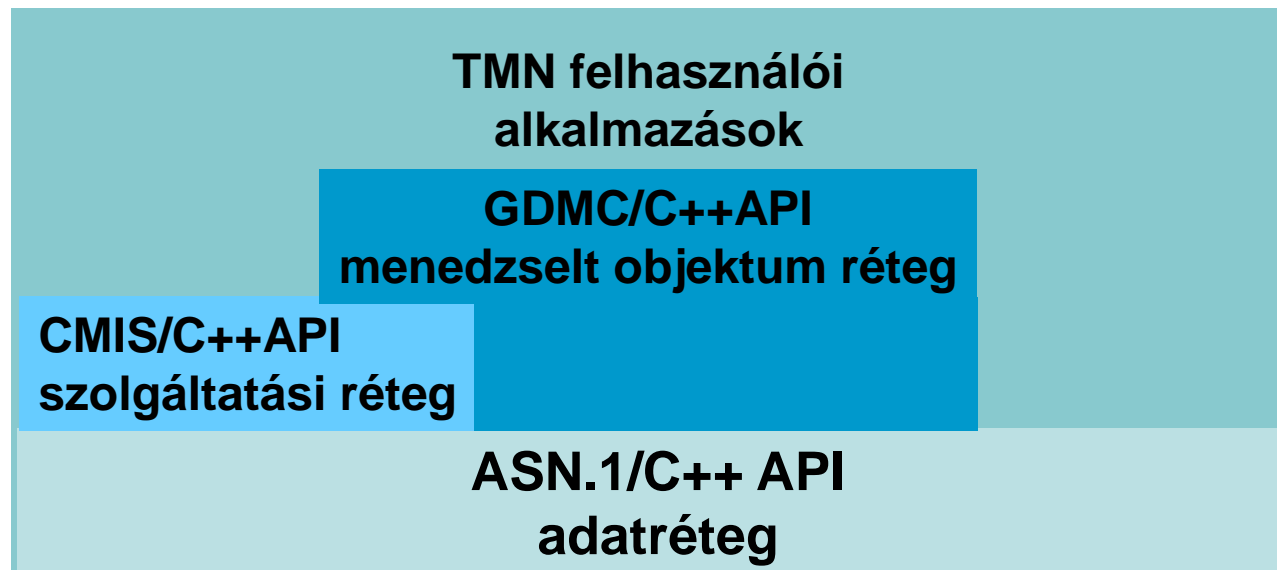


Hasonló módon teljes idegen (pl. vállalati) hálózatok is integrálhatók a TMN-be a Q-adapter funkció segítségével (SNMP-alapon menedzselte hálózat SNMP-CMIP adaptáció alapján)

Szabványos objektum-orientált API-k

- az NMF API egy TMN/C++ API
- három moduláris API-rétegből épül fel
 - egy menedzselt objektum interfészből (GDMO/C++ API), ami kerete biztosít a menedzselt objektumok megvalósításához és eléréséhez egy hierarchikus fa alapú modellben
 - egy szolgáltatási interfészből (CMIS/C++ API), ami az információs modellt biztosítja
 - kérések és válaszok küldése objektumok létrehozására, törlésére, attribútumaik módosítására
 - a hálózati események kezelésére
 - adatinterfész (ASN.1/C++ API) szerepfüggetlen interfész az adatokhoz és kódolásukhoz

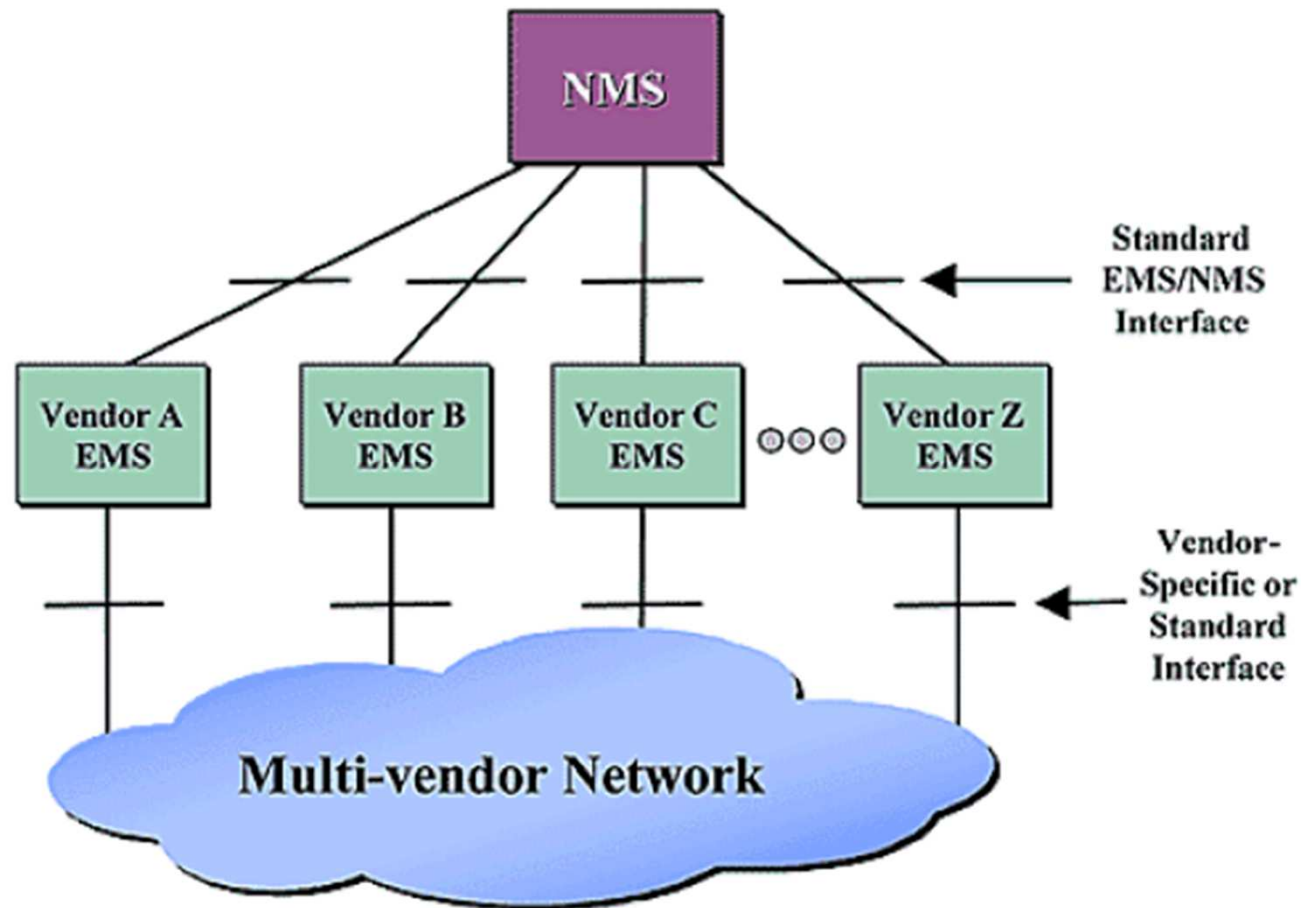
Szabványos objektum-orientált API-k



Hálózatelem menedzselő rendszerek

Az EMS helye a TMN-ben

(különböző gyártók NE-inek integrálása)



A TMN FCAPS modell

- A TMN rétegszerkezet mellett öt funkcionális kulcsterület (FCAPS)
 - hibamenedzsment (Fault)
 - konfiguráció-menedzsment (Configuration)
 - számlázás (Accounting)
 - teljesítmény/minőség-menedzsment (Performance)
 - biztonság-menedzsment (Security)

A TMN FCAPS modell

hiba	konfiguráció	számlázás	teljesítmény	biztonság
riasztások	rendszerek	felhasználás nyomonkövetése	adatgyűjtés	NE hozzáférések ellenőrzése
hibadetek-tálás	hálózati szolgáltató-sok	számla kiállításához szükséges információk	jelentések	NE funkciók engedélyezése
hibajavítás	automatikus felderítés		adatelemzés	hozzáférések logolása
teszt és elfogadás	mentés és visszaállítás			
helyreállítás	adatbázisok kezelése			

Autodiscovery

The screenshot displays the ZENOSSE - Team interface with several panes:

- Left Pane:** A tree view showing a hierarchy of network elements, including PSC1D-0001, TS1D-0001A, and various PM1D-0001 instances.
- Top Middle Pane:** A map of North America and Europe with a small icon over the US.
- Top Right Pane:** A rack view of server hardware.
- Bottom Middle Pane:** A rack view of server hardware.
- Bottom Right Pane:** A diagram showing three nodes connected in a line, with the middle node crossed out, indicating a cross-connect.
- Bottom Table:** A table of alarms with columns for Sequence No., State, Severity, Acknowledged, Description, and Source.

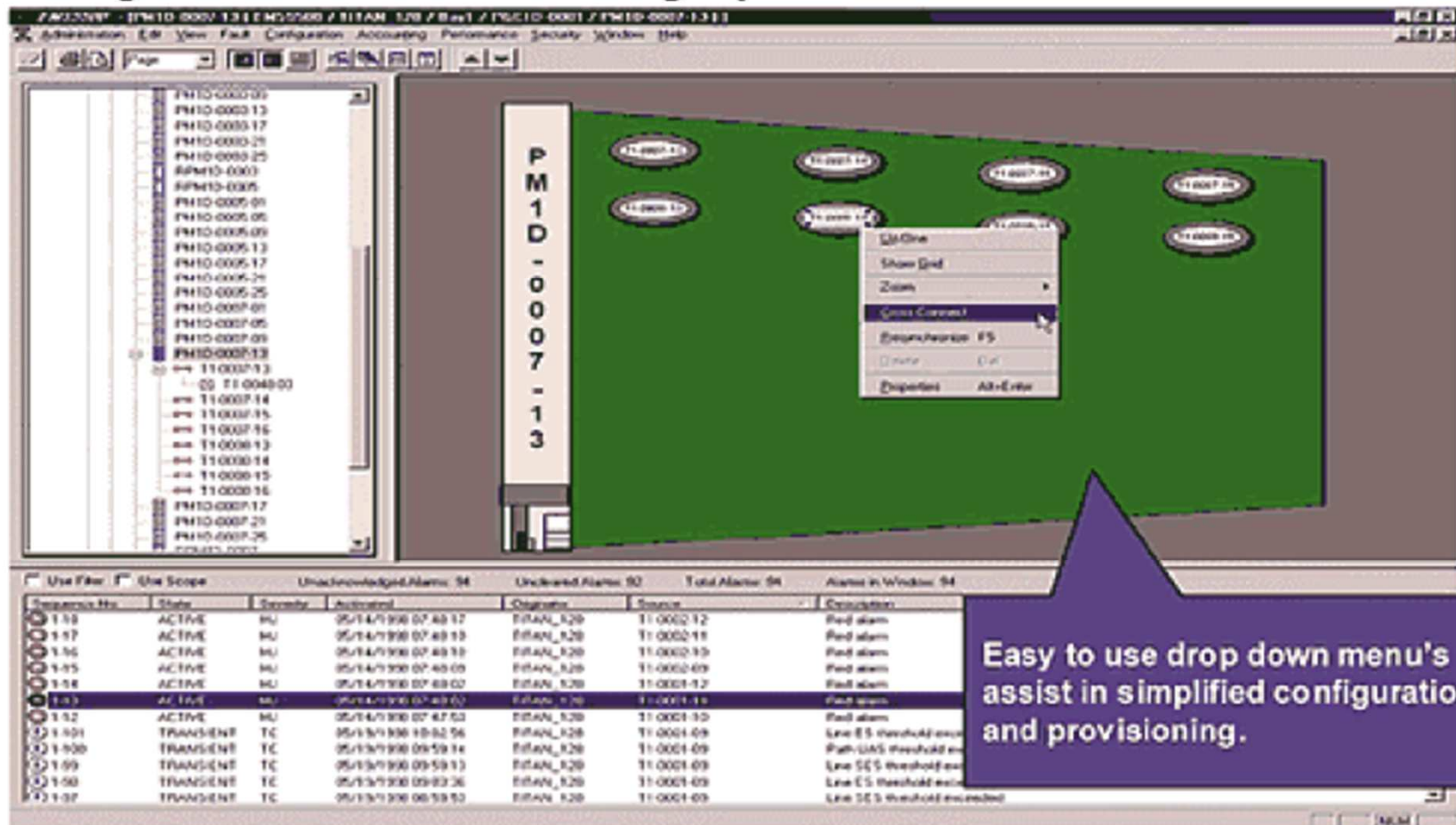
Sequence No.	State	Severity	Acknowledged	Description	Source
1192	ACTIVE	HR	05/15/1998 10:24:26	BITAN_120	BITAN_120
1191	TRANSIENT	TC	05/15/1998 10:52:56	BITAN_120	11-0001-09
1190	TRANSIENT	TC	05/15/1998 09:59:14	BITAN_120	11-0001-09
1189	TRANSIENT	TC	05/15/1998 09:59:13	BITAN_120	11-0001-09
1188	TRANSIENT	TC	05/15/1998 09:59:36	BITAN_120	11-0001-09
1187	TRANSIENT	TC	05/15/1998 09:59:53	BITAN_120	11-0001-09
1186	TRANSIENT	TC	05/15/1998 09:59:53	BITAN_120	11-0001-09

Automatic Discovery discovers the cross connects configured on the managed NE and much more.

Az EMS modell funkciói

- **Adatokat és támogatást (operációk) szolgáltat**
 - a szolgáltatások kialakításához
 - a hálózatefejlesztéshez és tervezéshez
 - a hálózati képességek és állapotok automaikus felderítéséhez
 - a hálózat működtetéséhez
 - a folyamatos szolgáltatásnyújtáshoz
 - a hálózat fenntartási is helyreállítási folyamataihoz
 - a hálózati állapotok folyamatos ellenőrzéséhez
- **Funkciói:**
 - szolgáltatás létrehozása
 - szolgáltatás fenntartása
 - az EMS és NE műveletek támogatása
 - az automatikus beavatkozások támogatása

Konfigurálás



The screenshot shows a software interface for configuring a PM1D-0007-13 device. On the left, a list of device IDs is visible. The main area displays a green field with several circular icons representing different configuration options. A context menu is open over this field, listing options such as 'Copy Command', 'Show Grid', 'Zoom', 'Refresh', 'Delete', and 'Export'. A purple callout box highlights the menu with the text: "Easy to use drop down menu's assist in simplified configuration and provisioning."

Unacknowledged Alarms: 04	Unleared Alarms: 02	Total Alarms: 04	Alarms in Window: 04			
Suppression No.	State	Severity	Actualized	Originator	Source	Description
1118	ACTIVE	MU	05/14/1998 07:49:17	BITAN_820	T1-0002-12	Red alarm
1117	ACTIVE	MU	05/14/1998 07:49:15	BITAN_820	T1-0002-11	Red alarm
1116	ACTIVE	MU	05/14/1998 07:49:15	BITAN_820	T1-0002-10	Red alarm
1115	ACTIVE	MU	05/14/1998 07:48:09	BITAN_820	T1-0002-09	Red alarm
1114	ACTIVE	MU	05/14/1998 07:48:02	BITAN_820	T1-0002-12	Red alarm
1113	ACTIVE	MU	05/14/1998 07:48:02	BITAN_820	T1-0001-14	Red alarm
1112	ACTIVE	MU	05/14/1998 07:47:02	BITAN_820	T1-0001-10	Red alarm
11101	TRANSIENT	TC	05/13/1998 10:52:56	BITAN_820	T1-0001-09	Line ES threshold exceeded
11100	TRANSIENT	TC	05/13/1998 09:59:14	BITAN_820	T1-0001-09	Path-LOS threshold exceeded
1109	TRANSIENT	TC	05/13/1998 09:59:13	BITAN_820	T1-0001-09	Line SES threshold exceeded
1108	TRANSIENT	TC	05/13/1998 09:59:36	BITAN_820	T1-0001-09	Line ES threshold exceeded
1107	TRANSIENT	TC	05/13/1998 09:59:52	BITAN_820	T1-0001-09	Line SES threshold exceeded

Szolgáltatás létrehozása

- **Magas szintű folyamatok**
 - hálózatfejlesztés és tervezés
 - hálózati képességek felderítése
 - szolgáltatás-létrehozás
- **Támogató EMS funkcionális blokkok**
 - felderítés menedzsment-támogatása
 - konfiguráció-menedzsment
 - szolgáltatás-létrehozás menedzsment
 - szolgáltatás használatának monitorozása

EMS funkcionális blokkok

- **felderítés menedzsment-támogatása**
 - NE-erőforrások leírása (hely, mennyiség, típus, sorozatszám, verzió, telepítés időpontja, stb)
- **konfiguráció-menedzsment**
 - erőforrások, topológiák, tartalékok felügyelete, telepítés és üzembe helyezés, szolgáltatáshoz rendelés, védelmi átkapcsolások, fizikai erőforrások logikai megosztása (VPN)
- **szolgáltatás-létrehozás menedzsment**
 - kapcsolatok, alhálózati képességek kialakítása, felhasználóhoz rendelése
- **szolgáltatás használatának monitorozása**
 - az erőforrások használatával kapcsolatos mérések (a számlázás alapja a számlázható funkciókat megvalósító NE-kben)

Az EMS domain speciális feladatai

- **NE telepítés**
 - paraméterek beállítása, táblázatok betöltése
 - NE automatikus felderítés, információküldés az EMS adatbázisnak
 - rekk szintű grafikus leírás az automatikus felderítés alapján
 - kapcsolat felépítése és fenntartása a magasabb szintű OSS-szel
- **szolgáltatás kialakítása, kapacitástervezés**
 - kapcsolat-jellemzők automatikus felderítése (pl. cross-connect)
 - új kapcsolatok kialakítása EMS GUI vagy NML-folyamat alapján
 - NE-információk (modul, sorozatszám, foglaltság, stb.) az SML felderítő funkciók számára
 - szabad kapacitásokkal kapcsolatos információk szolgáltatása

Az EMS domain speciális feladatai

- **NE upgrade**
 - az új NE automatikus felderítése
 - NE SW-javítások (patch) letöltése
 - új NE SW-verziók letöltése
 - NE-EMS HW és SW változatok közti összhang fenntartása
- **az NE és az EMS adatbázisai sértetlenségének biztosítása**
 - mentés, visszaállítás
 - NE – EMS kapcsolat állapotának monitorozása, megszakadt kapcsolat helyreállítása után adatbázisok szinkronizálása
 - üzemeltetés-biztonsági megfontolásokból EMS – NE adatbázisok szinkronizálása periodikusan

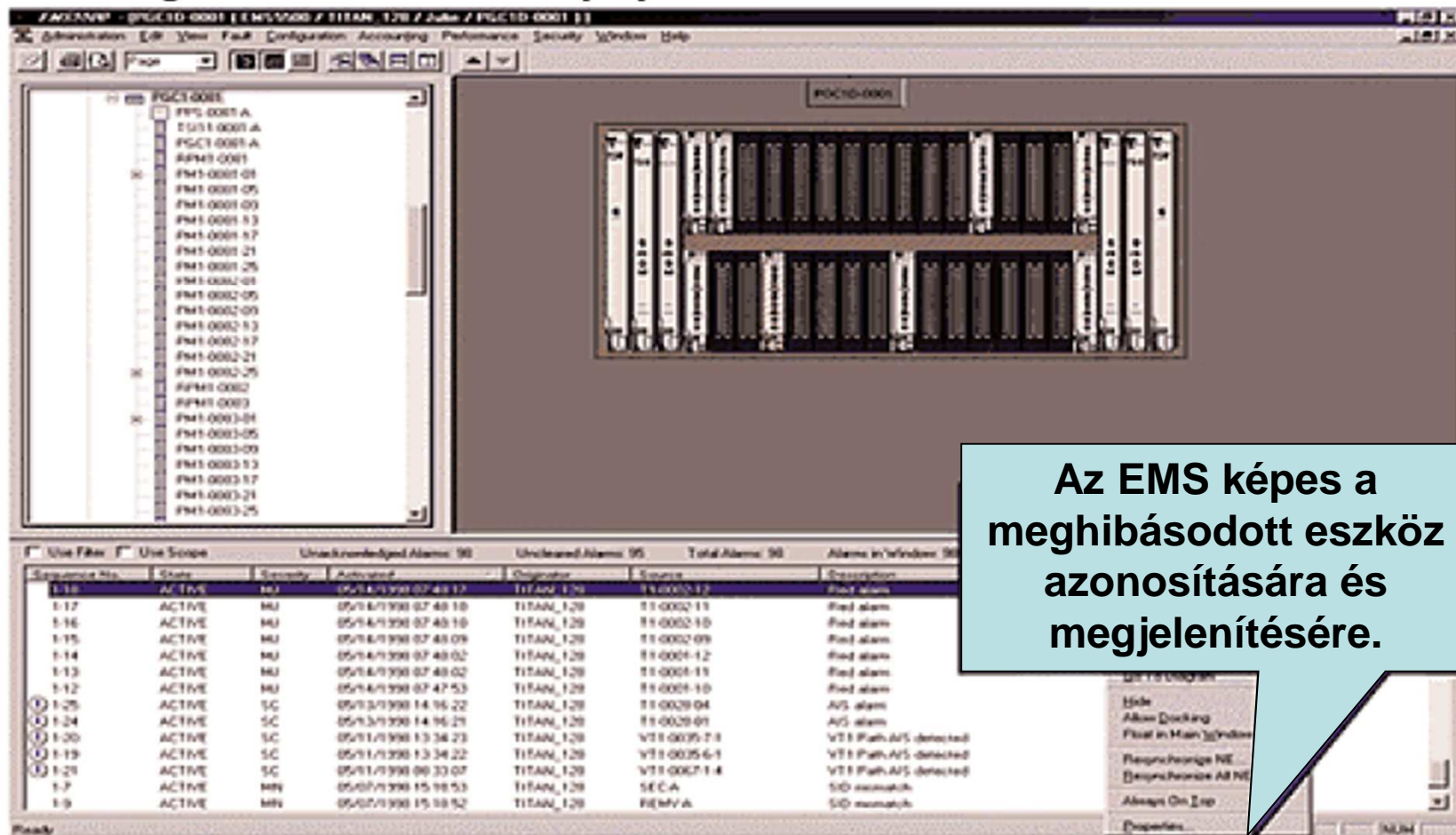
Szolgáltatás fenntartása

- **hibamenedzsment támogatás**
 - hálózati erőforrások felügyelete, degradációk, hibák automatikus detektálása
 - hibabehatárolás, hibaelhárítás
 - a szolgáltatások folyamatosságának fenntartása
- **teljesítményjellemző adatok gyűjtése**
 - a hálózati erőforrások minőségjellemzőinek periodikus gyűjtése a szolgáltatások élettartama alatt
 - trendek megjelenítése az összegyűjtött adatok alapján a fizikai erőforrások periodikus vagy fokozatos degradációjának jelzésére
- **erőforrás-kihasználtsági adatok gyűjtése**
 - a felhasználókhöz rendelt erőforrások kihasználtsági adatainak gyűjtése, a szolgáltatás és a felhasználás jellemzői illeszkedésének folyamatos ellenőrzése
 - trendek a felhasználásban, QoS jellemzőkre gyakorolt várható hatások

Az EMS domain speciális feladatai

- **hibabehatárolás**
 - a magasabb szintű NML hibamenedzsment és a SML hibajegyek biztosítják az első riasztást és azonosítják a hiba eredetét
 - az EMS-adatbázis és az EMS-eszközök segítségével ezután pontosan diagnosztizálható a hiba
 - az EMS egyszerű lehetőséget nyújt az NE-k vizsgálatát támogató folyamatok (pl. visszahurkolás) eredményeinek megjelenítésére
- **szolgáltatásminőség**
 - az EMS képes a beállított minőségi jellemzők (pl. SLIPS, BER) megsértését detektálni és jelezni az NML hibamenedzsmentjének
 - az EMS tárolhat teljesítőképességi mérésekkel kapcsolatos adatokat és hozzáférhetővé teheti azokat az EMS jelentéskészítő funkciók, az SLM teljesítmény/minőségmenedzsment és a QoS támogató rendszer számára
 - az NE és az EMS képességeitől függően diagnosztikai funkciók, valamint azok igény szerint ütemezett aktiválása is lehetséges

Hibajelző ablak a meghibásodott eszköz grafikus megjelenítésével

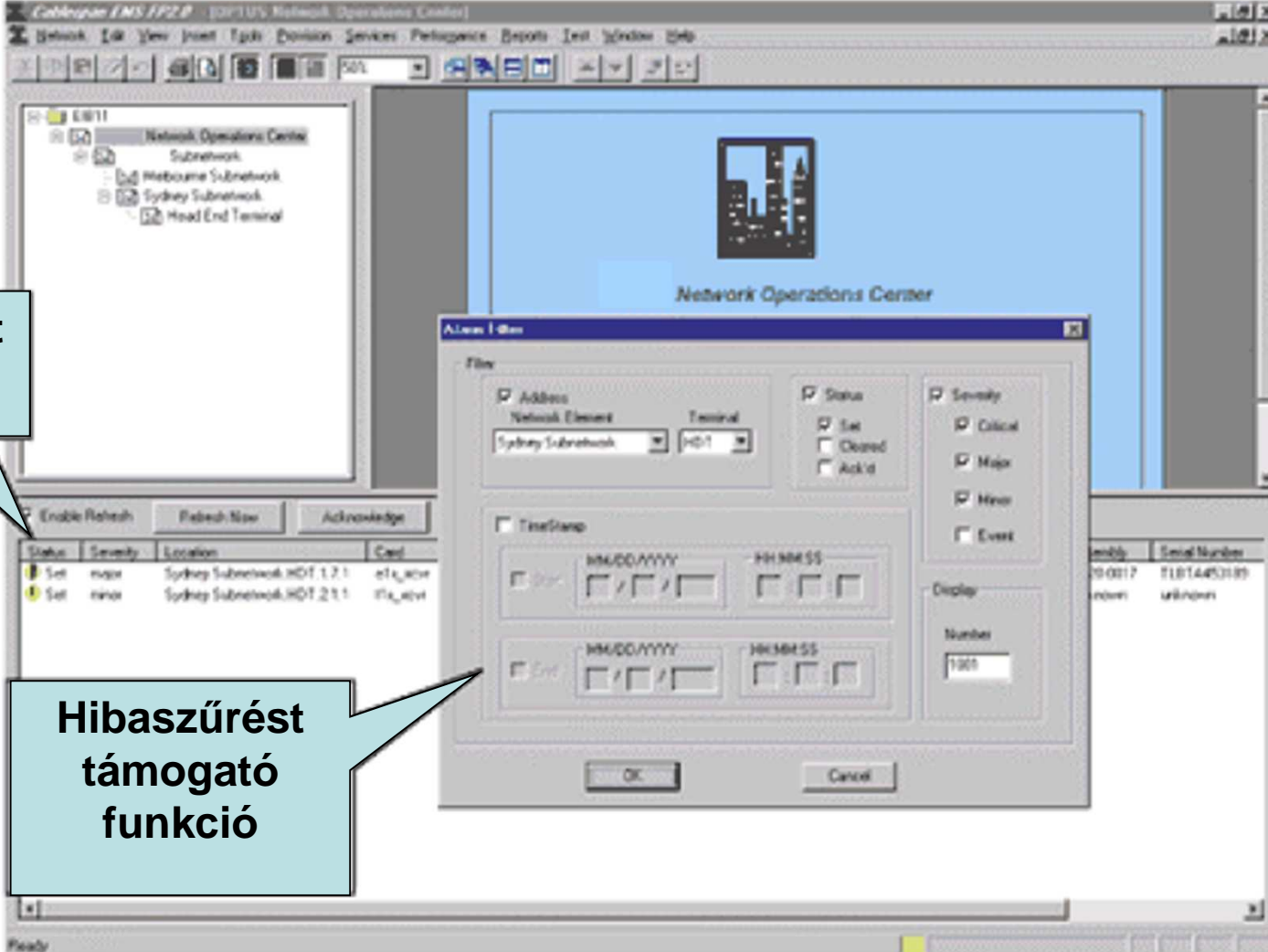


The screenshot displays the EMS (Energy Management System) interface. On the left, a tree view shows the hierarchy of equipment, including 'PGCT-0001' and various 'FM1-0001' and 'FM1-0002' units. The main area shows a graphical representation of a rack with multiple slots, each containing a device. Below the rack, a table lists active alarms with the following columns: Sequence No., State, Severity, Activated, Originator, Source, and Description.

Sequence No.	State	Severity	Activated	Originator	Source	Description
1-10	ACTIVE	MU	05/04/1998 07:48:17	TITAN_129	11-0001-12	Feed alarm
1-17	ACTIVE	MU	05/04/1998 07:48:18	TITAN_129	11-0002-11	Feed alarm
1-16	ACTIVE	MU	05/04/1998 07:48:18	TITAN_129	11-0002-10	Feed alarm
1-15	ACTIVE	MU	05/04/1998 07:48:09	TITAN_129	11-0002-09	Feed alarm
1-14	ACTIVE	MU	05/04/1998 07:48:02	TITAN_129	11-0001-12	Feed alarm
1-13	ACTIVE	MU	05/04/1998 07:48:02	TITAN_129	11-0001-11	Feed alarm
1-12	ACTIVE	MU	05/04/1998 07:47:53	TITAN_129	11-0001-10	Feed alarm
1-25	ACTIVE	SC	05/03/1998 14:16:22	TITAN_129	11-0029-04	AVS alarm
1-24	ACTIVE	SC	05/03/1998 14:16:21	TITAN_129	11-0029-01	AVS alarm
1-20	ACTIVE	SC	05/01/1998 13:34:23	TITAN_129	VT1-0035-7-1	VT1 Path AVS detected
1-19	ACTIVE	SC	05/01/1998 13:34:22	TITAN_129	VT1-0035-6-1	VT1 Path AVS detected
1-21	ACTIVE	SC	05/01/1998 08:33:07	TITAN_129	VT1-0007-1-4	VT1 Path AVS detected
1-7	ACTIVE	MW	05/07/1998 15:18:53	TITAN_129	SECA	SD mismatch
1-9	ACTIVE	MW	05/07/1998 15:18:52	TITAN_129	FE1MVA	SD mismatch

A callout box on the right side of the screenshot contains the text: "Az EMS képes a meghibásodott eszköz azonosítására és megjelenítésére." (The EMS is capable of identifying and displaying the failed device.)

Hibaablak hibaszűrő funkcióval



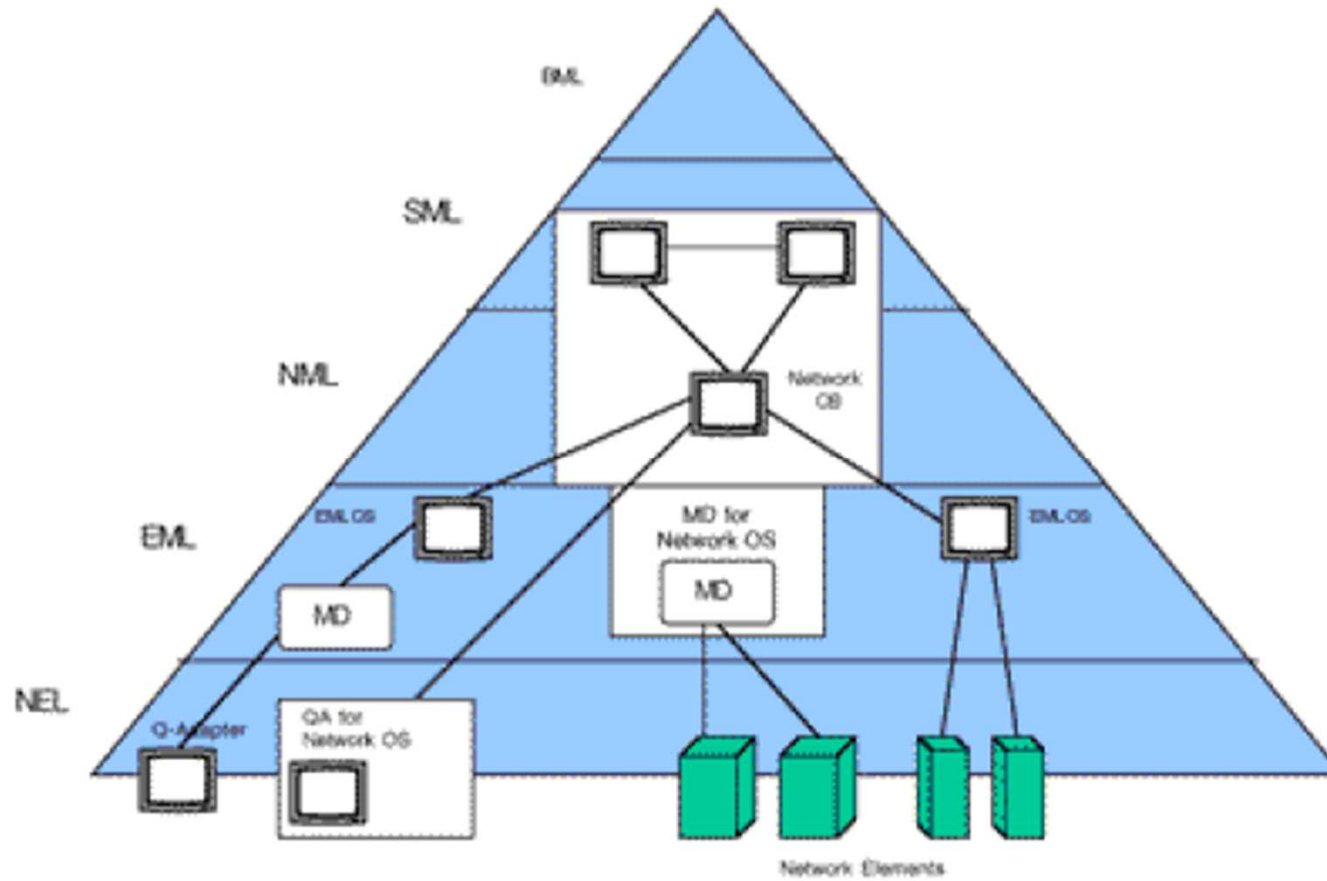
The screenshot shows the Network Operations Center (NOC) interface. On the left, a tree view displays the network structure, including 'Network Operations Center', 'Subnetwork', 'Melbourne Subnetwork', 'Sydney Subnetwork', and 'Head End Terminal'. The main area shows a 'Network Operations Center' dashboard with a city skyline icon. Below the dashboard, a table displays a list of errors, with two errors highlighted in yellow. A dialog box titled 'Filter' is open, allowing users to configure the error filter. The dialog includes fields for 'Address' (Network Element: Sydney Subnetwork, Terminal: HD1), 'Status' (Set, Cleared, Ack'd), 'Severity' (Critical, Major, Minor, Event), and 'TimeStamp' (Start and End dates and times). The 'Display' section shows 'Number' set to 100.

Rendezett hibalista

Status	Severity	Location	Card
Set	major	Sydney Subnetwork.HD1.1.7.1	etL_ajce
Set	minor	Sydney Subnetwork.HD1.2.1.1	itL_ajce

Hibaszűrést támogató funkció

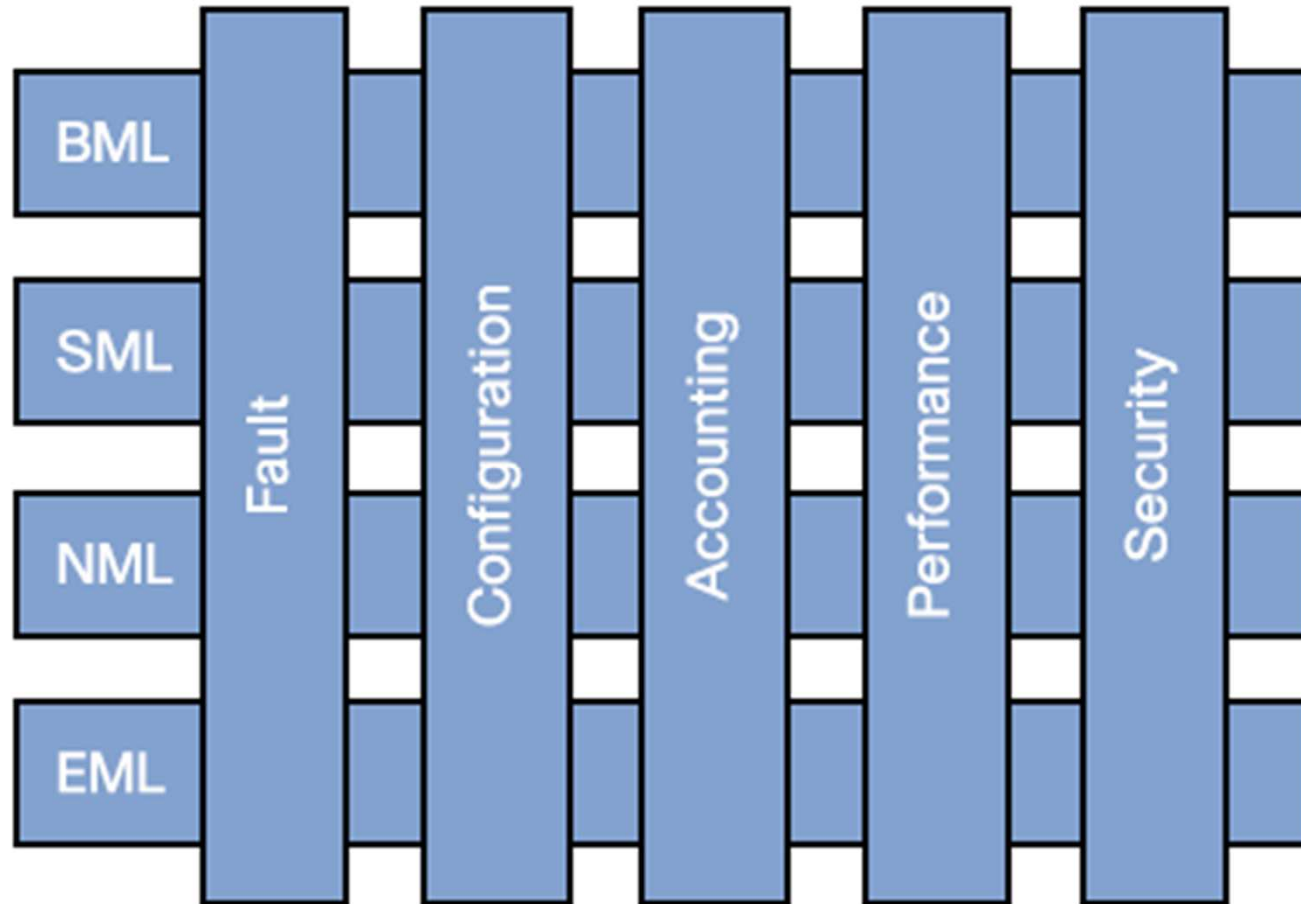
A TMN logikai modell



- Business Management Layer
- Service Management Layer

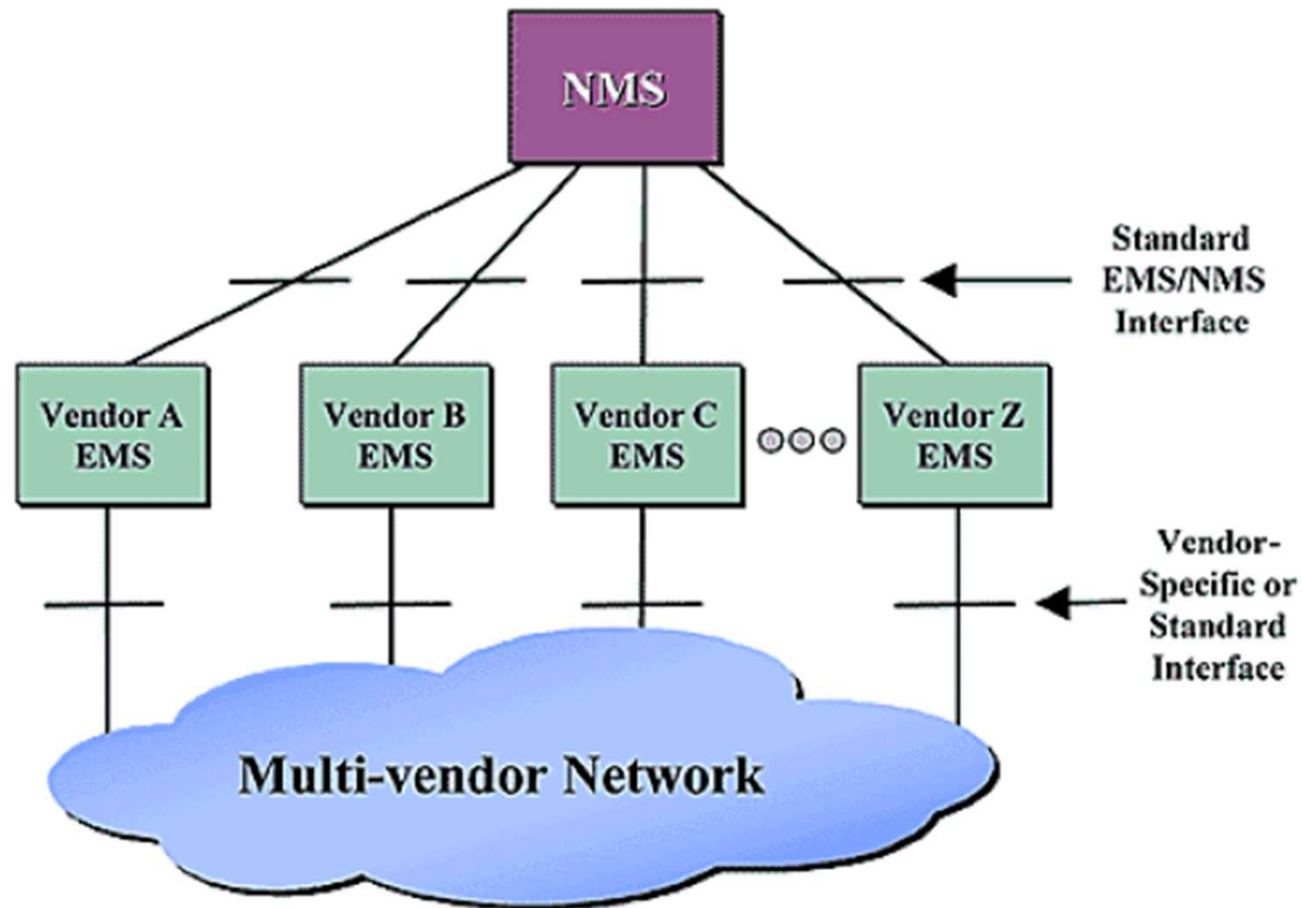
- Network Management Layer
- Element Management layer
- Network Element Layer

TMN FCAPS



Az EMS helye a TMN-ben

(különböző gyártók NE-inek integrálása)



A menedzsment automatizálása

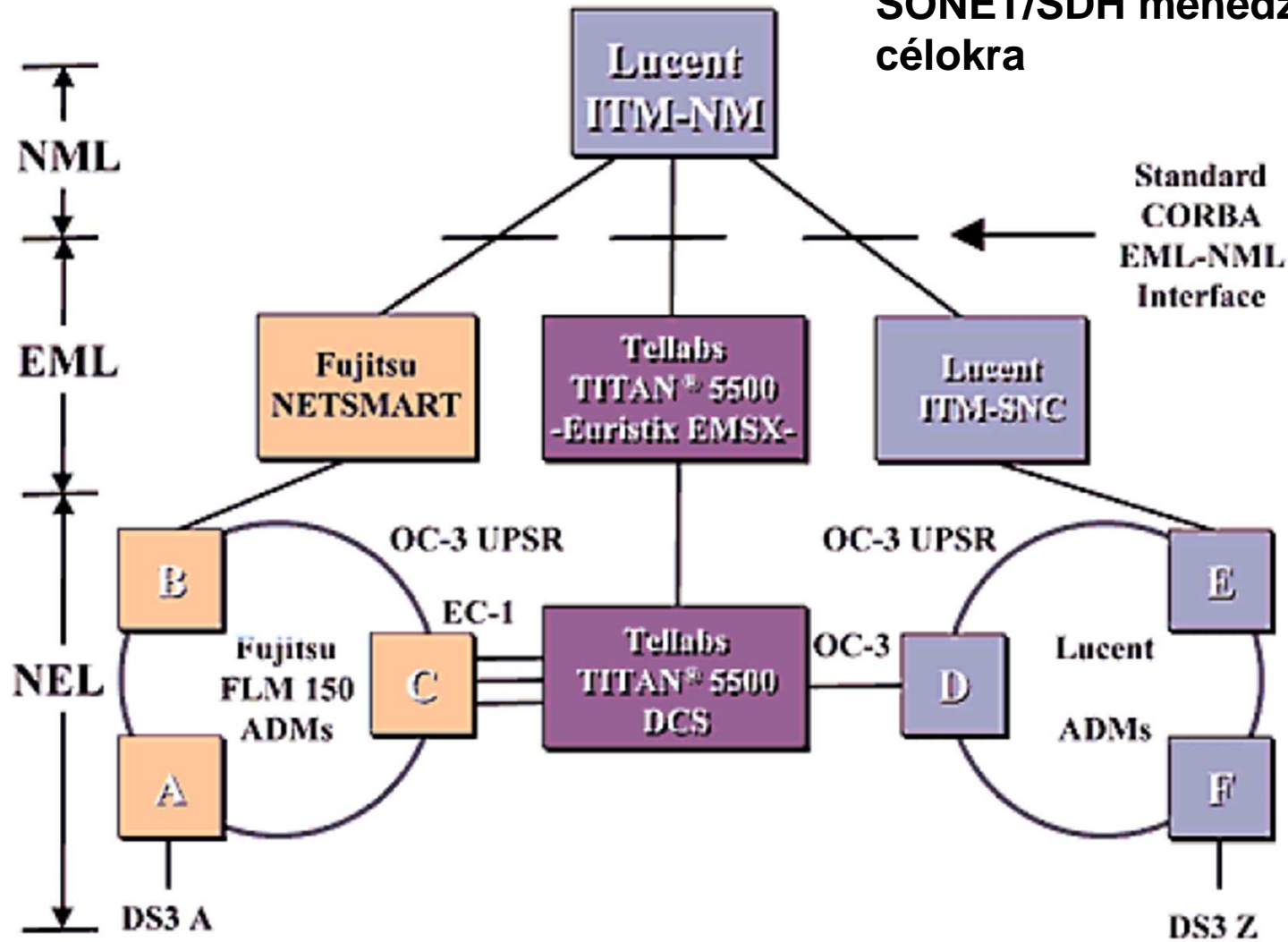
- az EMS a menedzsment alapjait képező információk forrása, valamint az ellenőrző és vezérlő képességek támogatója, ehhez a következő funkciókat biztosítja:
 - információtárolás
 - információs-modellek (az EMS domainban)
 - EML információs modellek beillesztése az NML általános hálózati modelljébe (ez a beillesztés elrejtja a NE réteg egyedi jellemzőit és egy technológia-független modellt támogat)
 - *Northbound* interfész: megfelelő protokollok vagy mechanizmusok támogatása az EMS és az NMS közti elosztott kommunikációhoz (lehetővé teszi a menedzsment rendszer automatizálását, az NE erőforrások az NMS GUI-ról is vezérelhetők EMS operátor közreműködése nélkül)

Northbound (felső) interfész változatok

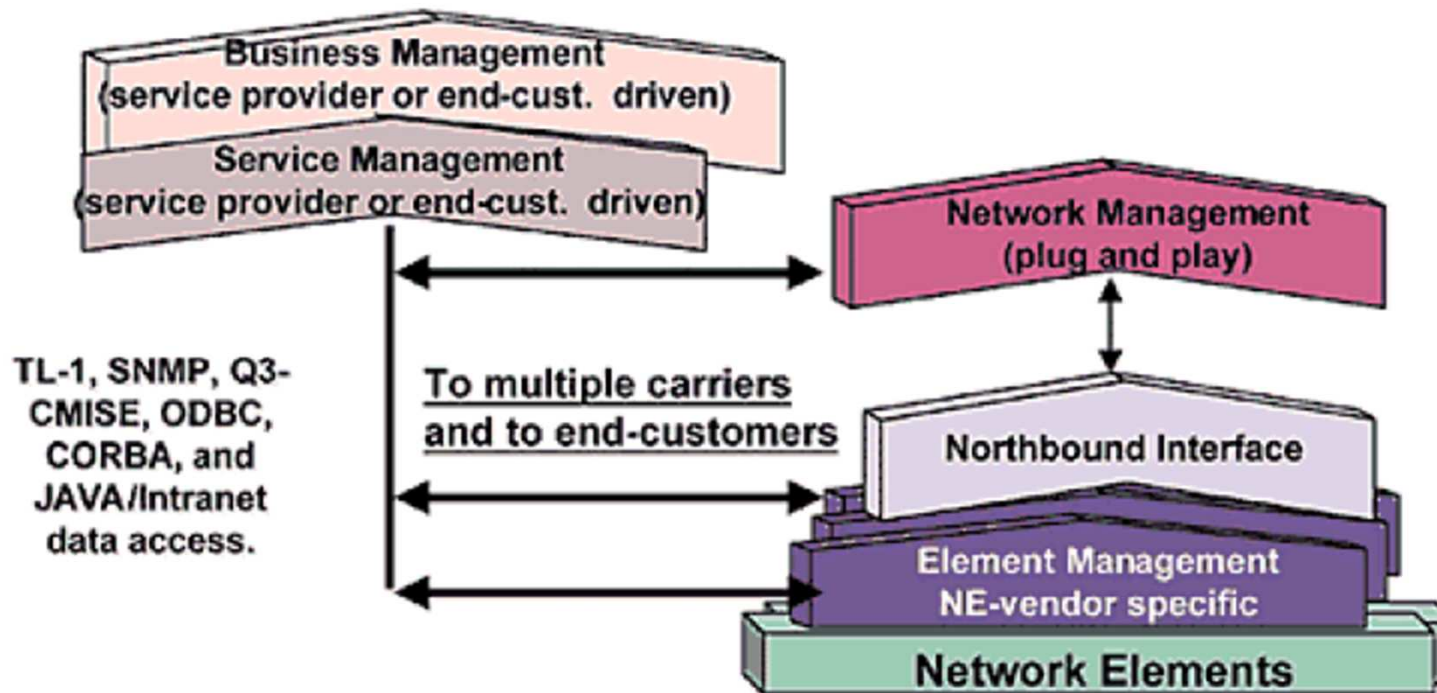
- TL1 (Transaction Language) – szűrés utáni hibajelzések küldése az NML-nek, bizonyos esetekben kétirányú TL1 a szolgáltatások kialakításának folyamataihoz
- ODBC (open database connectivity) – nyílt interfész nagymennyiségű adat továbbításához, fogadásához
- SNMP – egyszerűbb NE-EMS rendszerekben
- Q3/CMISE – kétirányú CORBA IF

CORBA Configuration

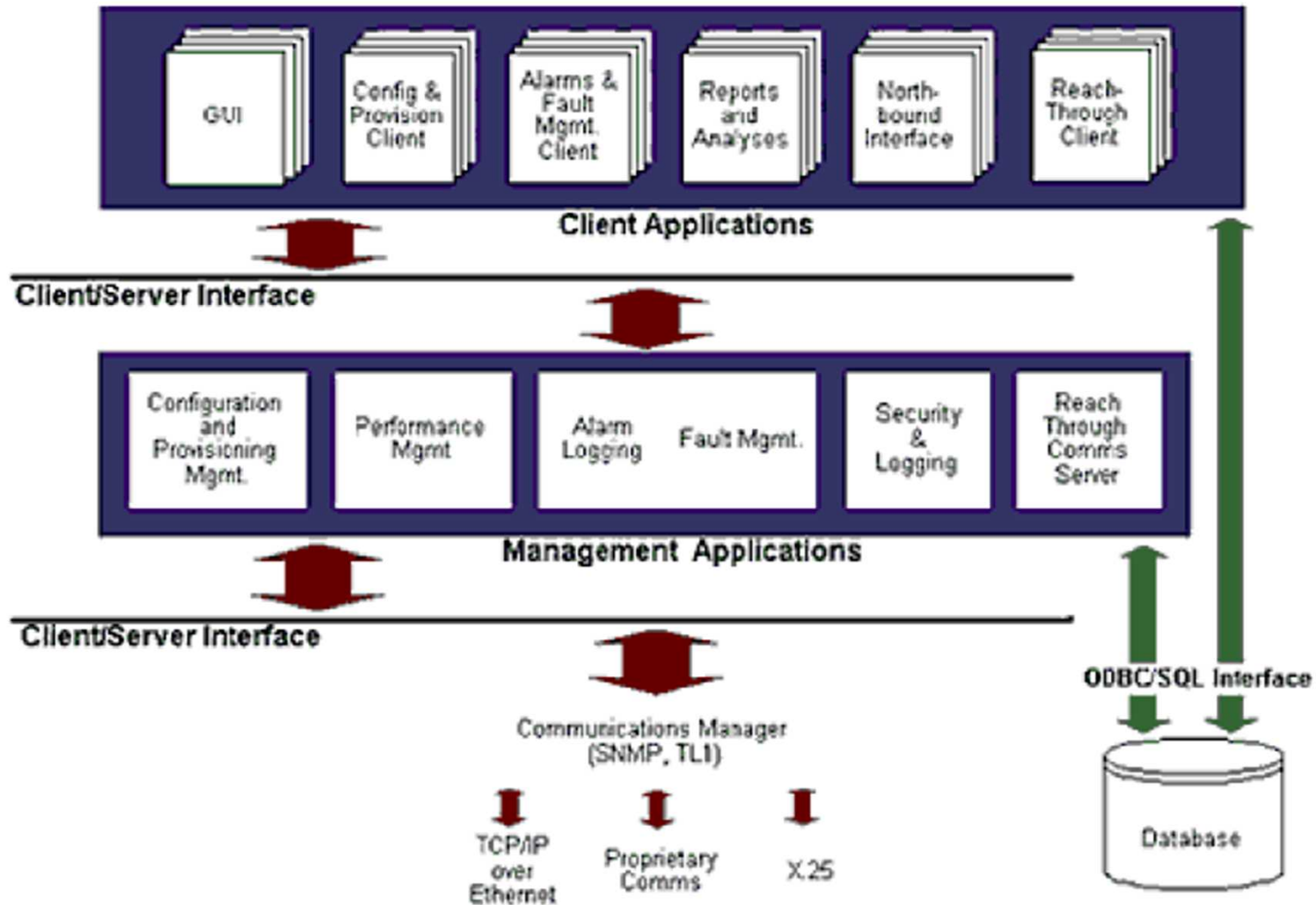
TMF demonstráció CORBA alapú NML - EML kapcsolatra SONET/SDH menedzsment-célokra



Szabványos IF-ek a munkafolyamatokhoz



EMS SW-architektúra

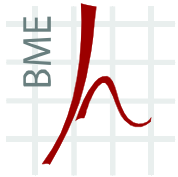


EMS SW-fejlesztők

- **Független fejlesztő**
 - TMN-rétegeket megvalósító SW-ek a berendezésgyártóknak és a végfelhasználóknak (pl. Telecordia)
 - eszközöket, platformokat és kulcsrakész alkalmazásokat megvalósító SW-ek (pl. GUI, EMS-eszközök könyvtára) különböző gyártók EMS-rendszereihez
- **NE gyártók**
 - EMS csak saját gyártmányokhoz (NML, SML, BLM nincs)
 - saját gyártmányok EMS-e mellett NML, esetleg SML és BML is

Mire jó ez az egész?

- **PI.konfiguráció és szolgáltatás menedzsment**
 - Mérés alapú konfigurálás
 - Automatikus szolgáltatás-nyújtás és periodikus konszolidáció
 - ng SDH DoS
 - ASON OCh



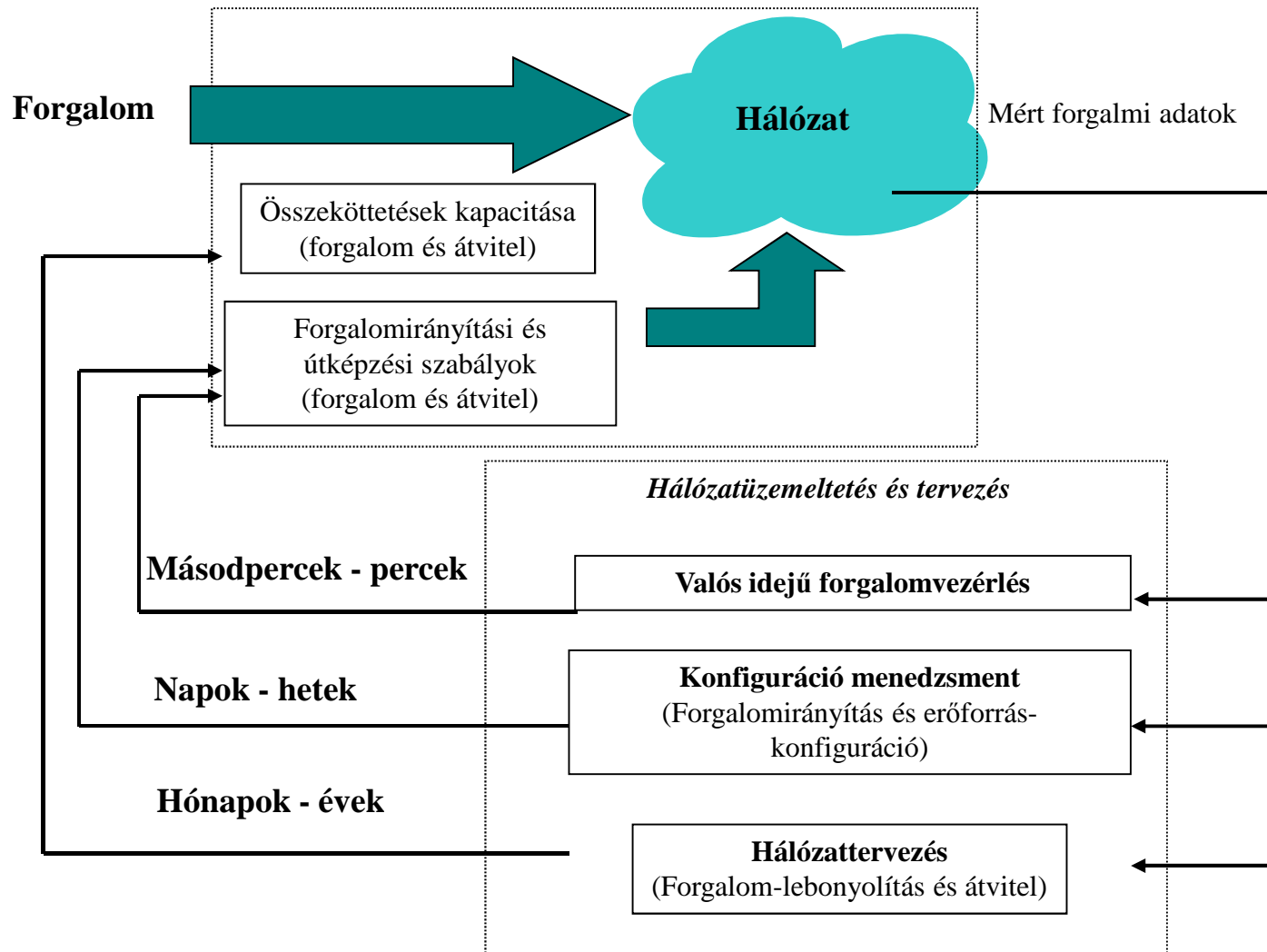
A menedzsment rendszer új szerepei a hálózat működtetésében

- IP MPLS TE – mérés alapú konfigurálás és tervezés
- GMPLS-alapú optikai réteg – gyors OCh szolgáltatás

Mérés alapú tervezés és konfigurálás

- Dinamikusan változó piaci környezetben - rugalmas reagálóképesség
 - szolgáltatási és forgalmi prognózis - kapacitástervezés
 - bizonytalan prognózis: flexibilitás vagy túlméretezés
- Domináns IP kliens - forgalommodellezési nehézségek
 - analitikus modellek mellett mérési adatok

Mérés alapú tervezés



Mérés alapú tervezés

- **Mérésekre alapozott hálózattervezés**
 - Meglévő hálózati erőforrások konfigurálása
 - Rövidtávú beavatkozás
 - Kihasználtság növelése
 - Torlódások elkerülése (QoS)
 - Forgalmi prognózisok előállítása
 - Forgalmi mátrix előállítás
 - Hálózatfejlesztési tervek (amikor a konfigurálás már nem elég bővíteni kell az erőforrásokat)

Valós idejű forgalomvezérlés

- Hálózati állapot folyamatos, részletes figyelése
- Szükség esetén korlátozó beavatkozások + konfiguráció-módosítás kezdeményezése
- Egyes technológiák és hálózatok elosztott automatikus forgalomvezérlést alkalmaznak

Konfigurálás

- A linkek megfigyelése egy adott időszakban
- A mérési eredmények minősítése
- **Beavatkozás**
 - Forgalomirányító táblák megváltoztatása
 - Kapacitás-átrendezés (technológiai rétegen belül)
 - Kapacitás-átrendezés, új kapacitások bevonása (kliens-szerver együttesen)
 - Hálózatfejlesztés kezdeményezése

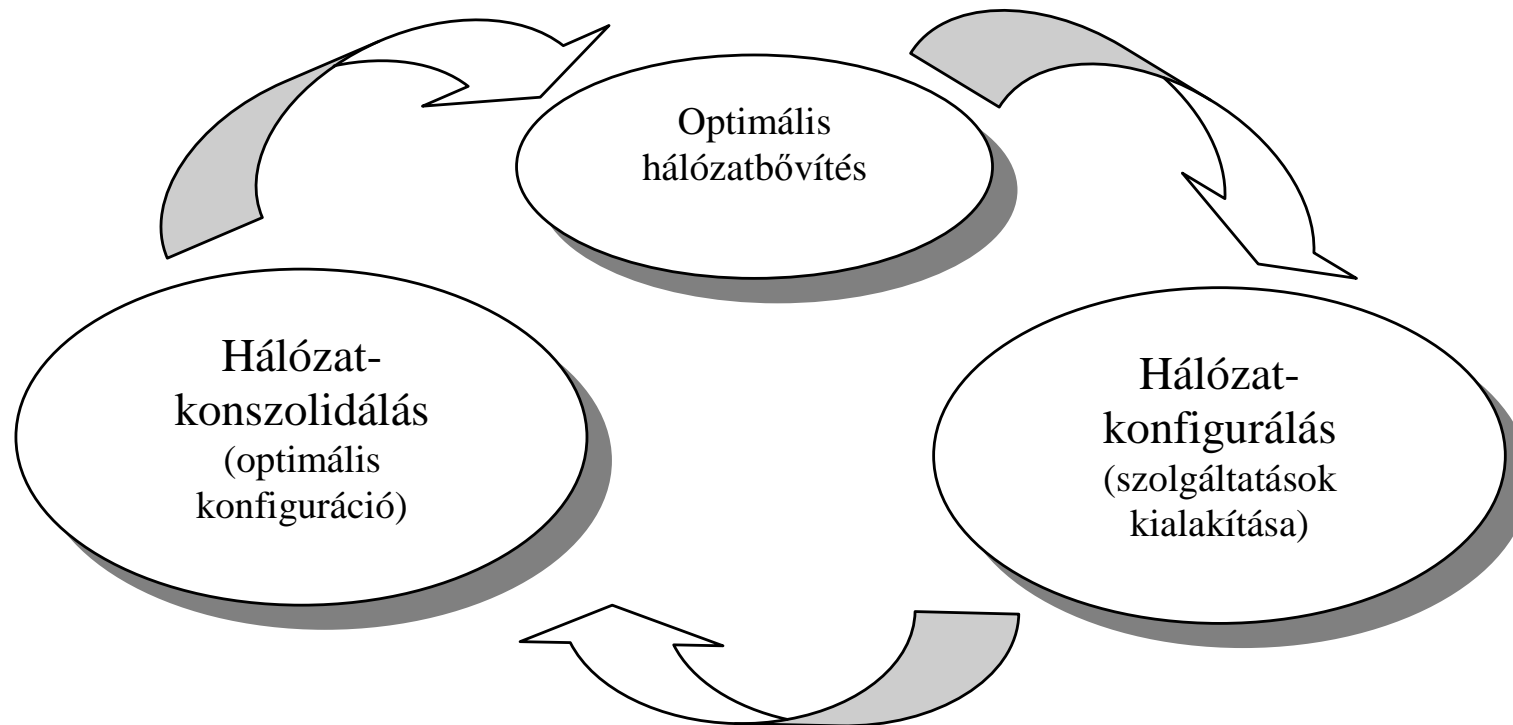
Hálózattervezés, hálózatfejlesztés

- A meglévő erőforrásokkal a felmerülő problémák nem oldhatók meg
- Erőforrás-bővítés szükséges
 - Forgalmi prognózis
 - Kapacitástervezés,
 - Hálózatbővítés

Szemi-permanens hálózatok

- Pont-pont kapacitásigények véletlen sorrendben, hosszú (~végtelen) tartásidővel
- Kevéssé dinamikus hálózat (ritkán szűnnek meg kapcsolatok)
- A hálózati kép egy lehetséges sorrendi realizáció következménye
- A szolgáltatási stratégia a rendelkezésre álló erőforrásoktól és a prognózis jóságától függ

Hálózatfejlesztési lépések



Beruházás, optimális hálózatbővítés

- Beruházás - új hálózati erőforrások létrehozása, ami tipikusan az optimális hálózatbővítés meghatározása a konszolidált hálózati képből kiindulva.

Szolgáltatások kialakítása

- Szolgáltatások kialakítása (hálózatkonfigurálás a meglévő erőforrások felett), melynek során tipikusan szub-optimális döntések születnek az aktuális hálózati állapot és egy-egy aktuális szolgáltatási igény ismeretében. (A döntés szub-optimális jellegének érzékeltetésére két egyszerű példa a döntési stratégiára:
 - Ha egy új szolgáltatás kialakítása minimális erőforrás-felhasználás mellett történik, akkor az a tervezési bizonytalanságokból adódóan szűk keresztmetszetek kialakulásához vezethet a hálózatban.
 - Ha egy új szolgáltatás kialakítása szűk keresztmetszetek kialakítását elkerülve történik, akkor az a minimálisan szükséges több erőforrás felhasználáshoz vezet.

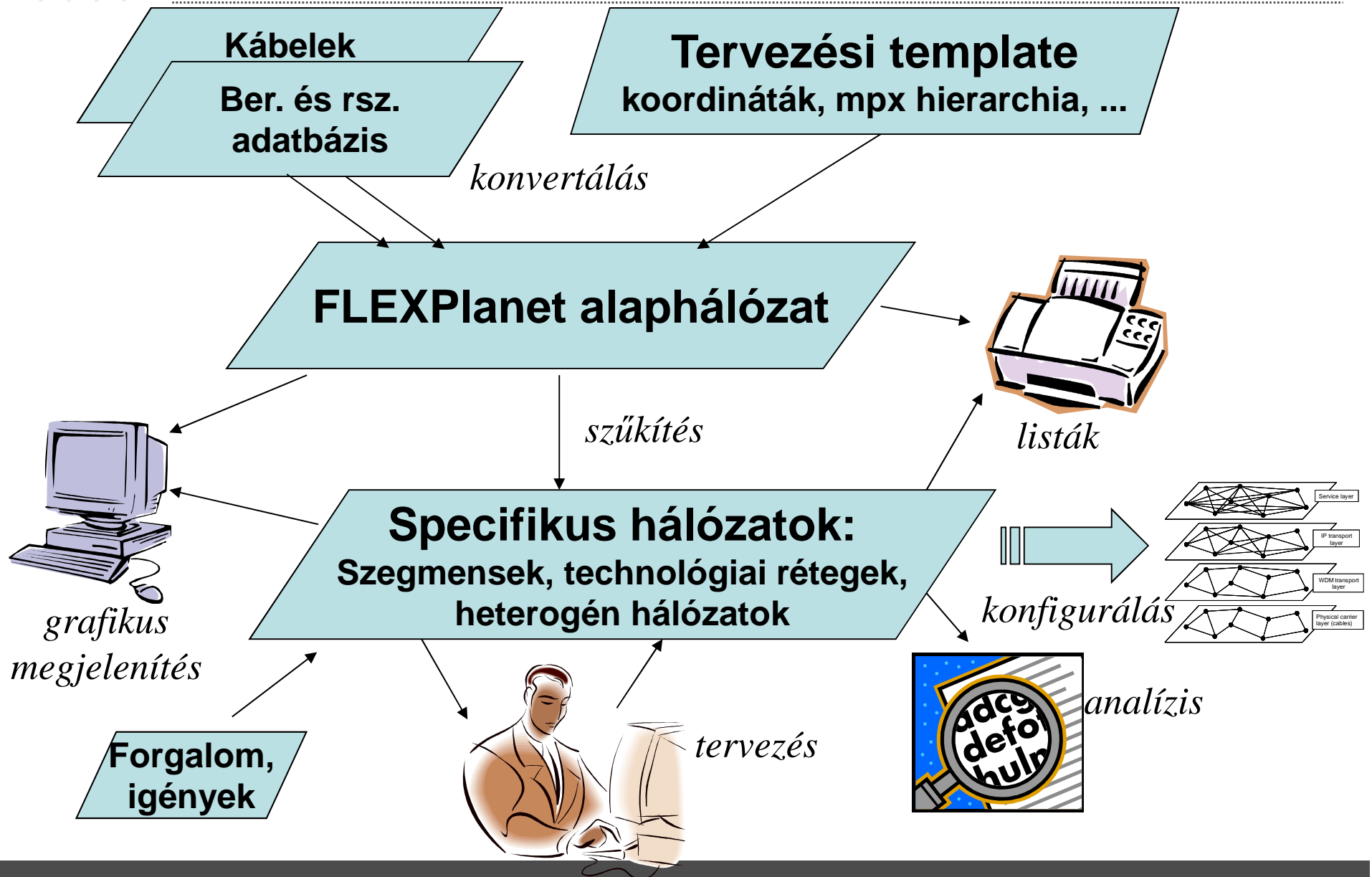
Egy alapvető ellentmondás

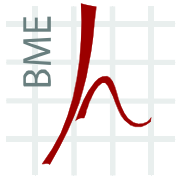
- A hálózat egészét hosszabb időtartamra tekintve egyik döntés sem optimális, ugyanakkor az ellentmondás feloldhatatlan, mert a konfliktus a dinamikus felmerülő igényekből következik.

Hálózatkonszolidálás

- A hálózatkonszolidálás szolgálhat a probléma megoldására. Ekkor a konfigurálás (átrendezés) célja a hosszabb távon optimális hálózati szerkezet kialakítása az aktuális hálózati állapot (erőforrások, tartósan fennálló igények) ismeretében. Egy ilyen hálózatkonszolidálás, mivel tipikusan erőforrásokat szabadíthat fel, valamint ésszerűbb konfigurációs megoldásokhoz vezethet és megalapozhatja az optimális hálózatbővítést.
 - taktikai tervezés(meglévő erőforrások optimális felhasználása)
 - mérés alapú tervezési koncepció (forgalomkoncentrációs hálózati rétegekben mérés alapú, transzport hálózati rétegekben a meglévő erőforrások kitöltöttségére alapozottan)
 - hálózatkonfigurálás támogatása (optimális erőforrás-allokálás meglévő hálózati szerkezet felett)

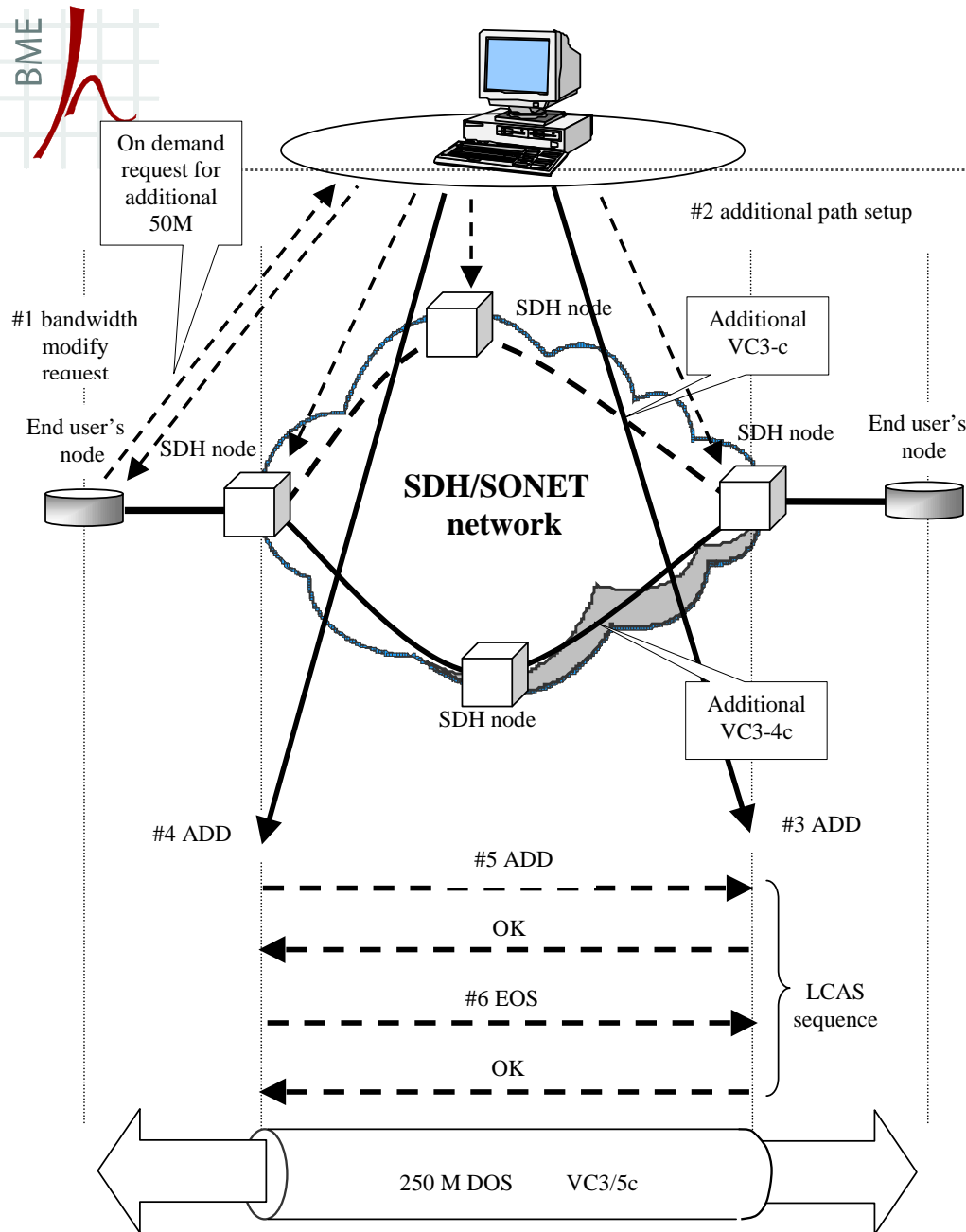
Hálózat-nyilvántartási adatokra alapozott hálózattervezés





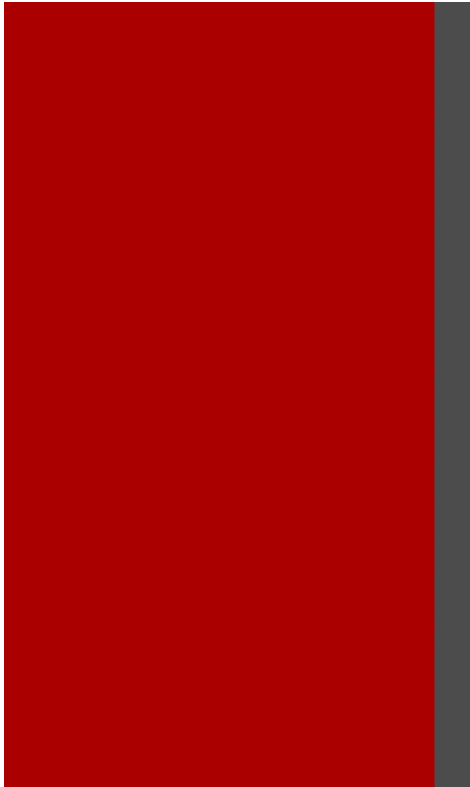
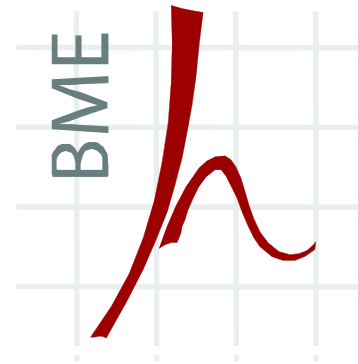
ng SDH DoS

BoD centralizált vezérléssel

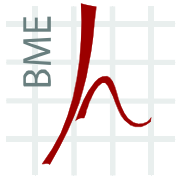


EMS/NMS alapú

- VC3-4c út
- #1 még egy VC3 kérése
- #2 EMS/NMS alapú létrehozás
- #3 és #4 LCAS aktiválása a végpontokban
- #5 és #6 LCAS meglévő és új összekapcsolására



Technológiai rétegek menedzselése



MPLS OAM

*IEEE Comm. Mag. 2004 Oct.
alapján*

MPLS OAM szükségessége

- IP/MPLS és Ethernet nyilvános hálózati szolgáltatások
- Sonet/SDH-hoz hasonló szolgáltatói minőségű hálózati megoldások szükségesek
 - CCE/CET
 - Sonet/SDH-hoz hasonló OAM képességek és funkciók
 - csomaghálózati sajátságokból következő OAM képességek és funkciók

IP OAM funkciók

- Ping: elérhetőség és késleltetés (round trip time) – ICMP (Internet Control Message Protocol)
- Tracerout: aktuális út egy adott cím elérésére

MPLS OAM-mel szemben támasztott követelmények I.

- A vezérlési és az adatréteg OAM-jének elválasztása
- Meghibásodott LSP-k detektálása:
 - azonos súlyú többszörös utak hibájának detektálása
 - a felhasználó forgalmi aktivitásától független hibadetektálás a felhasználói panaszok megelőzésére
- Hibadetektálás és helyreállítás:
 - LSP-kapcsolat megszakadásának detektálása
 - LSP szolgáltatás degradációjának detektálása és átirányítás (reroute)
 - LSP továbbítási zavarok detektálása (csere, téves továbbítás másik LSP-n)
 - visszahurkolás

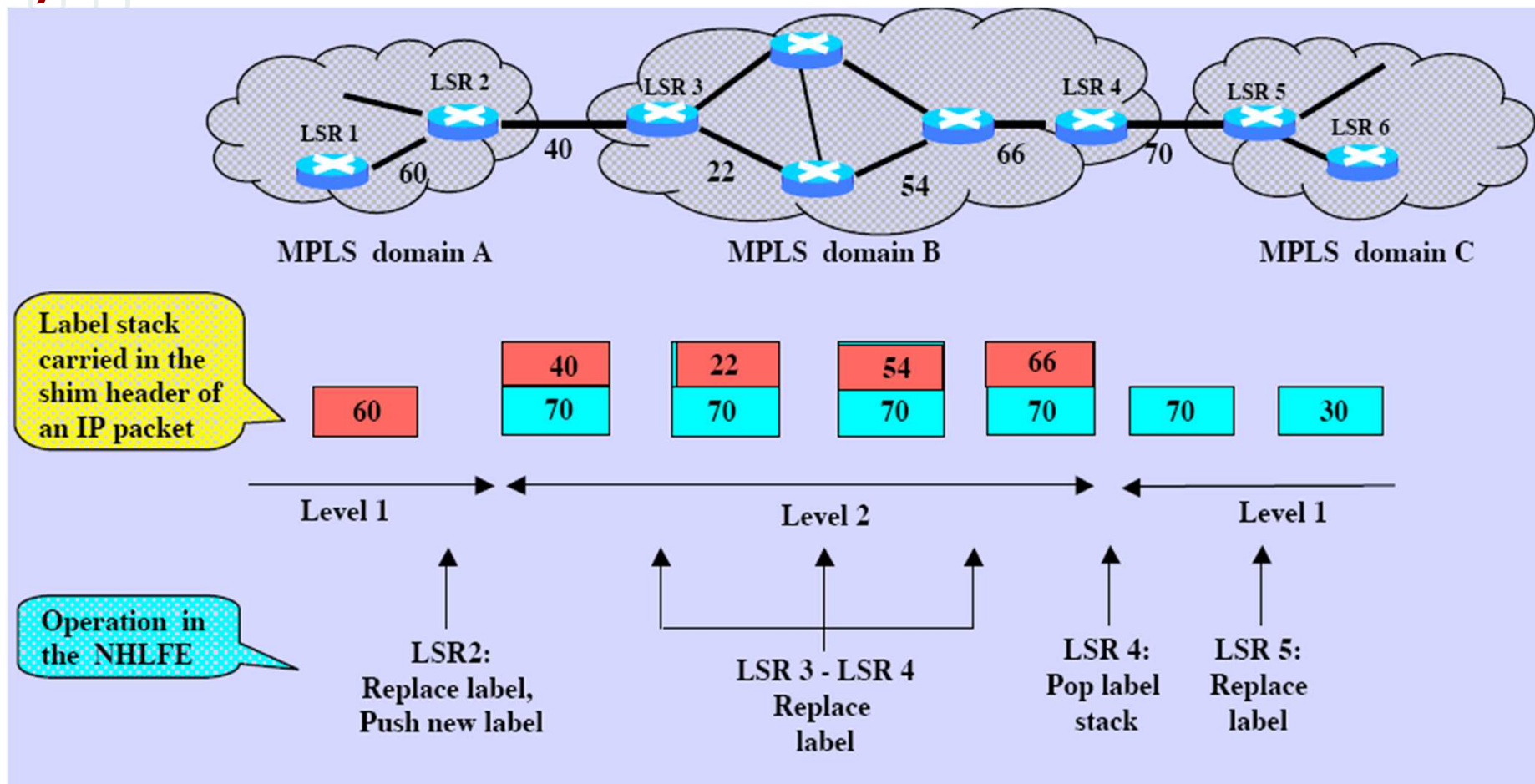
MPLS OAM-mel szemben támasztott követelmények II.

- **Hiba behatárolása LSP-n:**
 - hiba helyének meghatározása hierarchikus (tunneled) LSP-k esetén (is), lekérdezési (tracing) képesség a honos és a hierarchikus LSP-re is
- **LSP hierarchia menedzselése:**
 - beágyazott LSP-k menedzselésének támogatása

LSP hierarchia: címke stack

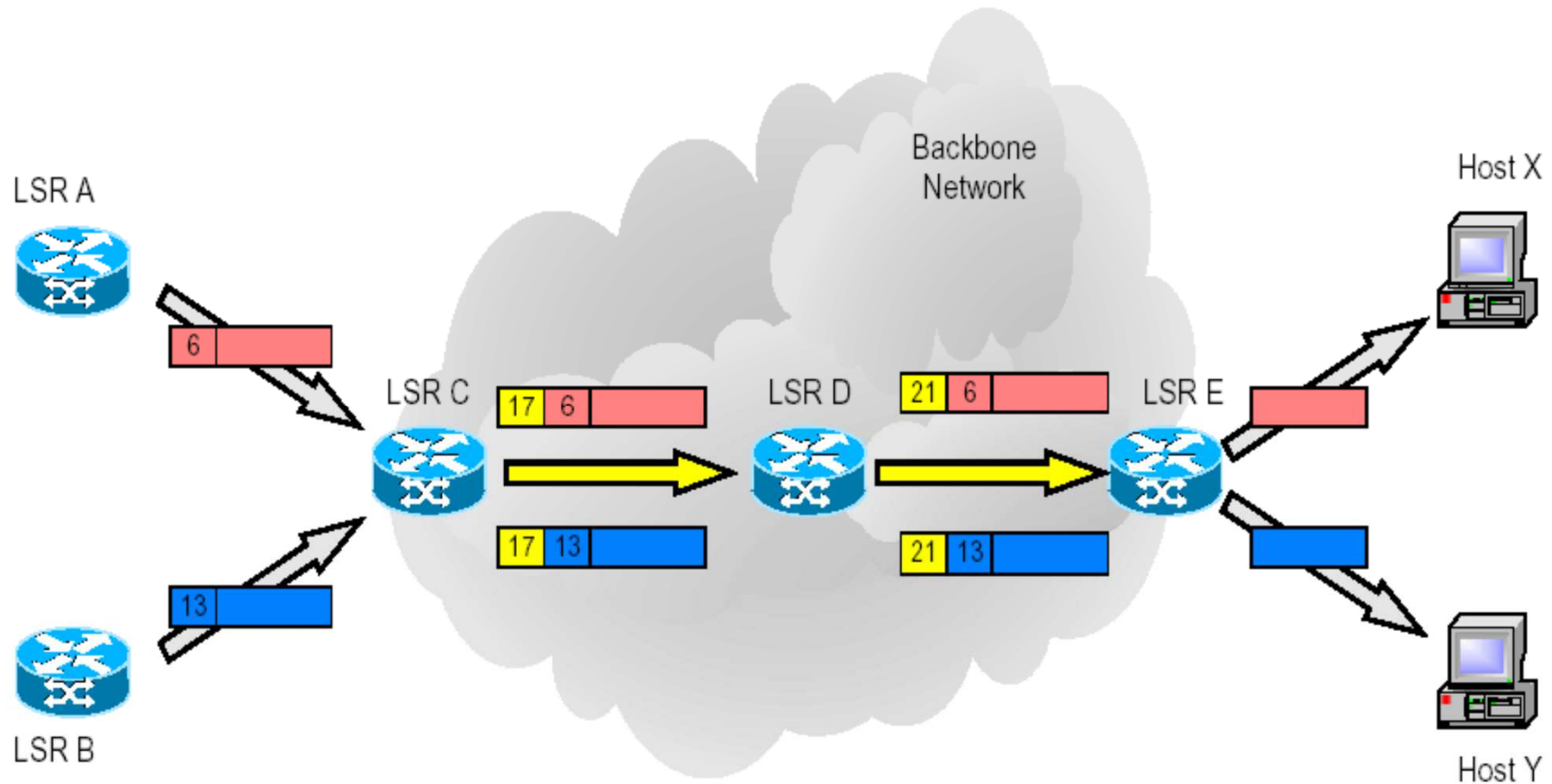
- Az MPLS lehetővé teszi többszörös címkek stack-be szervezett használatát
- Egy MPLS tartományban egy csomagnak két címkeje lehet
 - az egyik (felső) a tartományon belüli továbbításhoz
 - a másik (alsó) a tartomány határán történő továbbításhoz

LSP hierarchia: címke stack

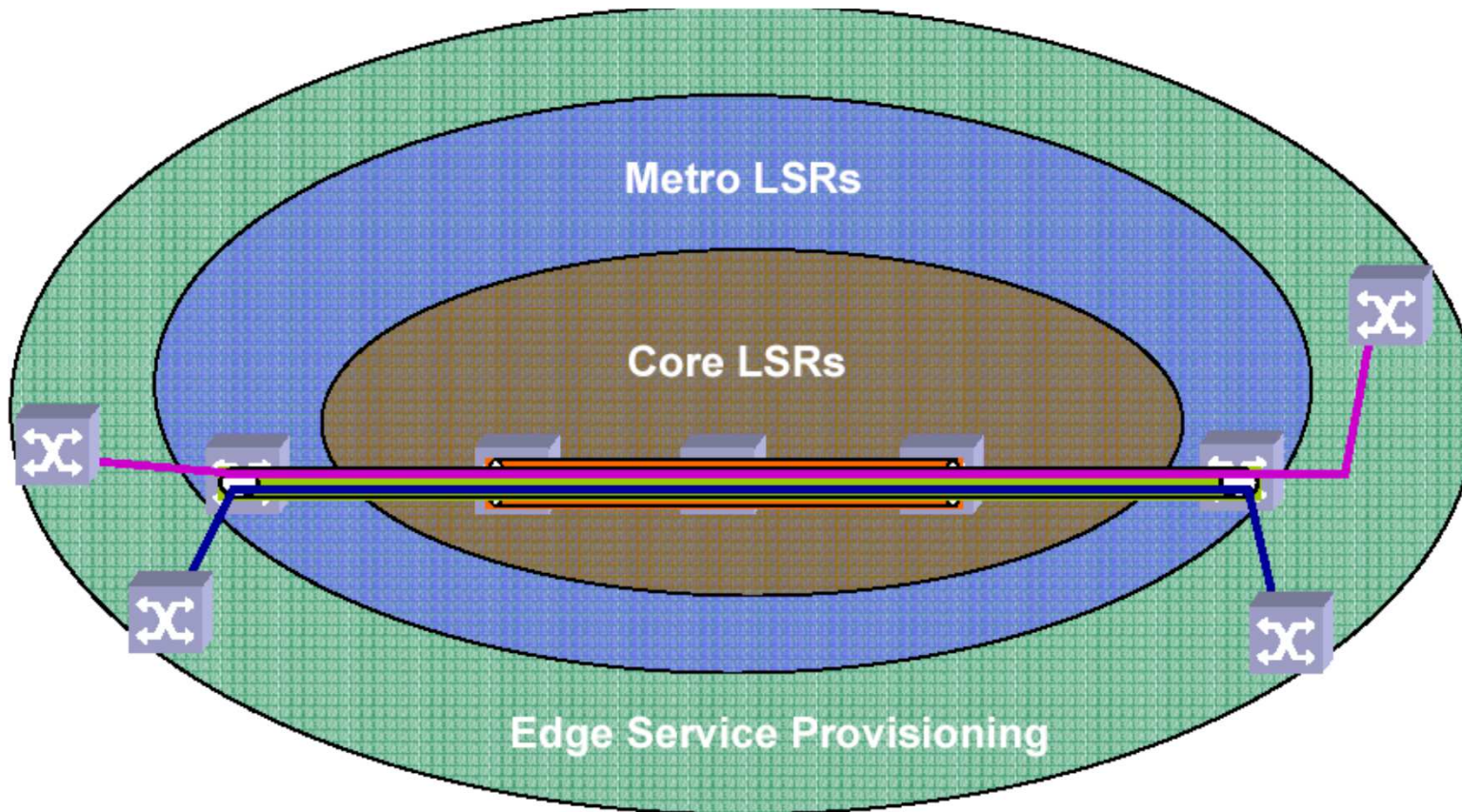


- A B MPLS tartományban a címkék egy alagutat alkotnak, az LSR-ek, az egress-t is beleértve, csak a tartományon történő áthaladás szempontjából ismerik a csomagok célját (NHLFE Next Hop Label Forwarding Entry)

LSP hierarchia: hierarchikus címkék



LSP hierarchia: hierarchikus aggregálás az optimális skálázás érdekében



MPLS OAM-mel szemben támasztott követelmények III.

- Riasztás LSP-hiba esetén:
 - Együtműködés az LSP-végpontok riasztási mechanizmusaival és más technológiai hálózati rétegek (ATM, ng SDH, CET, ng WDM) riasztási mechanizmusaival
 - Riasztások szűrése, elnyomása többretegű hálózatokban
- SLA-t támogató mérések
 - Szolgáltatás rendelkezésre állása, késleltetés és késleltetés-ingadozás, csomagvesztés
- Öngyógyító képesség (automatikus helyreállítás)
- DoS (Denial of Service) támadások detektálás

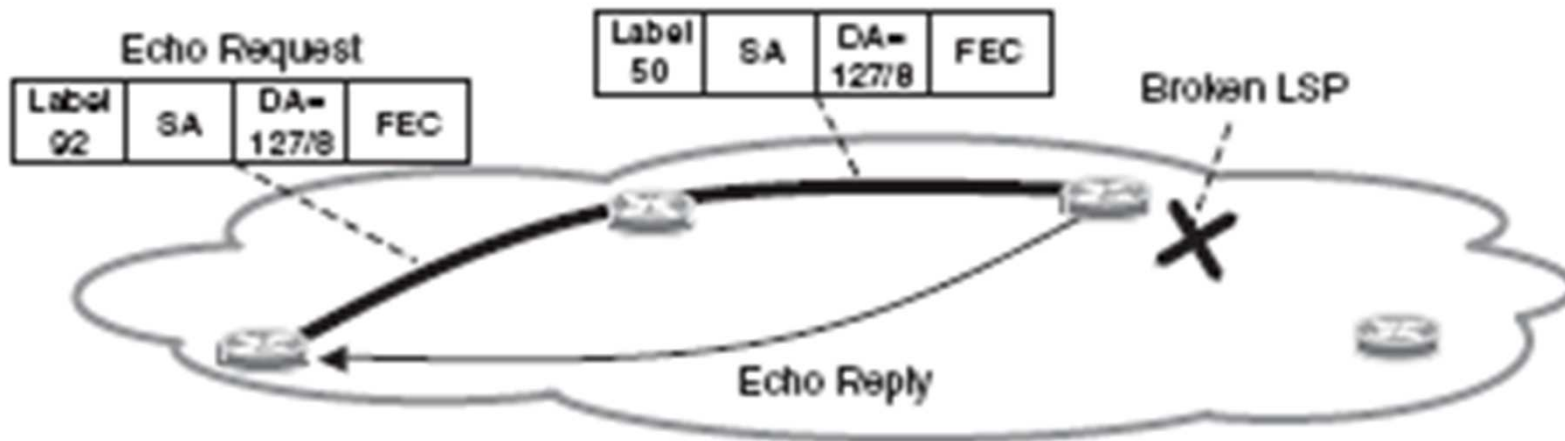
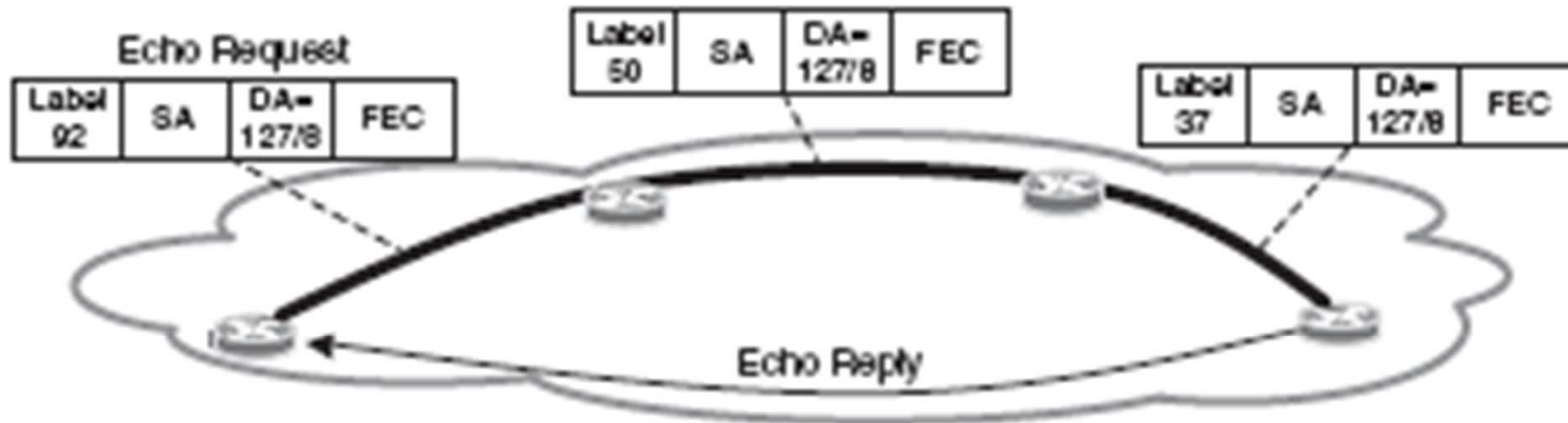
A vezérlési és az adatréteg OAM-jének elválasztása

- Az OAM-keretek formátumának és kezelésének kérdése
 - (ITU-T Y.1711):
 - hierarchikus címkék
 - a felső címke azonos a felhasználói LSP-címkével (biztosítja, hogy az OAM-keret a adattal azonos LSP-n továbbítódjon)
 - az alsó címke 14 (fenntartva az OAM-keretek jelölésére)
- Megjegyzés: ez a megoldás nem teljesen kompatibilis a terhelés-szétosztó (load balancing) algoritmusokkal, és bizonyos ECMP-t (Equal Cost Multi-Path) alkalmazó hálózatok nem korrektül kezelhetik. PHP (Preultimate Hop Popping) optimalizálást alkalmazó hálózatokban is korlátozottan alkalmazható.
- Egy másik lehetőség specifikus IP-csomagok jól ismert portra küldés (pl. MPLS Ping)
 - Ehhez szükséges, hogy a cím egy nem route-olható cím legyen, biztosítva, hogy az IP-csomagot a LER (egress) dolgozza fel.
 - További megoldás lehet pl. speciális címke alkalmazása, vagy a csomag egy mezőjének speciális felhasználása.

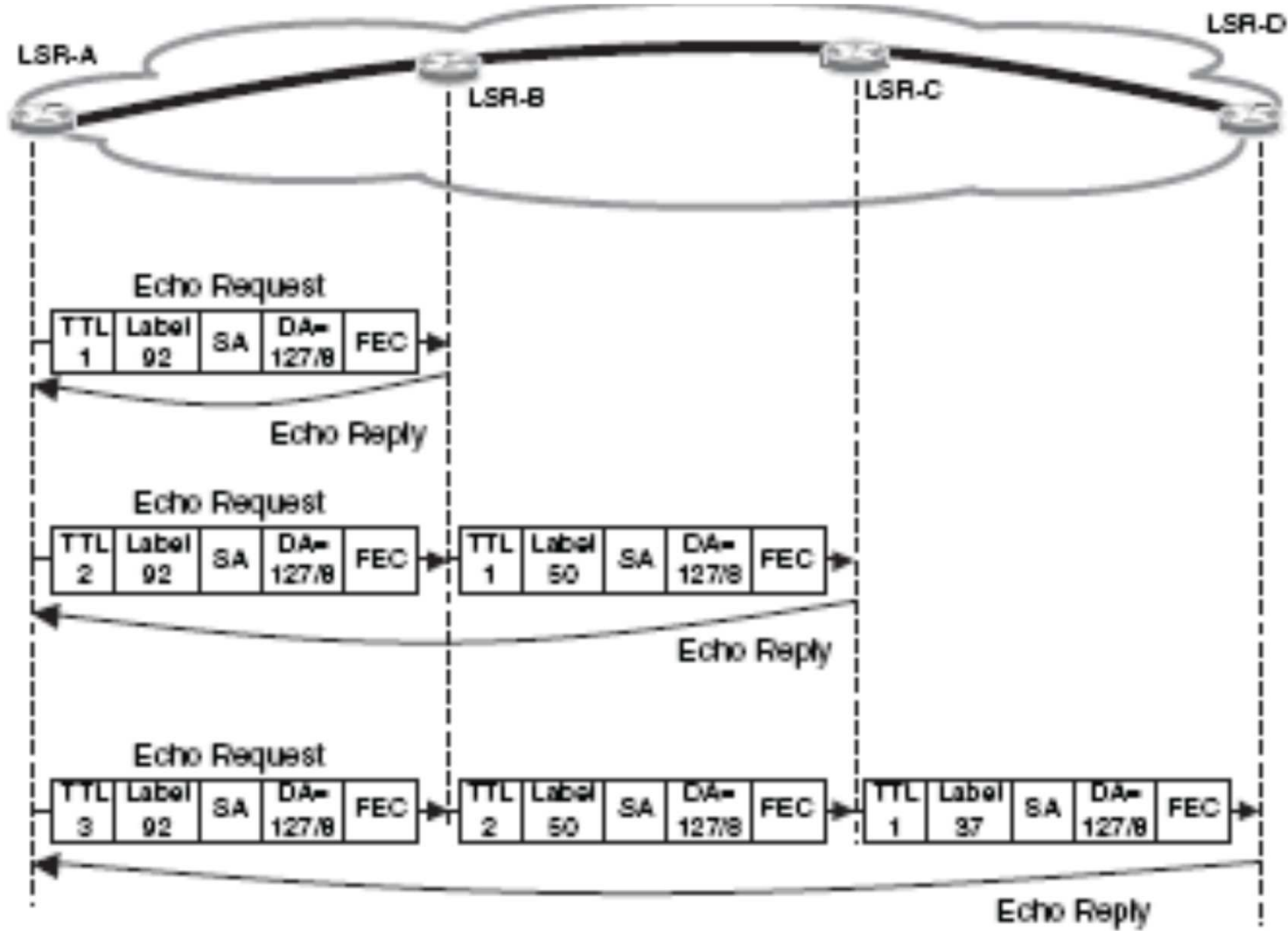
Meghibásodások detektálása

- Hibás LSP detektálása
 - mivel nem csak a hálózati hibák (csp. vagy linkhiba), hanem konfigurációs hibák is vezethetnek LSP-hibára, ezért a csomagtovábbítás tesztelése szükséges
 - a hiba forrása lehet NHLFE-hiba (Next Hop Label Forwarding Entry), torlódás, stb.
 - a kapcsolat ellenőrzése, *traceroute* és *ping* alkalmasak lehetnek az ilyen típusú hibák felismerésére
 - ezen funkciók megvalósításától független követelmény, hogy az OAM-keretek az adatéval azonos LSP-n továbbítódjanak
 - DE inter-domain szolgáltatás esetén a saját hálózat elfedése miatt az e2e menedzsment problémás

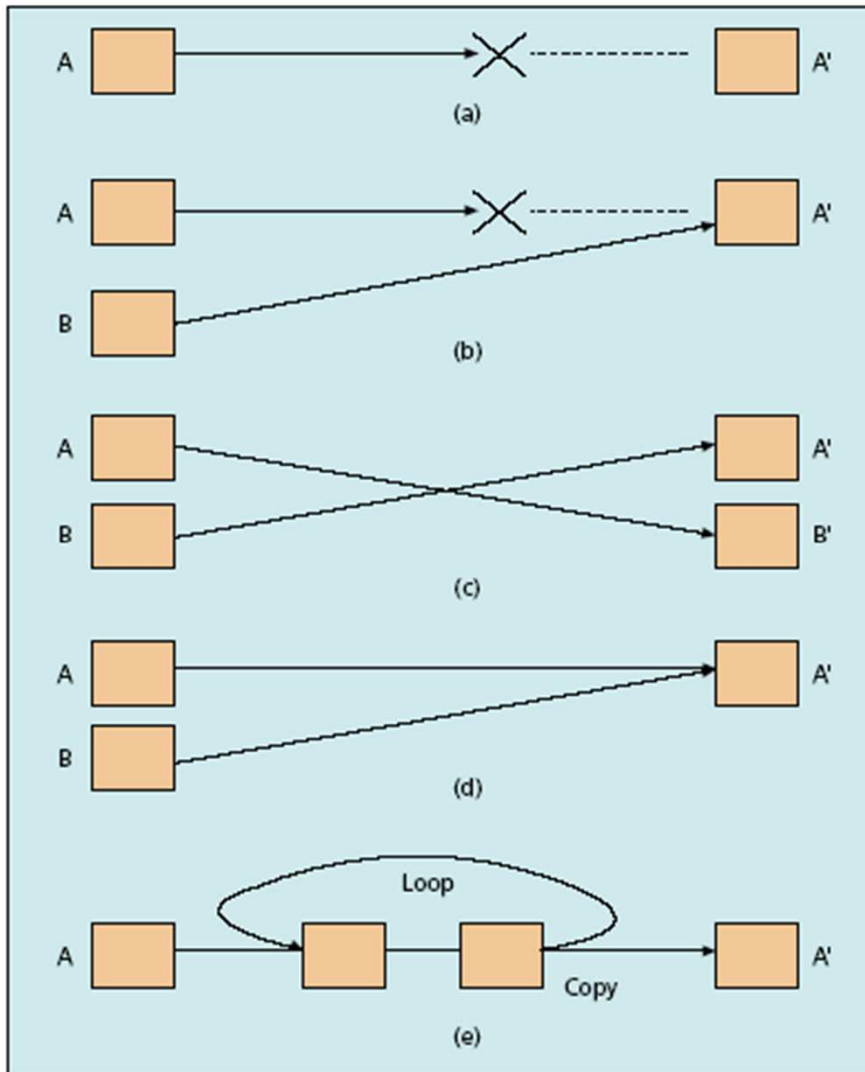
MPLS ping



MPLS traceroute



LSP-hibák



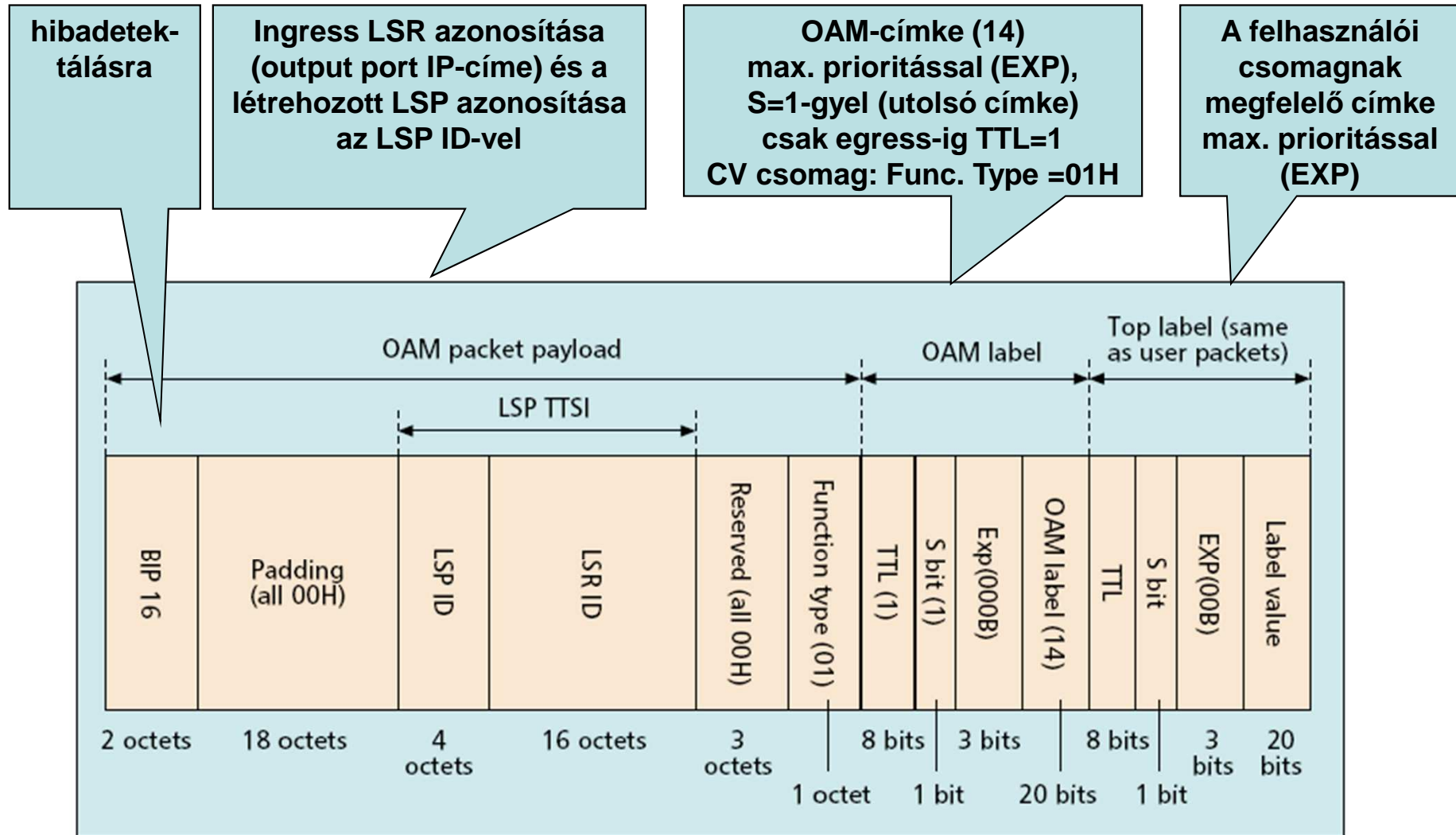
A-A' és B-B' az összetartozó ingress-egress párok

- a) kapcsolat megszakadása
- b) hibás kapcsolat
- c) felcserélt kapcsolat
- d) hibás összevonás
- e) visszahurkolódás és duplikálódás

Kapcsolat ellenőrzése CV-alapon

- ITU-T Y.1711
- ellenőrző (CV – Connection Verification) csomagok küldése ingress-ből egress-be periodikusan (1 csomag/mp) az ingress LSR és a létrehozott LSP azonosítójával
- az egress feldolgozza a csomagot a potenciális hibák azonosításához

CV-csomag formátuma



CV-csomag feldolgozása

- Az ingress által mp-enként küldött CV-csomagot az egress feldolgozza, és megállapítja, hogy az LSP TTSI (trail termination source identifier) a megfelelő tartalmú-e
 - ha rendben, akkor: *no defect*
 - ha 3mp alatt nem érkezi cv-csomag, akkor kapcsolat elvesztése : *dLoCV*, a) eset
 - ha nem várt TTSI, akkor *dTTSI-mismatch*, b) és c) eset
 - ha két különböző TTSI (rendben és nem várt), akkor *dTTSI-missmerge*, d) eset
 - ha több, mint 5 CV-csomag érkezi 3 mp-n belül, akkor *dExcess*, e) eset
- Gyors hibadetektálási kiegészítés a gyors védelmi átkapcsolás támogatására (ugyancsak CV-alapú, de rövidebb küldési intervallum)

Kapcsolat ellenőrzése BFD-alapon

- Bidirectional Forwarding Detection (IETF, 2003. aug.)
- kis jelzésforgalmat (overhead) generáló, gyors hibadetektálás szomszédos hálózatelemek között
- különböző protokoll-rétegekben is alkalmazható
- támogatja a hibadetektálást különböző típusú utakra, médiára (fizikai link, virtuális áramkör, MPLS LSP)
- többutas handshake mechanizmuson alapul, biztosítja, hogy a BFD-session résztvevői követik az állapotváltozásokat

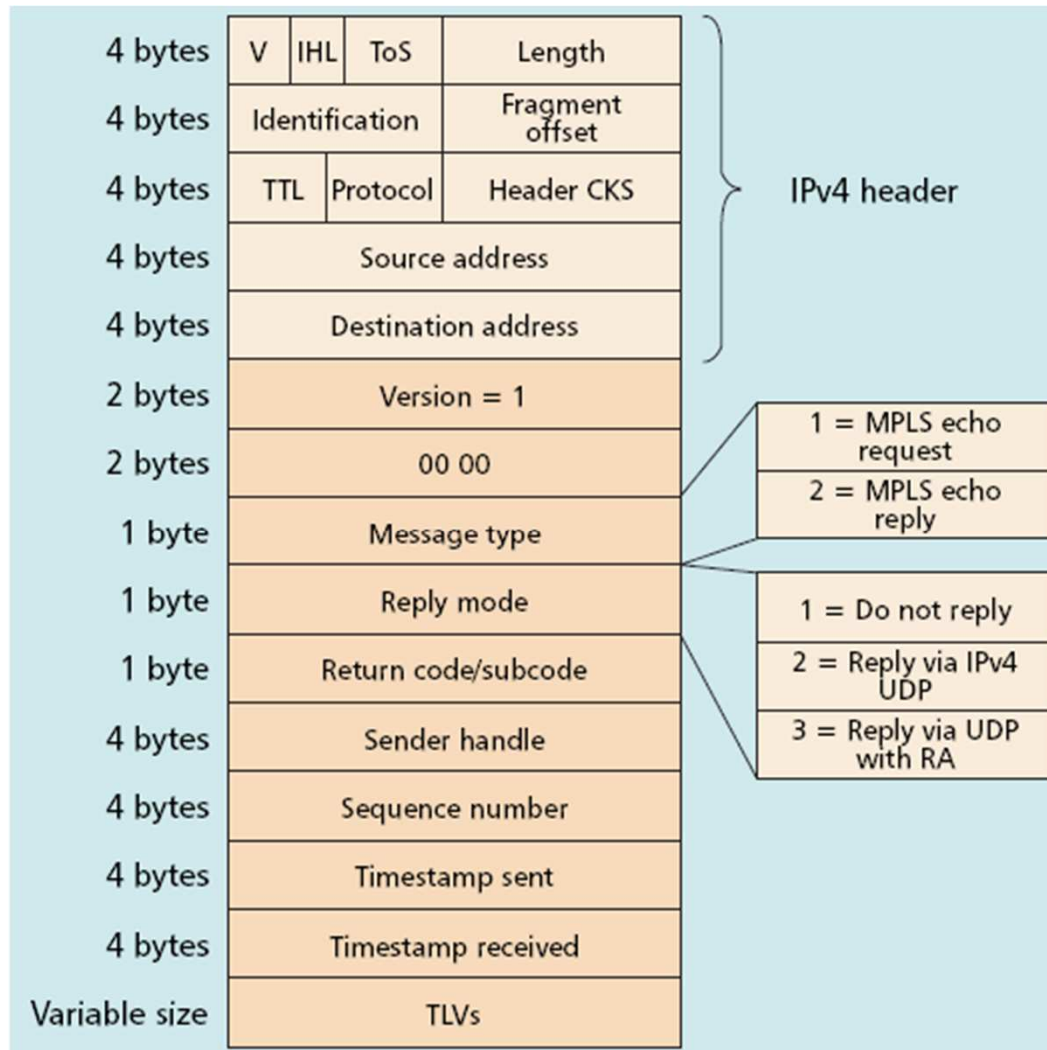
BFD

- egy BFD-session hozható létre bármilyen kétirányú kommunikáció felett két rendszer között
- MPLS esetén ez egy FEC-hez rendelt LSP, a session létrehozása ping protokollal történik
- az időzítések, a hibaellenőrzés gyakorisága előzetesen megállapítható és menet közben is változtatható

- két üzemmódban használható:
 - aszinkron mód: BFD-csomagok folyamatos küldése, a kapcsolat elvesztését előre meghatározott számú csomag elvesztése jelzi (ez a korlát állítható), igény szerinti ellenőrzés is lehetséges
 - visszahurkolás (echo): az elküldött BFD-csomagokat a távoli oldal visszaküldi
- A BFD nagy előnye paramétereinek hangolhatósága

- **hiba helyének behatárolása**
 - *echo request/reply* UDP alapon
 - MPLS LSP Ping
 - MPLS LSP Traceroute
- **LSP self-test**
 - egy LSR címke-összerendeléseinek (LFIB –Label Forwarding Information Base) ellenőrzésére
- **MPLS Link Management**

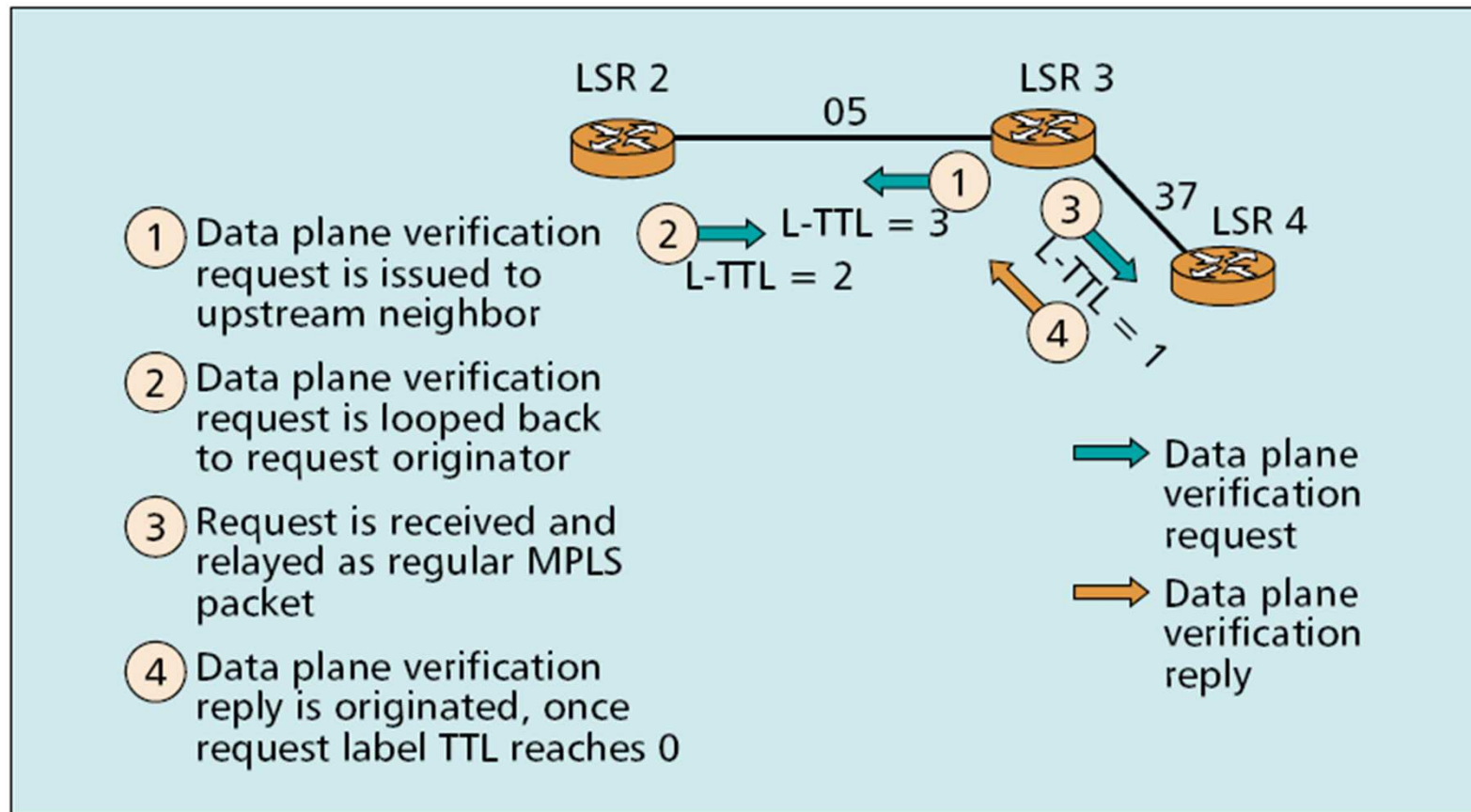
MPLS echo request/reply



LSP Self-test

- az MPLS traceroute az LPS mentén használt címkék teljes készletét felderíti
- egy LSR-nek legtöbbször a saját címkekiosztását kell(ene) ellenőriznie (pl. egy LSP hibabehatárolásának részeként)
- ennek lépései:
 - upstream irányban lévő szomszédnak egy adatellenőrzés-kérés (TTL=3)
 - innen válasz (TTL=2)
 - tovább downstream irányban lévő szomszédnak (TTL=1)
 - TTL=0 miatt válasz
- speciális ping-üzenetek

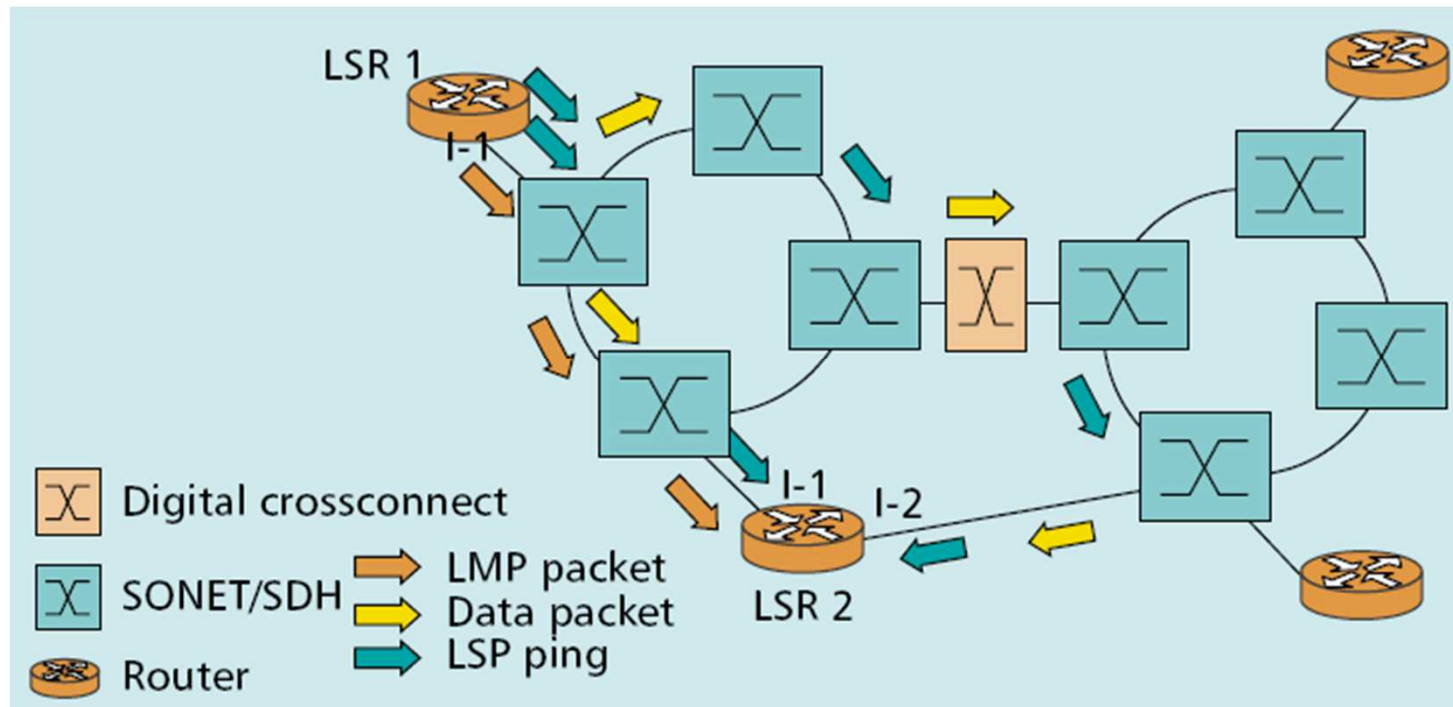
LSP self test



MPLS Link Management

- létrehozott vezérlő csatorna felett
- ha a kapcsolat felépült, hello protokoll alapján monitorozzák a meglétét
- hibahely behatárolásakor nyújt támogatást

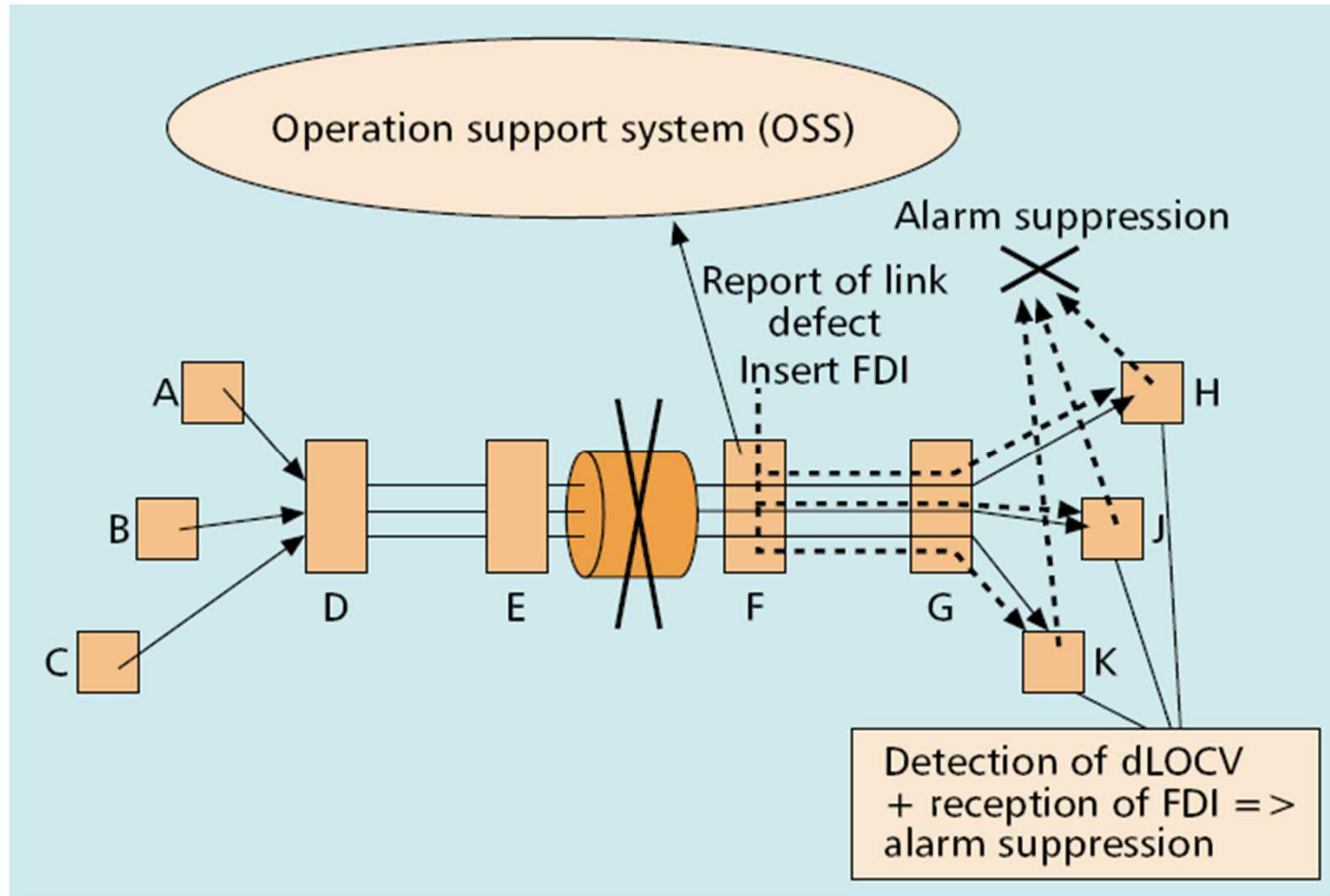
Link management



Riasztás-elnyomás

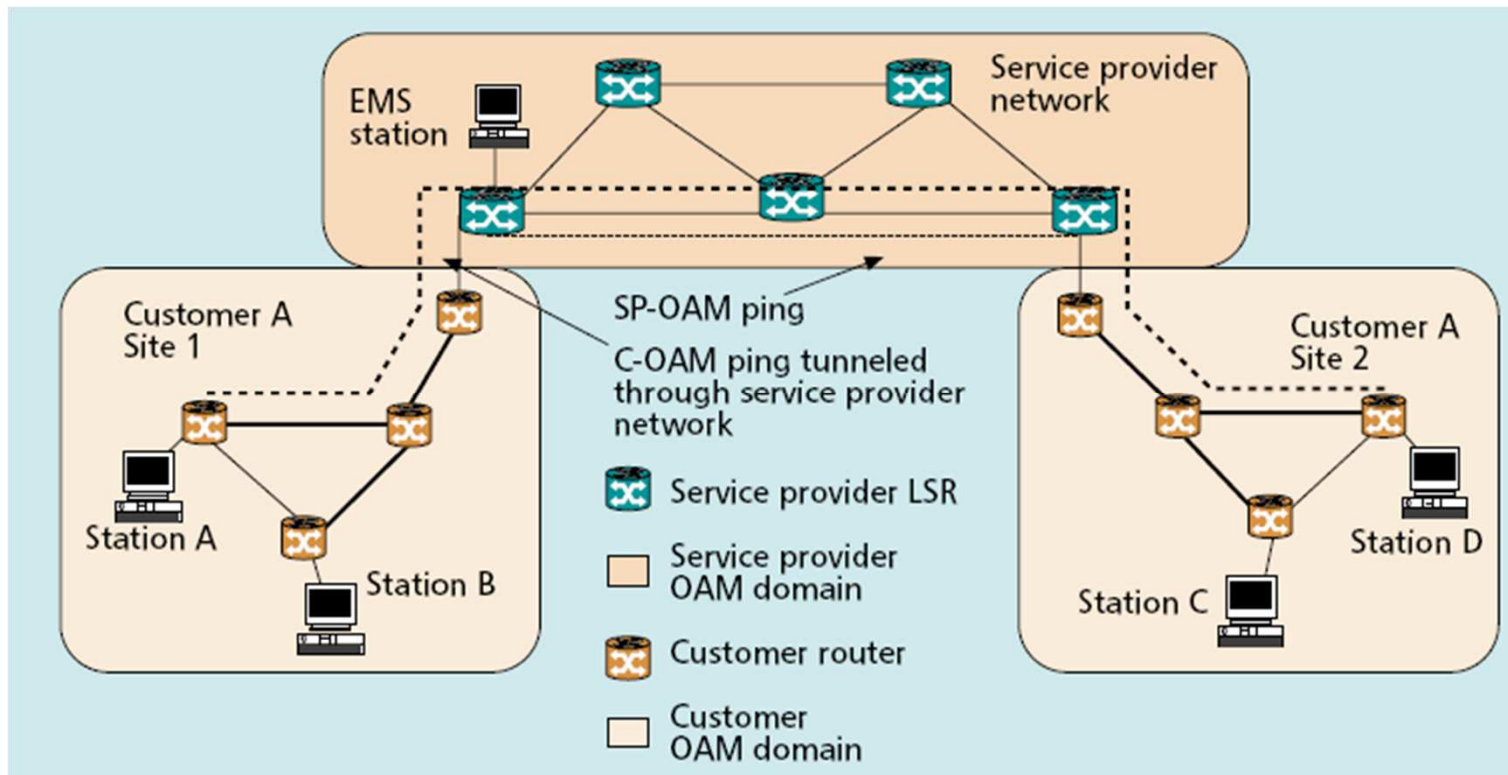
- Linkhiba jelzése OSS-nek
- FDI (Forward Defect Indicator) és BDI (Backward Defect Indicator) küldése a hiba jelzésére és a további riasztások elnyomására
 - pl. linkhiba esetén az egress által érzékelt dLOCV (defect: Loss of Connectivity Verification) másodlagos hibajelenség

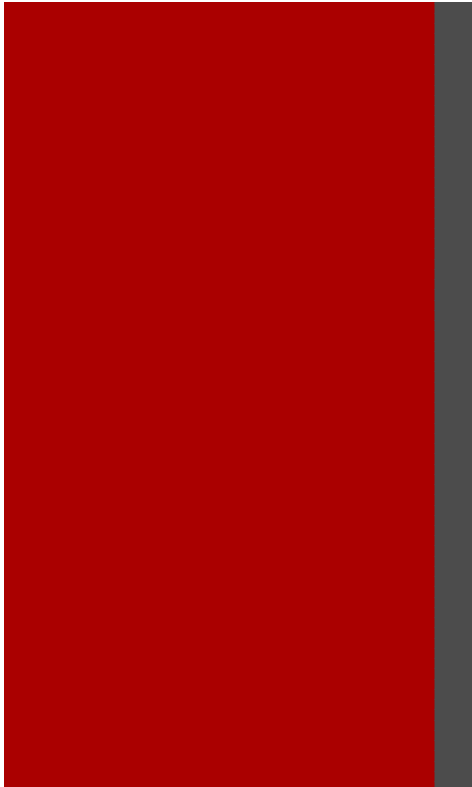
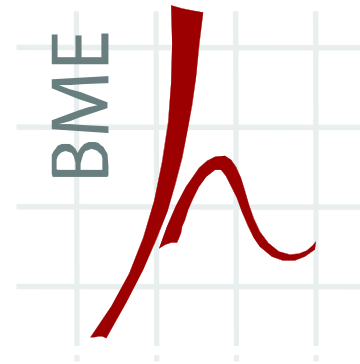
Riasztás elnyomása



- SLA mérések
- védelem és helyreállítás
- szolgáltatások több, függetlenül menedzselte MPLS-domain fölött
- ernyő-menedzsment (felhasználók hálózatainak menedzsmentszintű integrálása a
- pont-pont és pont-multipont szolgáltatások menedzselése

Szolgáltatás-menedzsment





MPLS TE

- **Miért?**
 - gyors, szelektív hálózetvédelem
 - hálózati erőforrások hatékony kihasználása kontrollált szolgáltatásminőség mellett

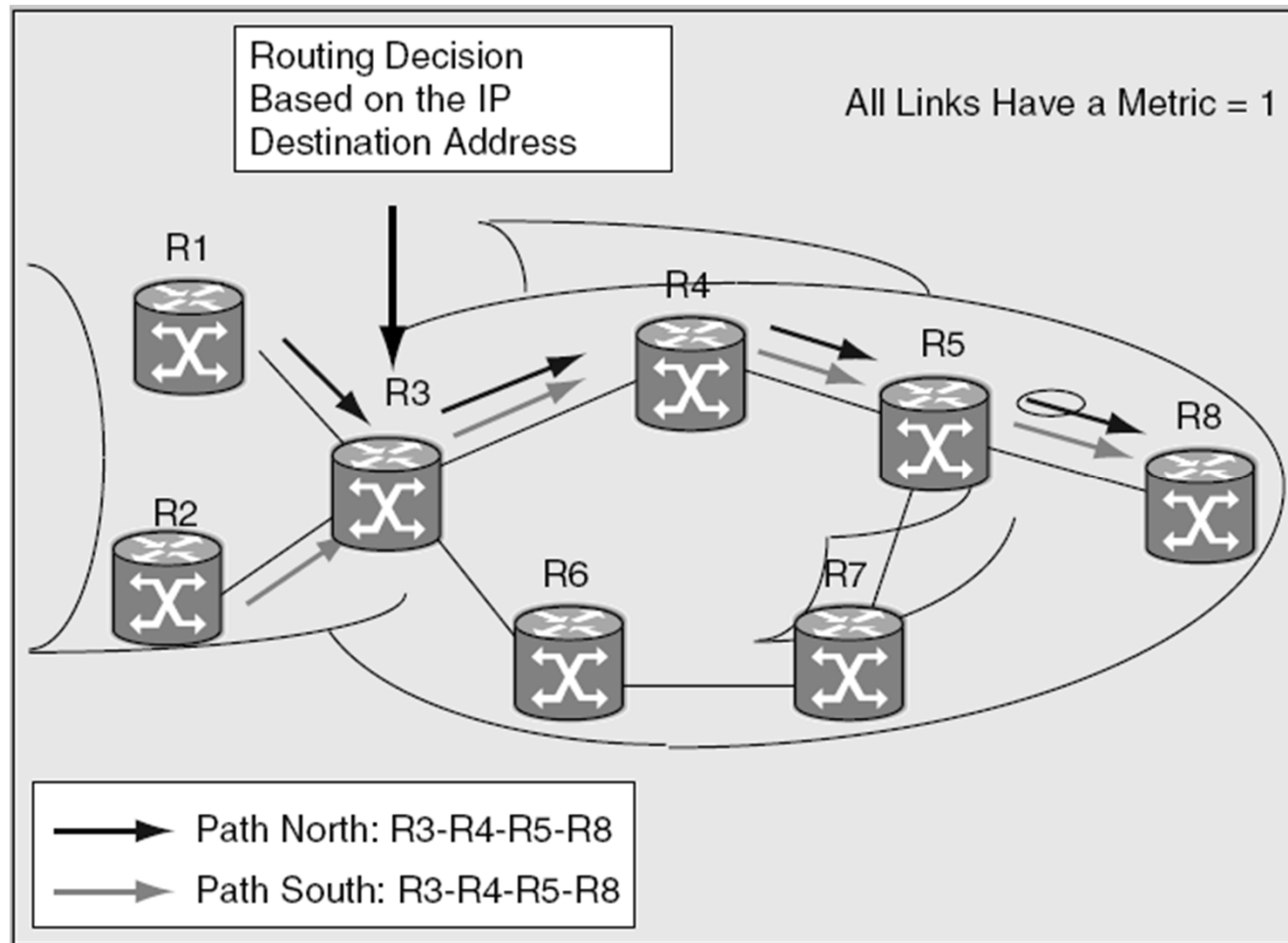
Mi van MPLS TE nélkül?

- **Védelmek**
 - IP adaptáció (pl. OSPF)
 - IP load balancing (ECMP)
 - kapcsolt L2
 - adaptáció (SPT, RSTP, ...)
 - portduplikálás
 - link aggregation
 - EAPS (Ethernet automatikus védelmi átkapcsolás – VLAN szintű átkapcsolás)
 - L1 (...)

Mi van MPLS TE nélkül?

- **Erőforrás kihasználás**
 - az alapprobléma (pl. OSPF)
 - mininmálutak hálózati szintű aggregáló jellege
 - a „hal”
 - lehetséges megoldások
 - „reverse engineering” – OSPF-súlyok a kívánt utakhoz <-> komplexitás, skálázhatóság, bővíthetőség, menedzselhetségé
 - kapcsolt L2 VLAN-ok <-> menedzselhetségé, QoS (direkt Ethernet szolgáltatások mellett)

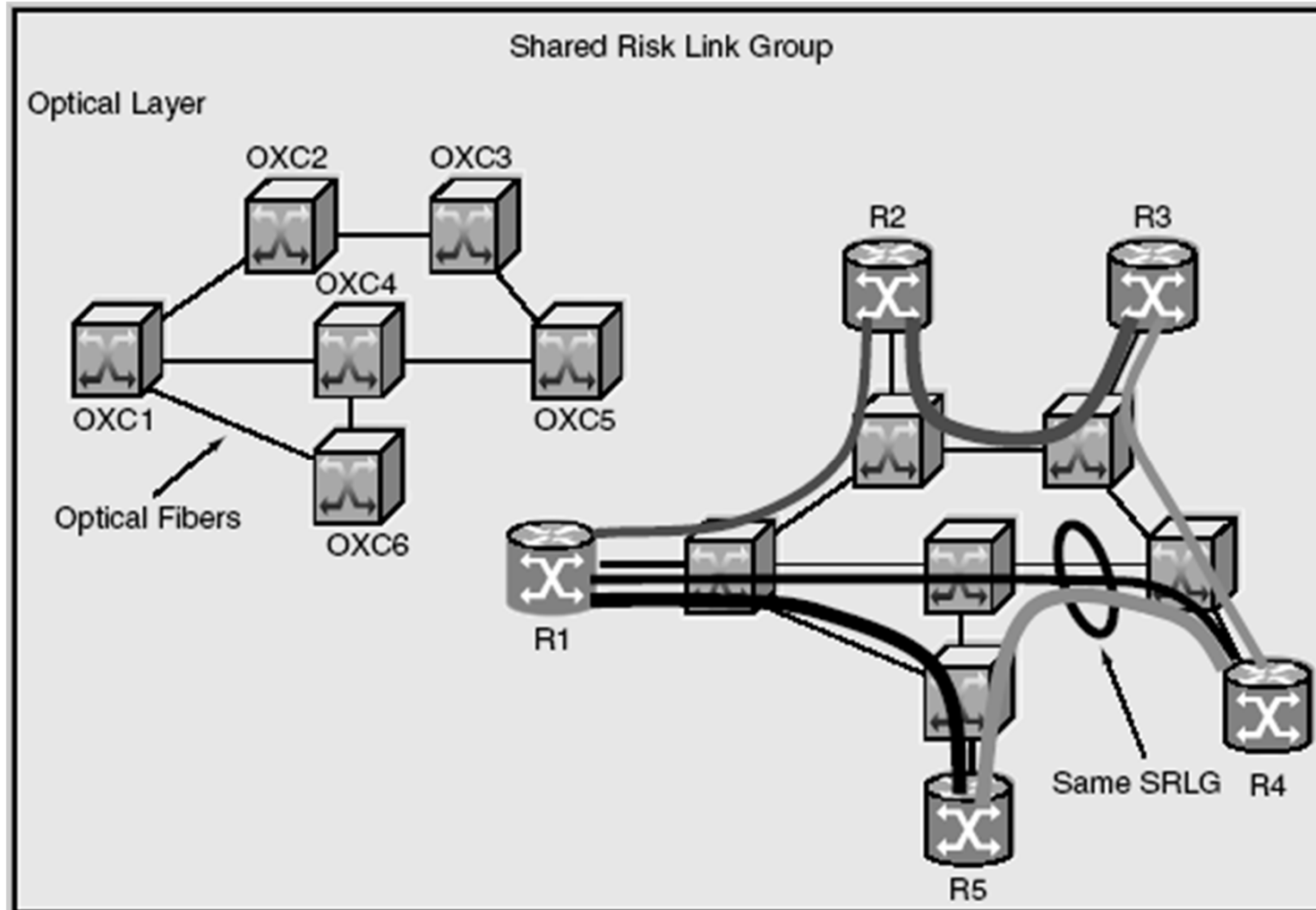
A klasszikus „hal”-probléma



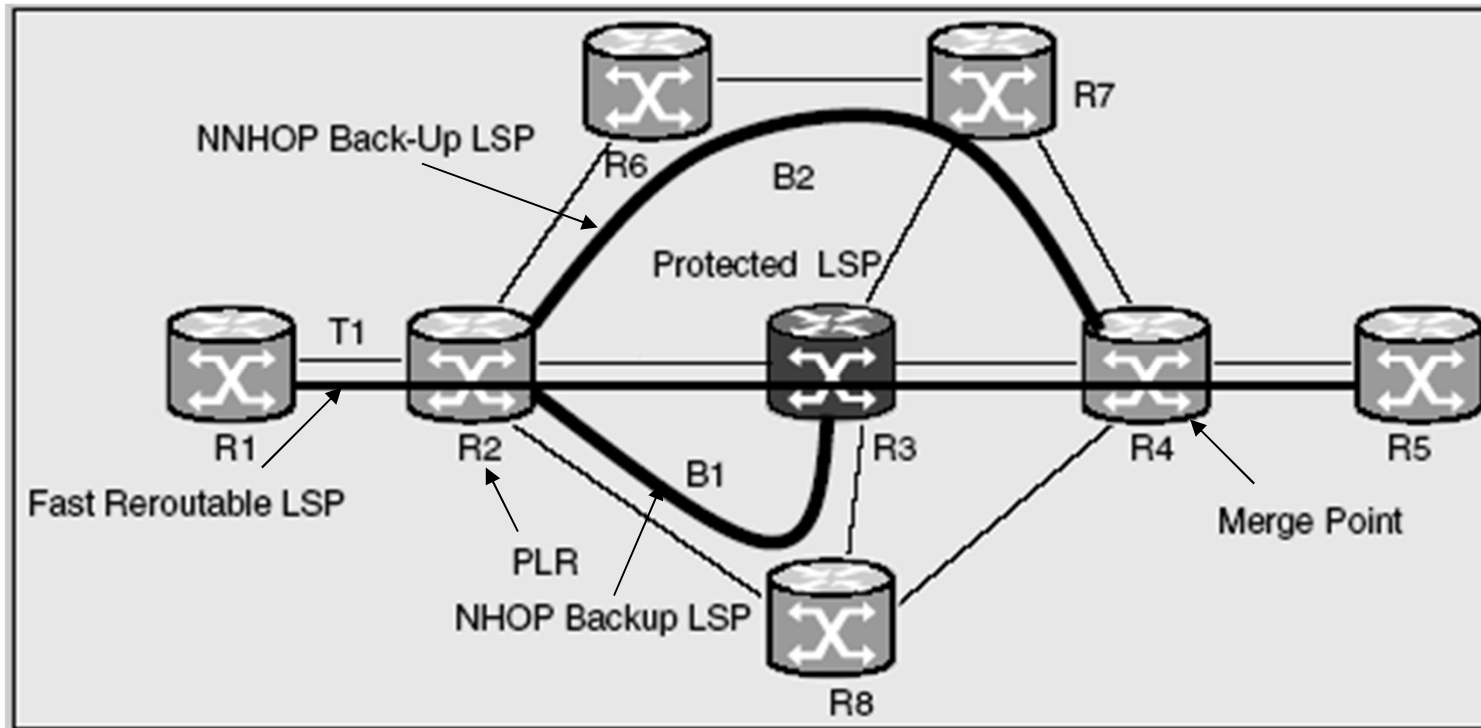
MPLS TE - védelmek

- **SRLG**
 - Shared Risk Link Group: azon linkek csoportja amelyek ugyanazon fizikai hiba hatására esnek ki
 - lazább értelmezés: L2 és L1 hibák
 - szigorúbb értelmezés: berendezés szintű L3 (pl. portkártya) is
- **Függetlenség (SRLG, csp., link)**
- **Védelmi mechanizmusok**
 - Fast Reroute/Path Protection
 - előre tervezett és konfigurált/on-line

SRLG



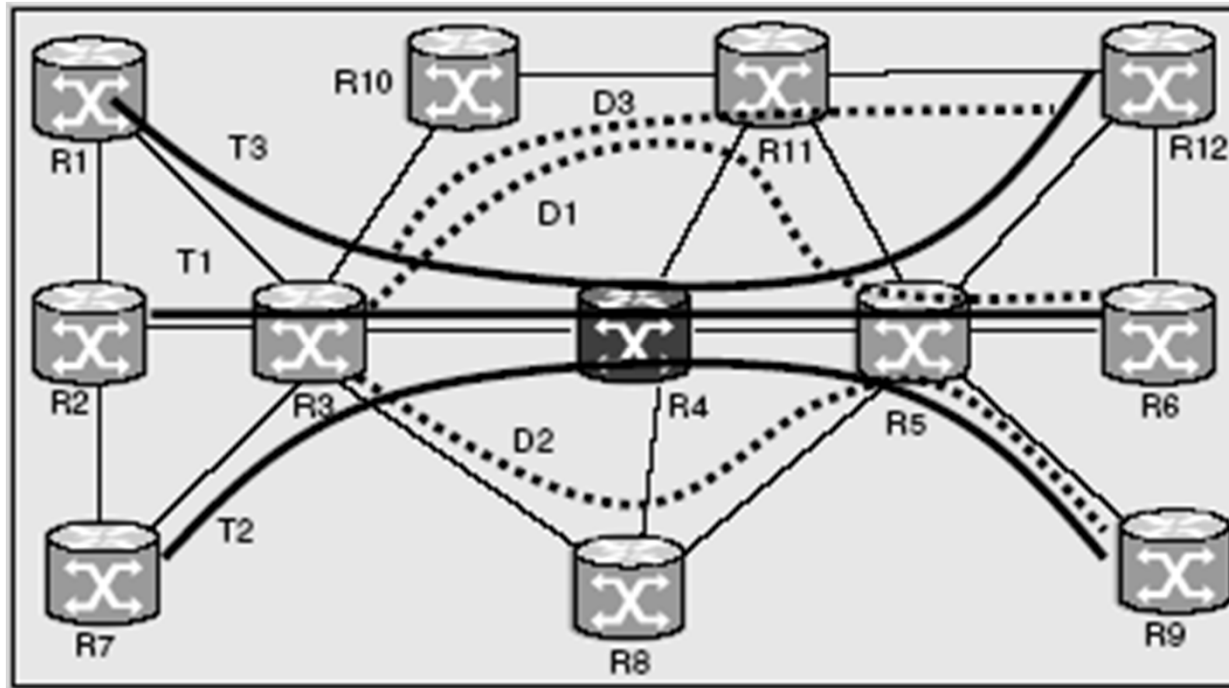
Alapfogalmak



- **PLR – Point of Local Recovery**
- **NHOP Recovery LSP – Next Hop Recovery LSP (végződés PLR-hez képest)**
- **NNHOP Recovery LSP – Non Next Hop Recovery LSP (végződés PLR-hez képest)**

Lokális védelem LSP-nként

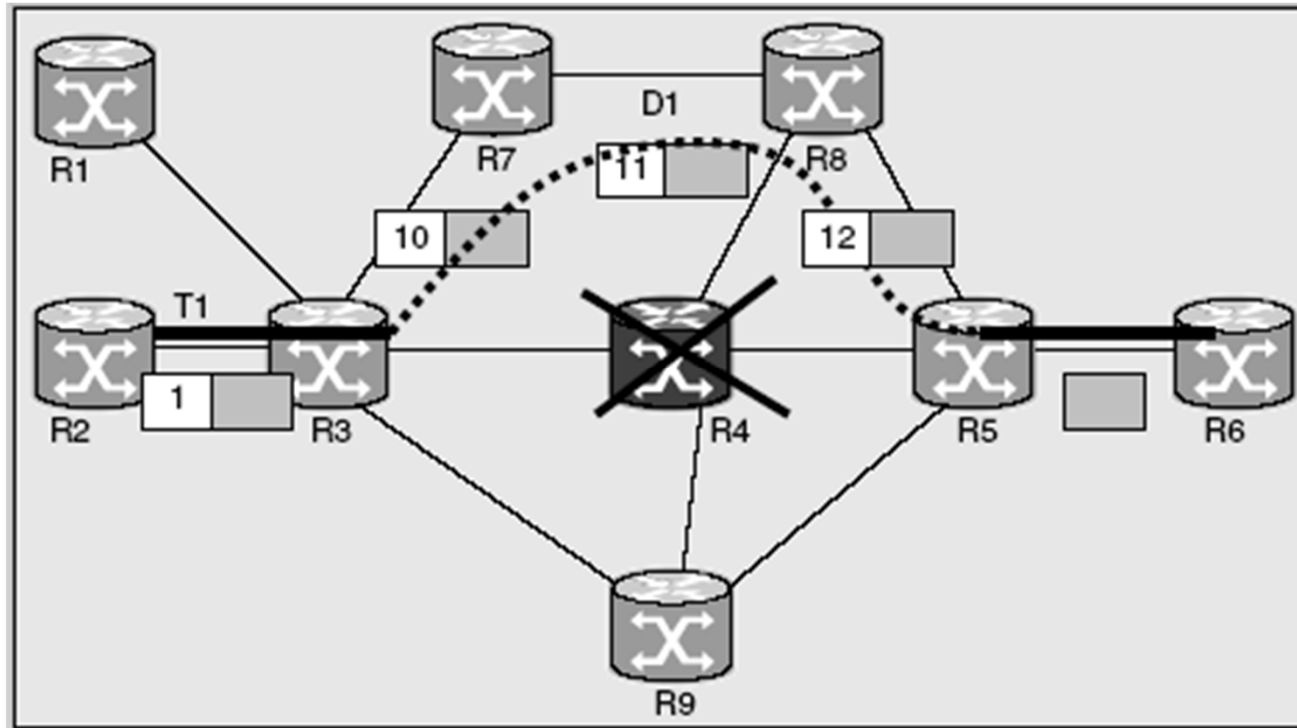
(Local Protection – One to One Backup)



- LRP: R3, Merge Point : R5
- minden védett LSP-nek saját védelmi LSP
- LSP merging a menedzselendő LSP-k számának csökkentésére (pl. D1 és D3 az R3-R10-R11 szakaszon)

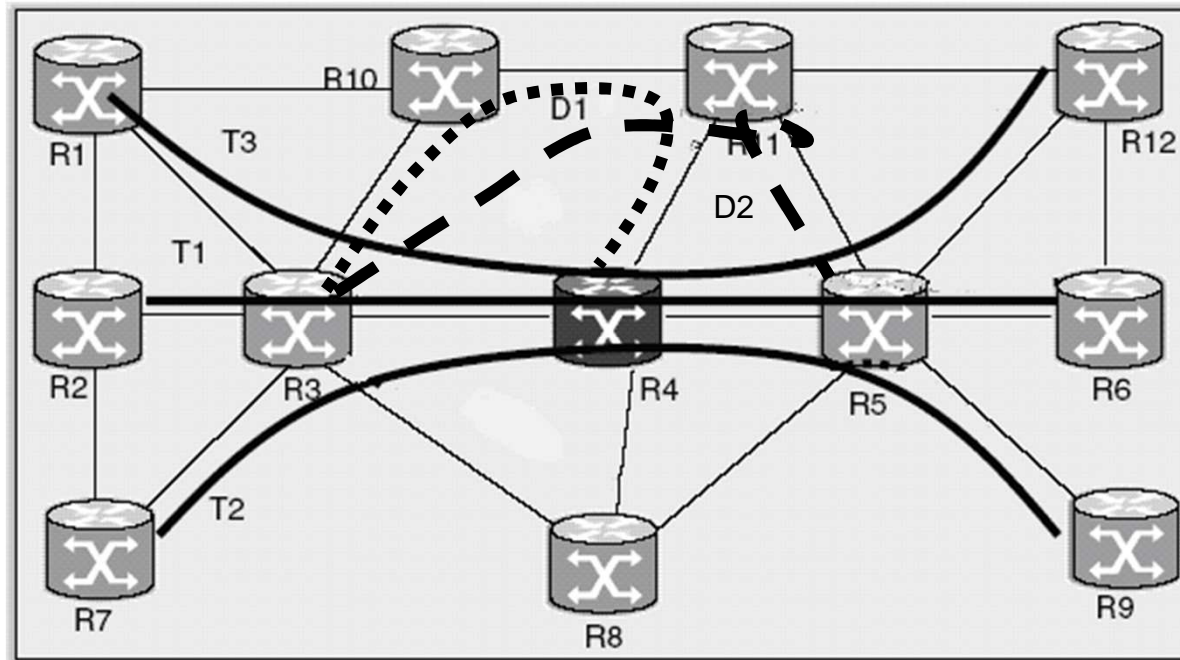
Local Protection – One to One Backup

Működés



Lokális védelem erőforrásonként

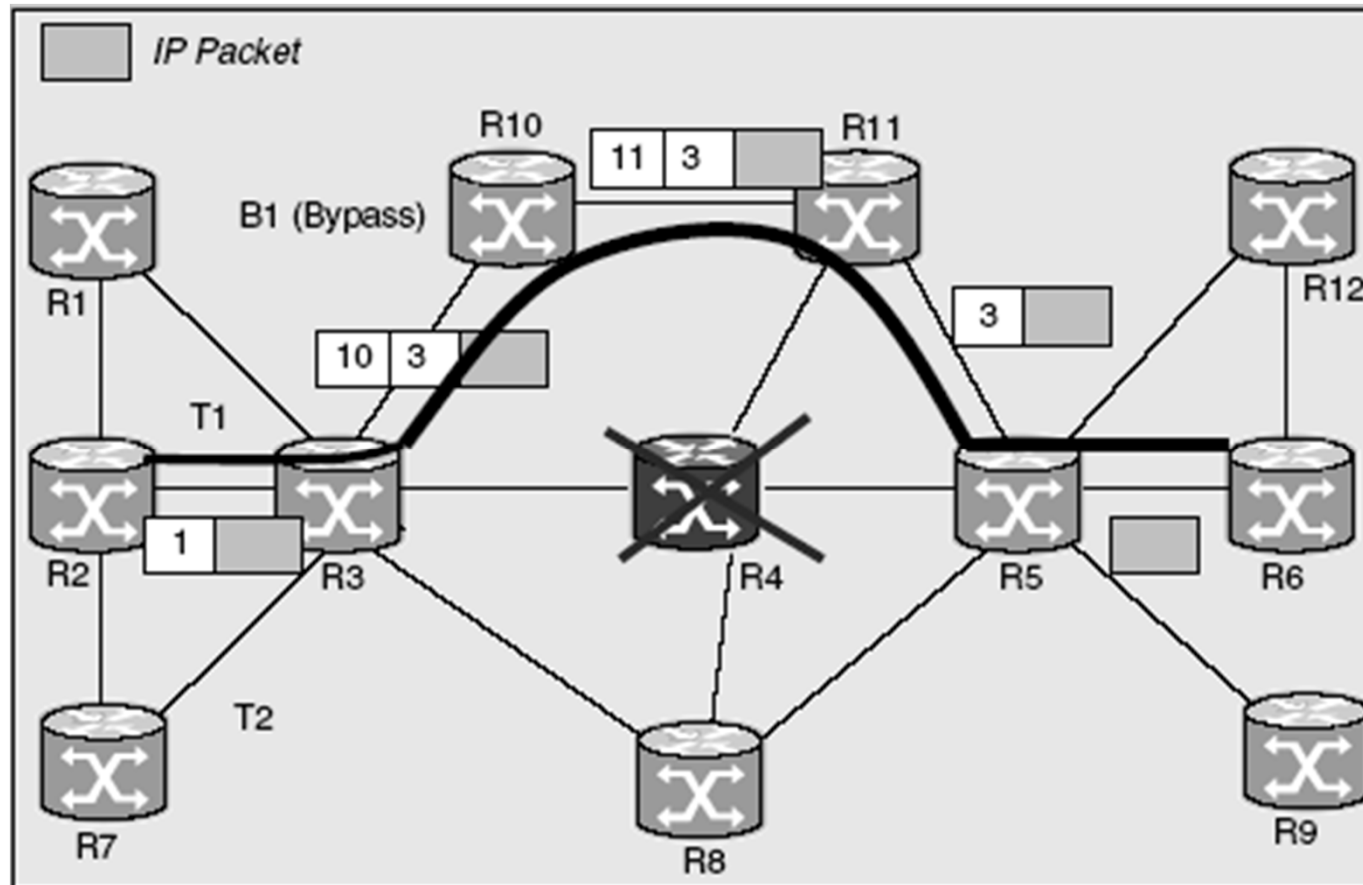
(Local Protection – Facility Backup)



- LRP: R3,
- egy NHOP Backup LSP szakaszhiba ellen (D1), Merge Point : R4
- egy NNHOP Backup LSP LSR hiba ellen (D2), Merge Point : R5
- védett LSP-nként, vagy összevontan

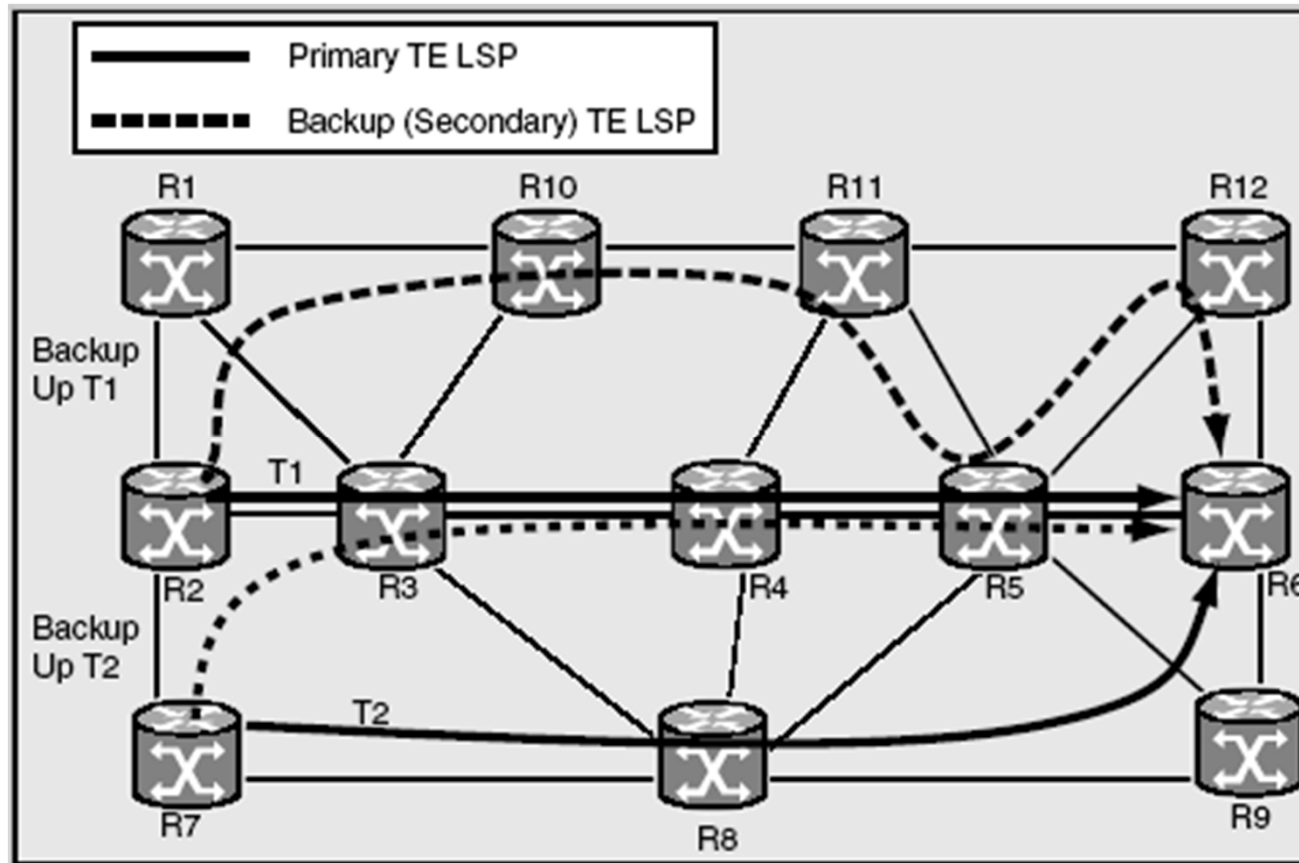
Local Protection – Facility Backup

Működés



Global Protection

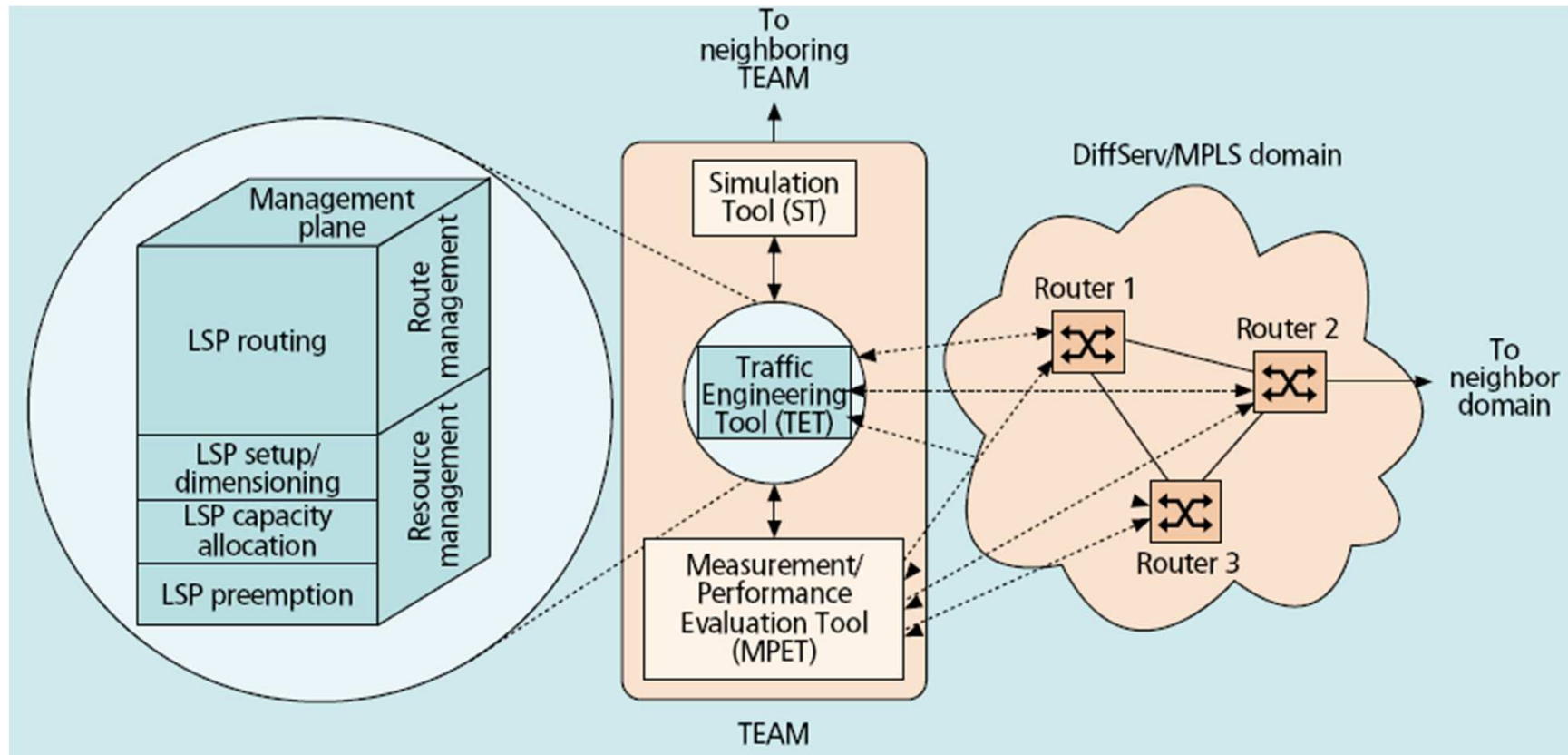
Path Protection



TEAM

- Traffic Engineering Automated Manager MPLS/Diffserv hálózatokhoz
- NSF-NASA projekt
- IEEE Comm. Mag. 2004. október 134-145. oldal alapján

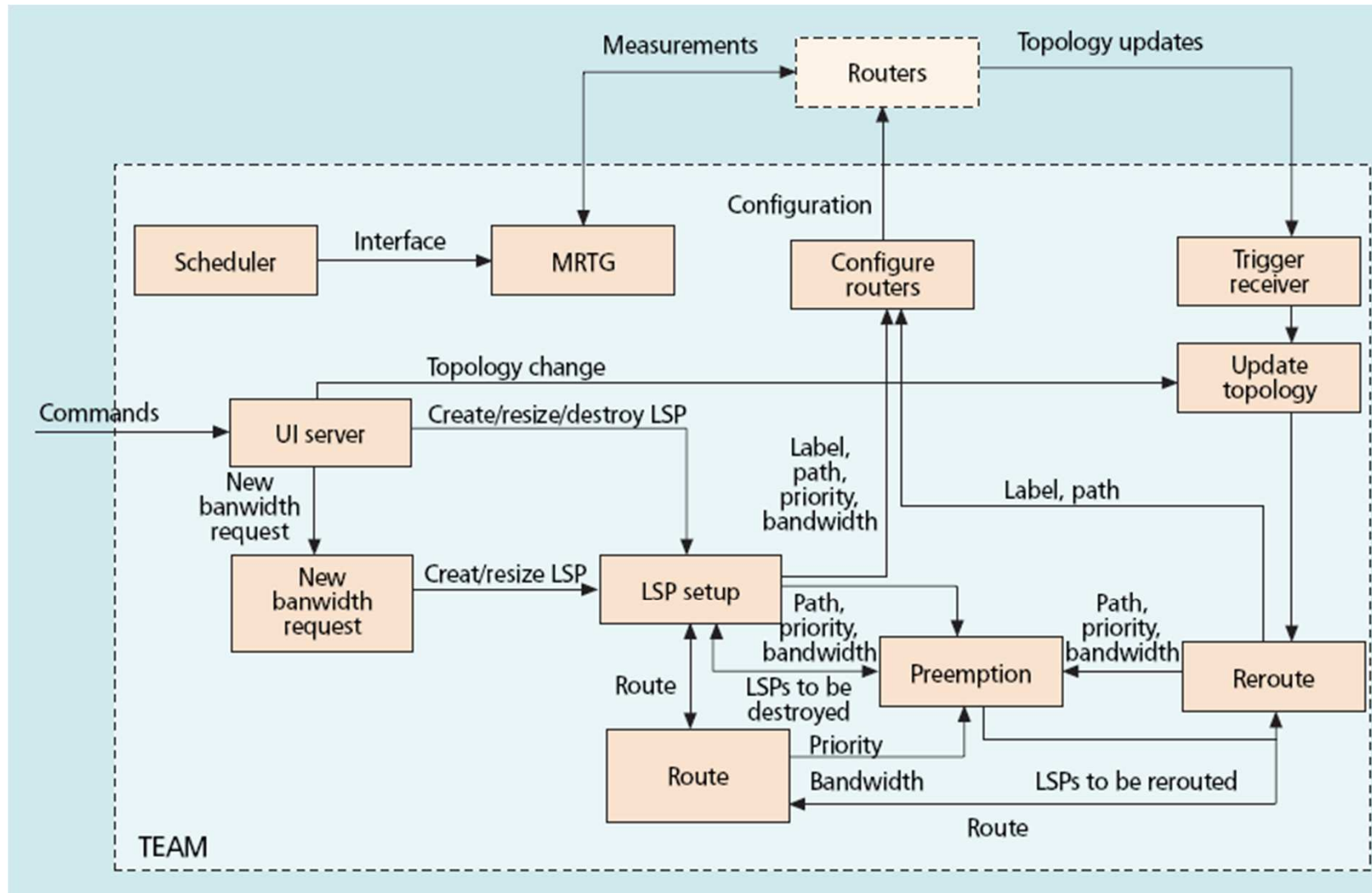
Keretrendszer és funkciók



Keretrendszer és funkciók

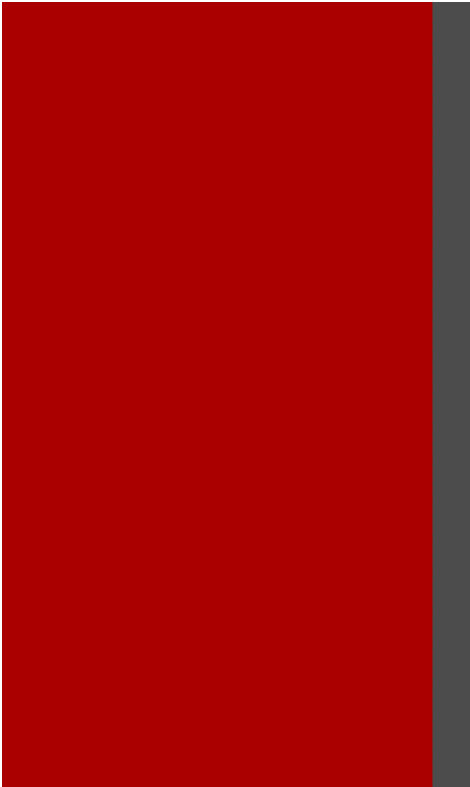
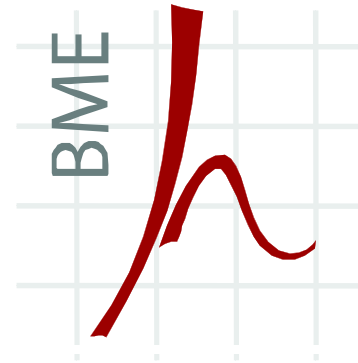
- **Traffic Engineering Tool (TET)**
 - LSP létrehozása, méretezése és erőforrás lefoglalás
 - LSP preemption (kikényszerítés) – annak eldöntése, hogy versenyhelyzetben melyik LSP melyik másik erőforrásait veheti el
 - ha ilyen helyzet áll elő, akkor Preemption Policy alapon alacsonyabb prioritású LSP keresése (ezt utóbb a rendszer megpróbálhatja új nyomvonalon elvezetni)
 - tipikus célok
 - a legalacsonyabb prioritású LSP-k megkeresése
 - a lehető legkevesebb LSP kikényszerítésével kiszolgálni a magasabb prioritásút
 - a lehető legkisebb sávszélesség kikényszerítésével kiszolgálni a magasabb prioritásút (single LSP)
 - LSP útvonalválasztás – útvonal a fizikai hálózaton, erőforrások (sávszélesség) az MPLS hálózaton

Részletes funkcionális felépítés



MPLS TE

- menedzselt, szelektív védelmi funkciók
- az MPLS menedzsment-funkciókra alapozottan (mérés, vezérlés) on-line folyamatok a jobb hálózatkiszhasználás érdekében (a QoS garanciák fenntartása mellett)
- komplex SW, on-line mérések, kiértékelés, tervezési és konfigurációs akciók

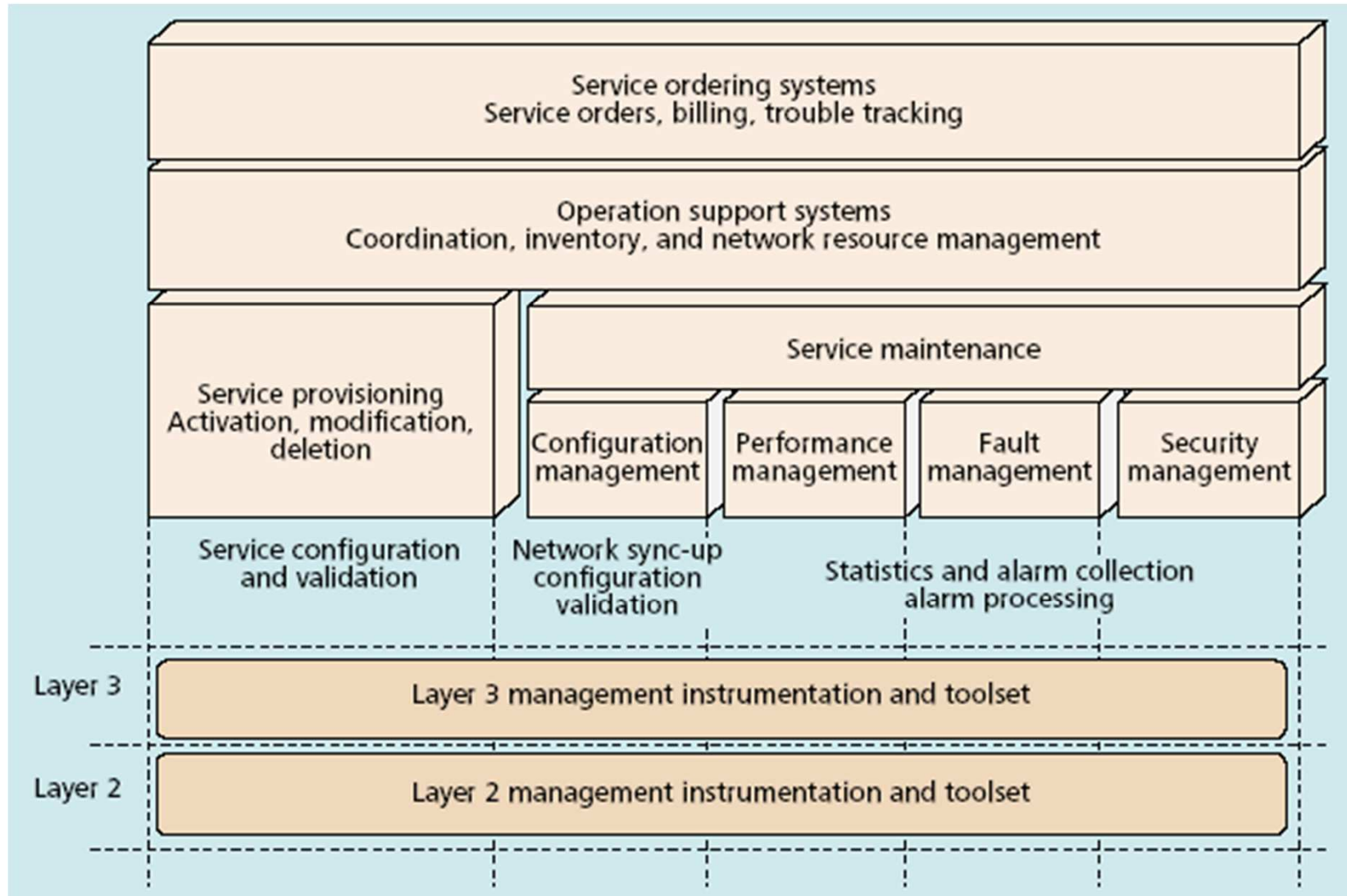


AT&T MPLS OAM

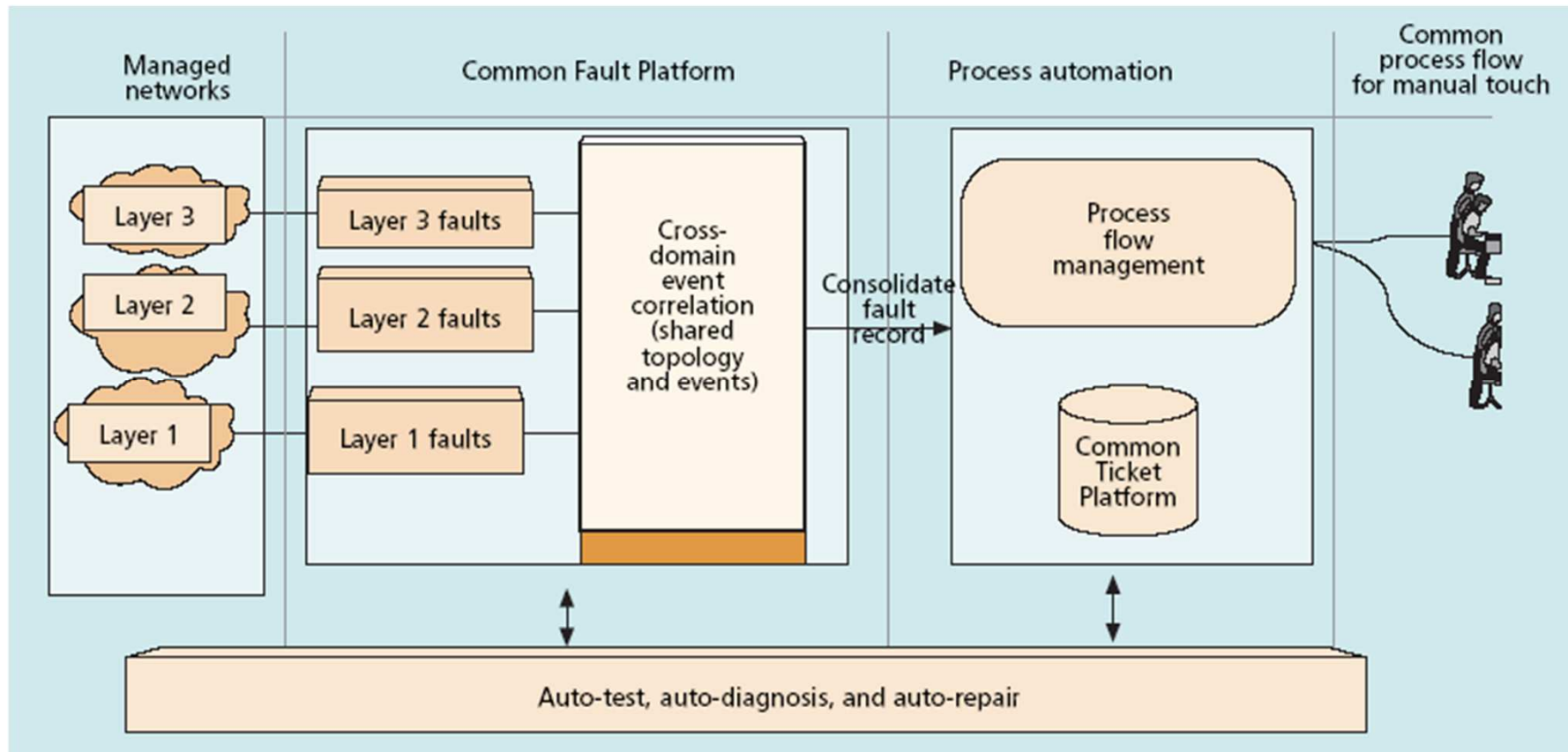
AT&T MPLS OAM

- **Célkitűzések**
 - integrált többretegű hálózat menedzselése
 - nagyfokú automatizáltság
 - pont-pont, pont-több pont, több pont – több pont szolgáltatások, és SLA menedzsment
 - felhasználói hálózatok menedzsment szintű integrálásának lehetősége

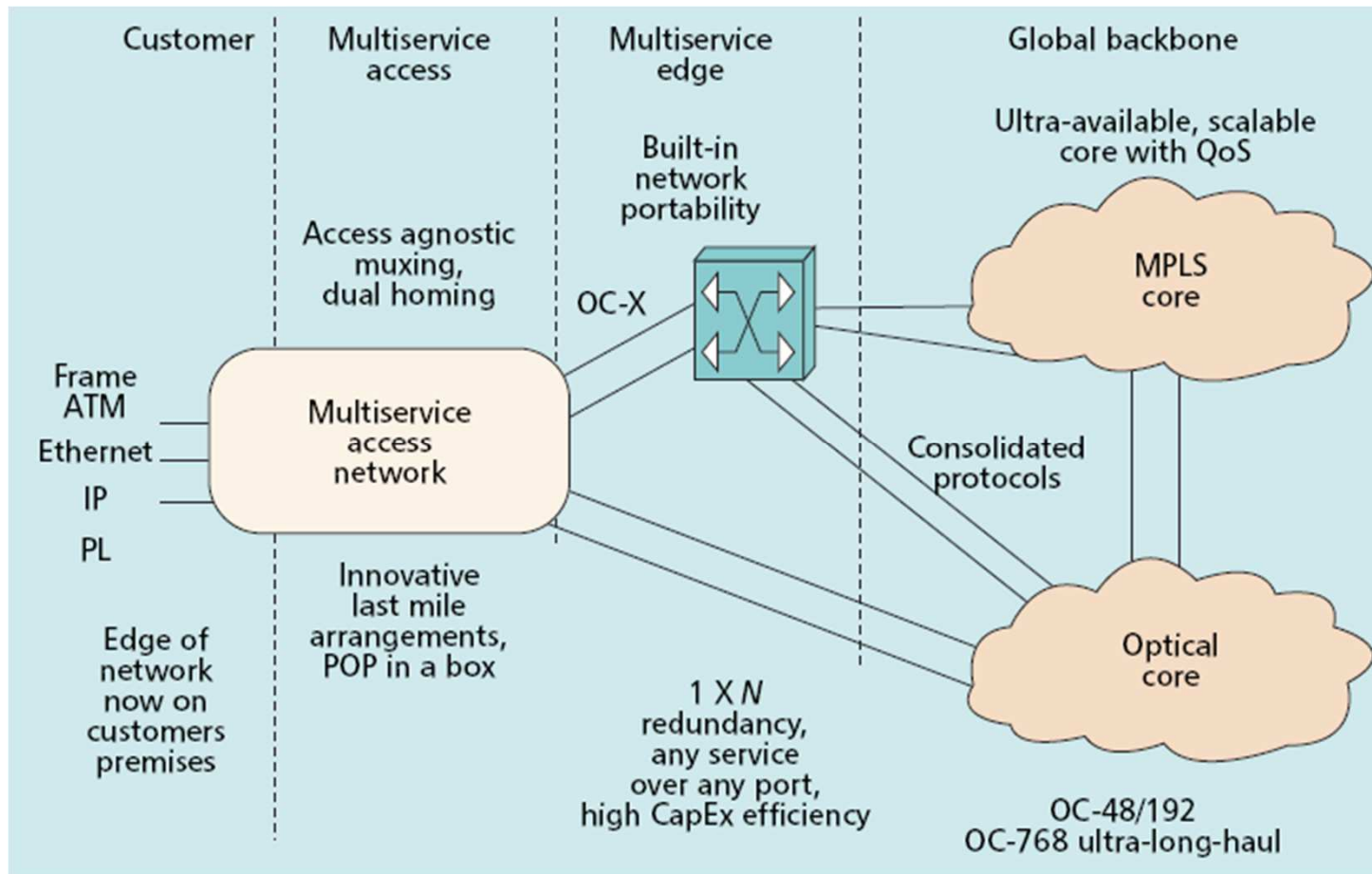
AT&T MPLS OAM architektúra



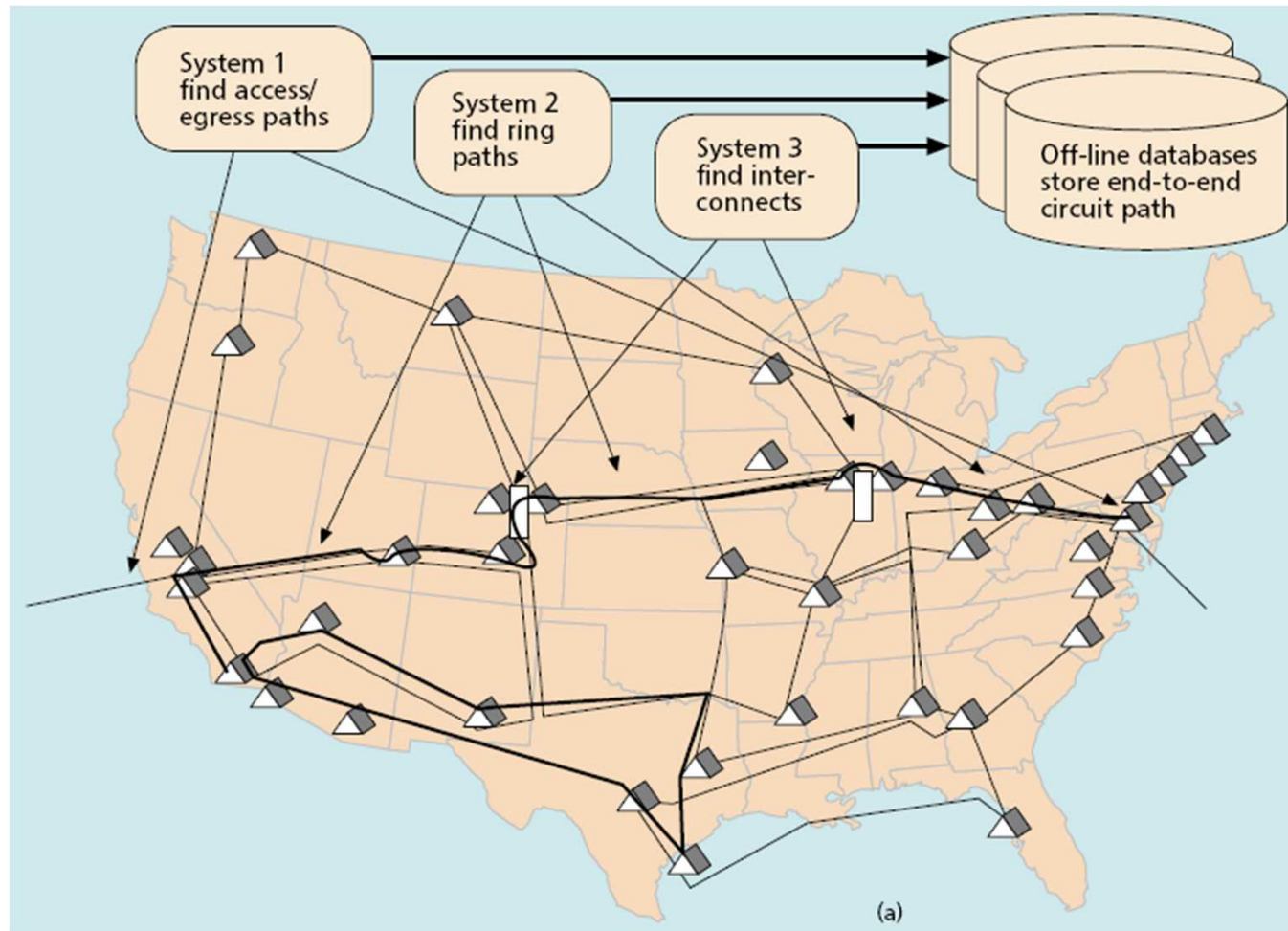
Egységes hibamenedzsment platform



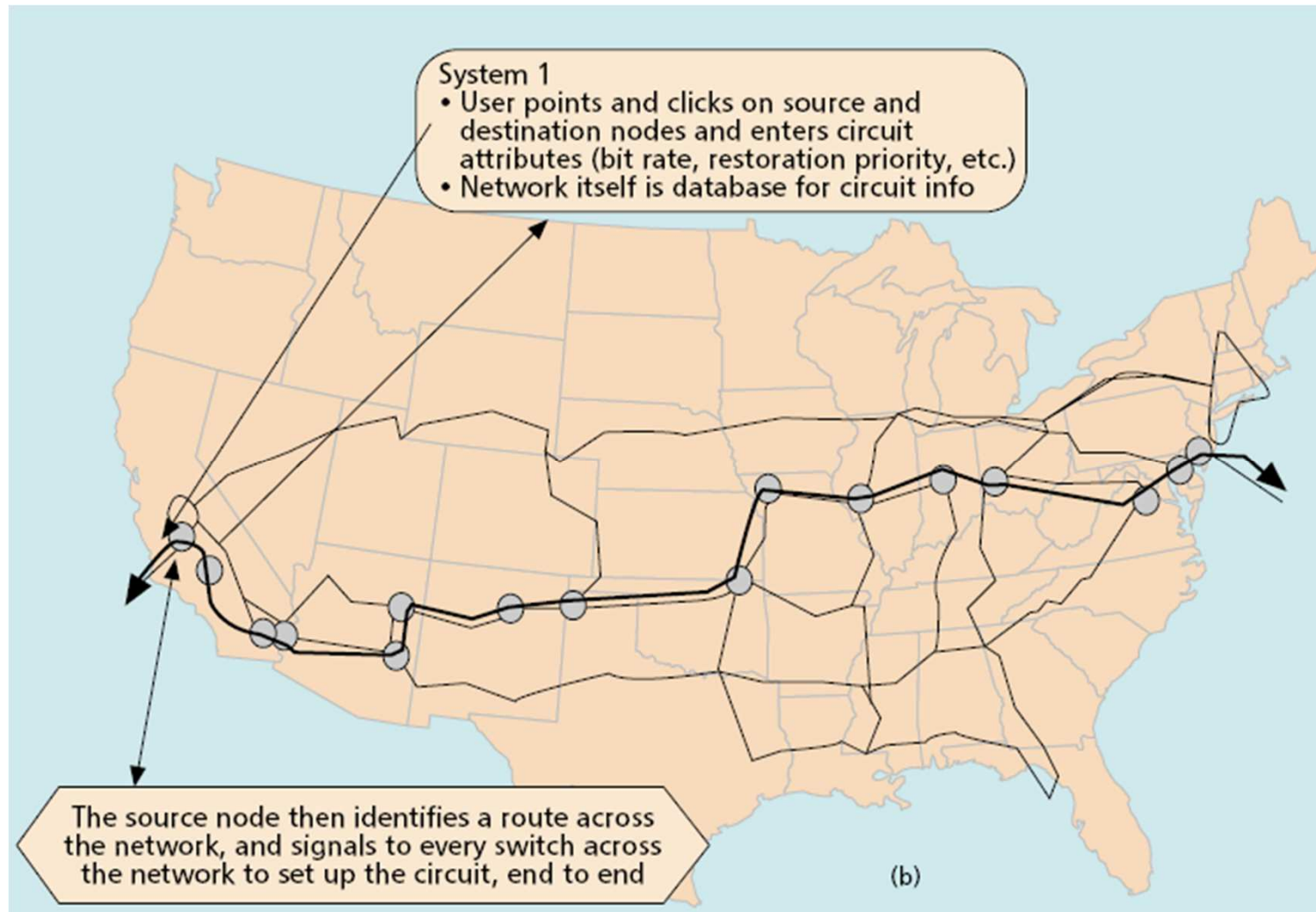
Egységes MPLS -architektúra

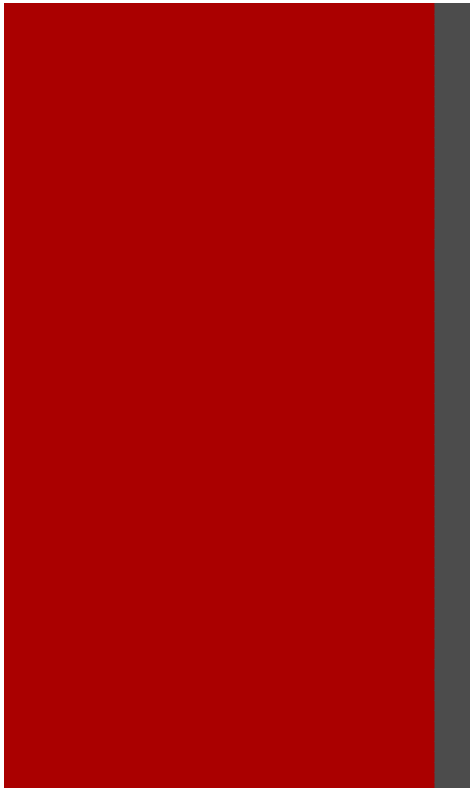
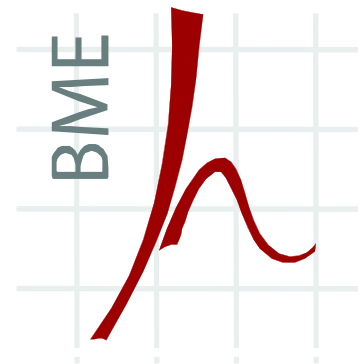


Hagyományos SDH/WMD



Automatikus ION



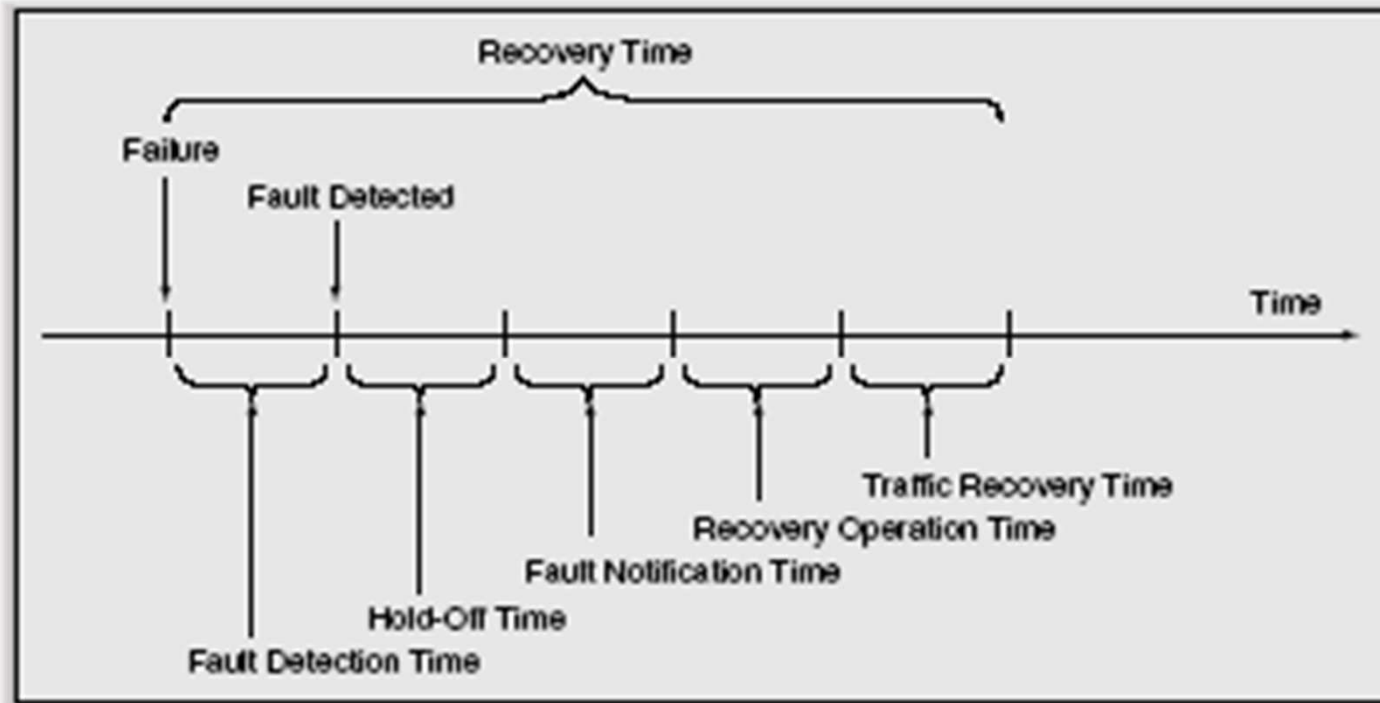


MPLS OAM

Időzítések, gyakori állapotváltozások kezelésének technikái

Helyreállítási ciklus

(RFC 3469)



Fault Detection Time – a hiba észékelésig eltelő idő

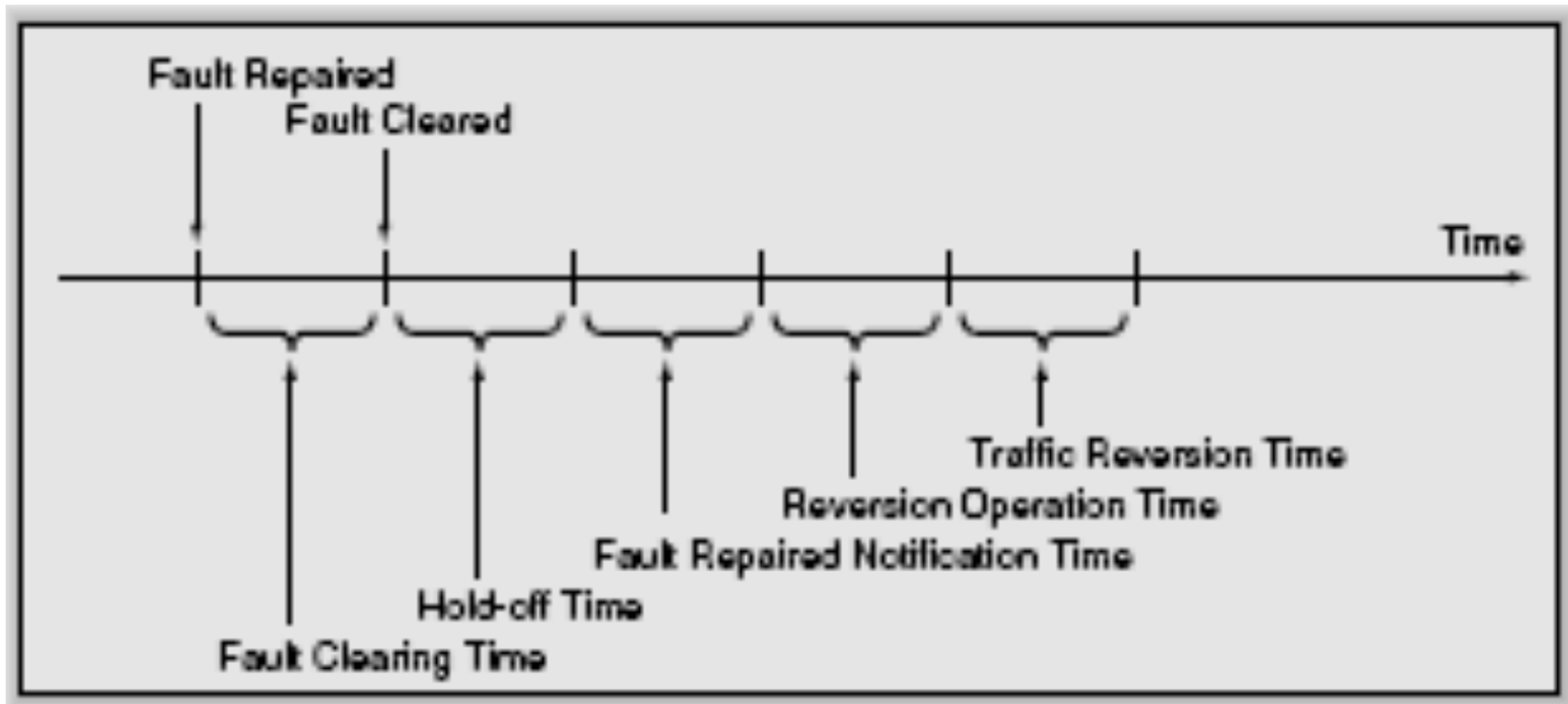
Hold-Off Time – várakozási idő a reagálás megkezdéséig (≥ 0) – pl. többrétegű védelem, gyors állapotváltások korlátozása (dampening)

Fault Notification Time – értesítések, riasztások kiküldése

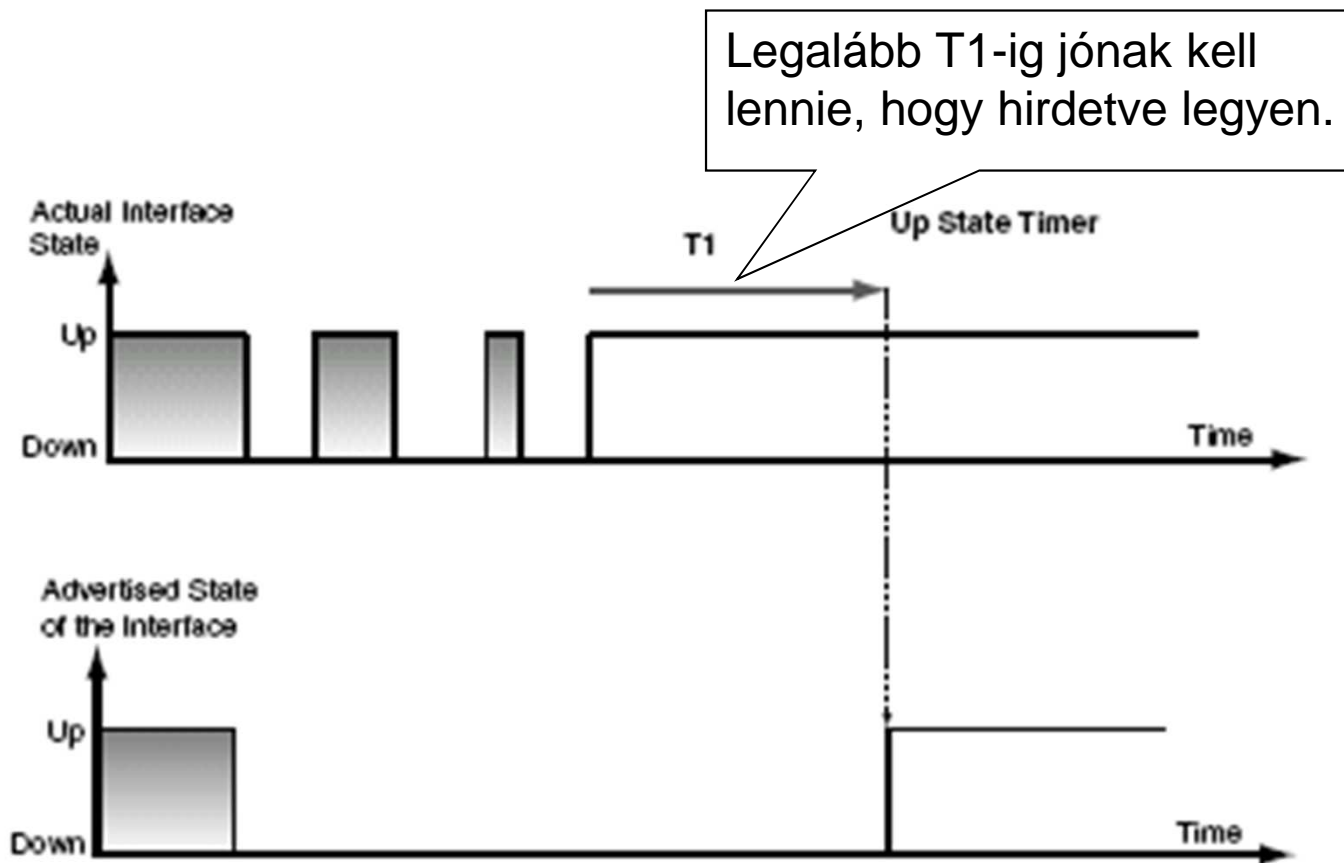
Recovery Operation Time – védelmi mechanizmusok működése

Traffic Recovery Time – a transzportszolgáltatás helyreáll

Forgalom helyreállása (RFC 3469)

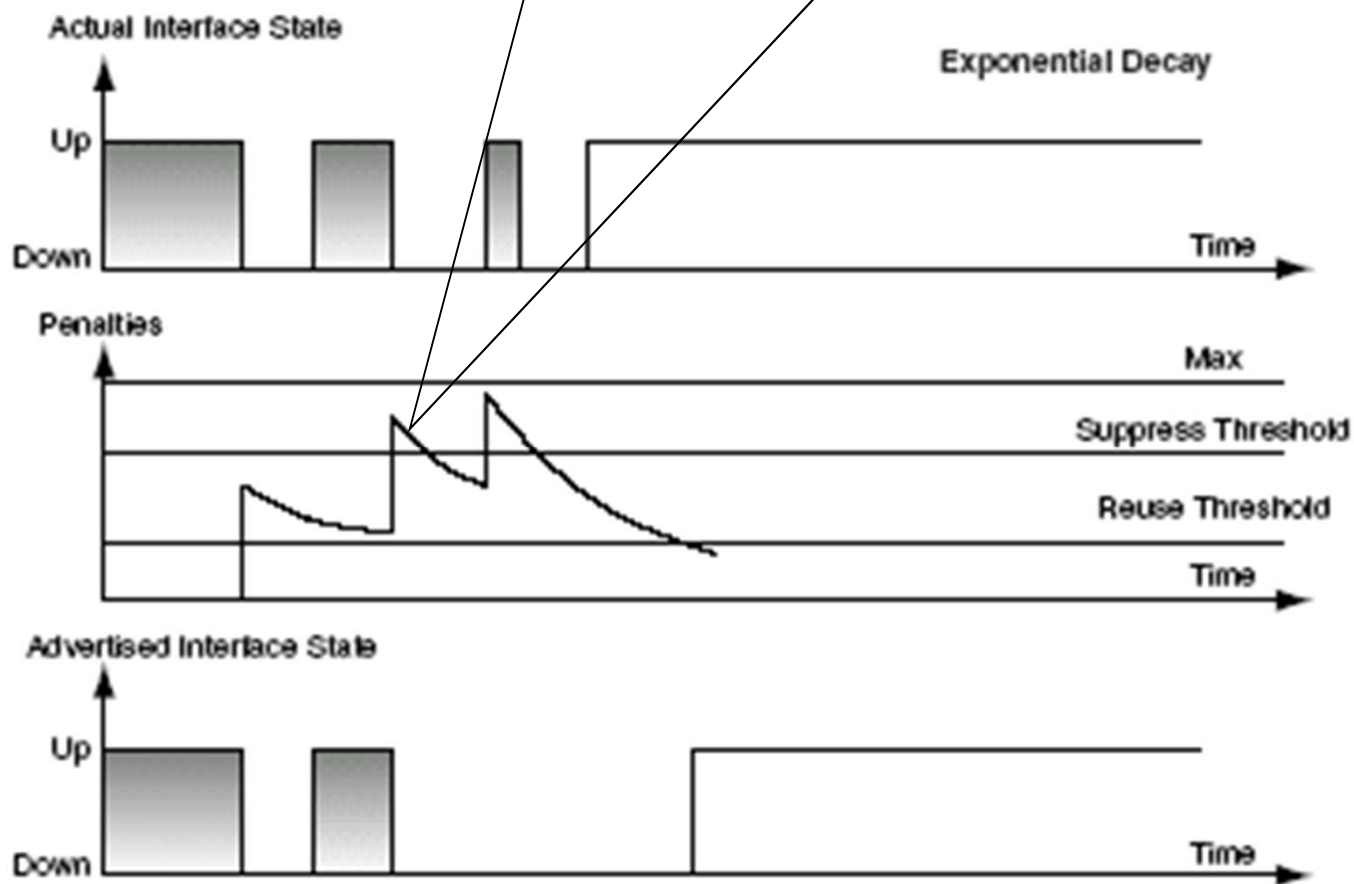


Up State Timer

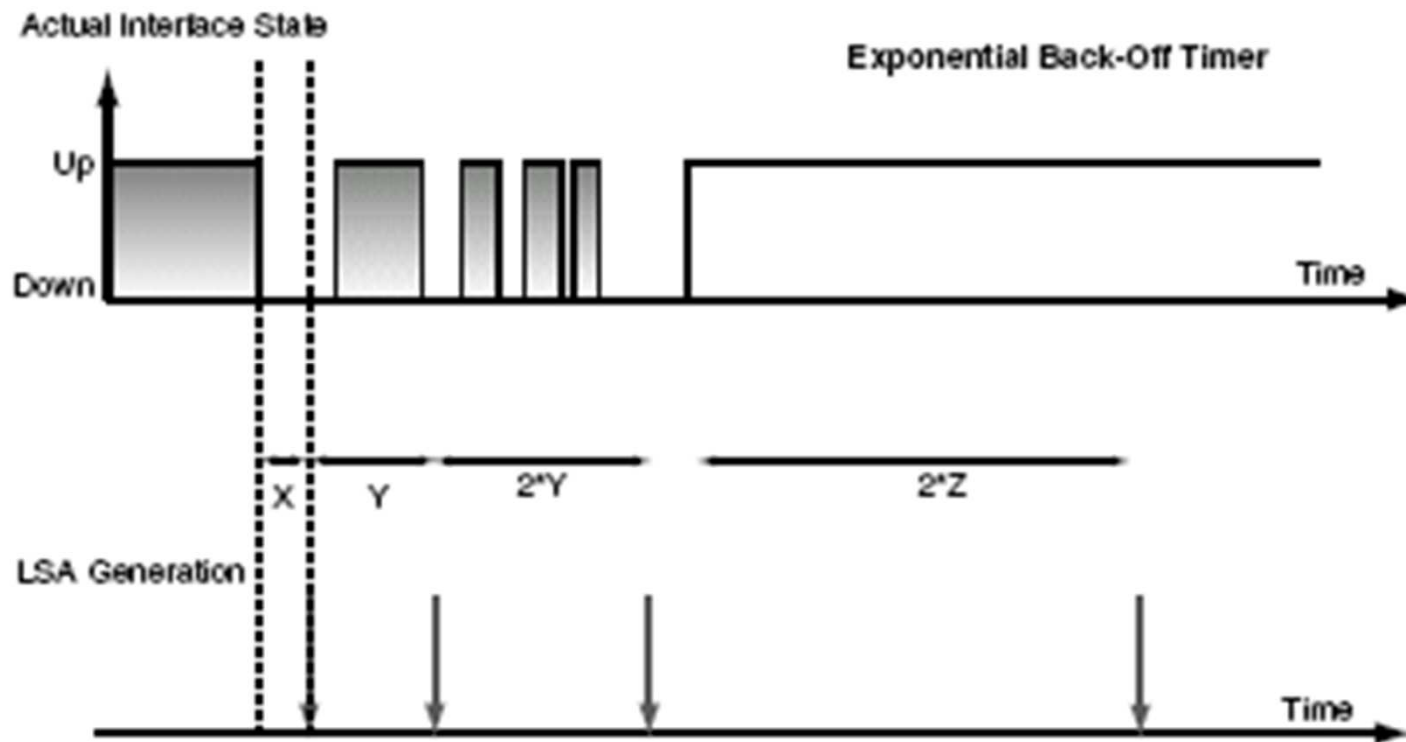


Exponential Decay

A gyors állapotváltások növelik a büntetést, a stabil állapot csökkenti. Amíg a büntetés egy adott küszög alá nem csökken, nincs hirdelve a jó állapot.



Exponential Back-off

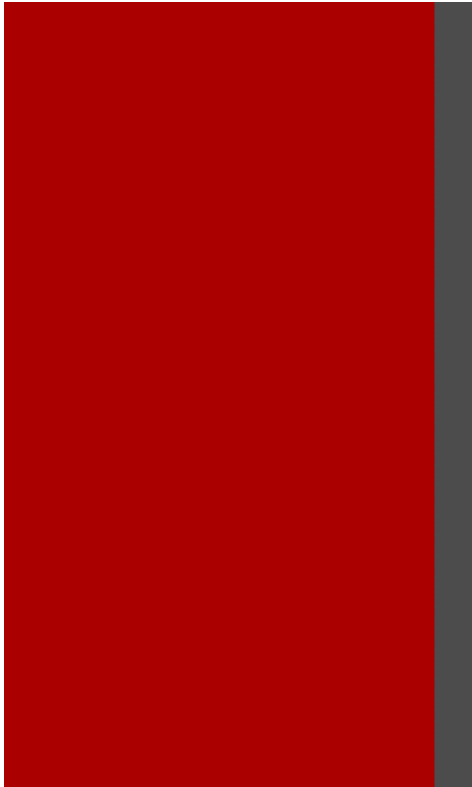
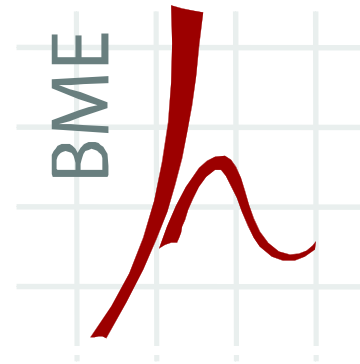


X: az első állapotváltozás ennyi várakozás után hirdethető

Y: a második után ennyit várunk

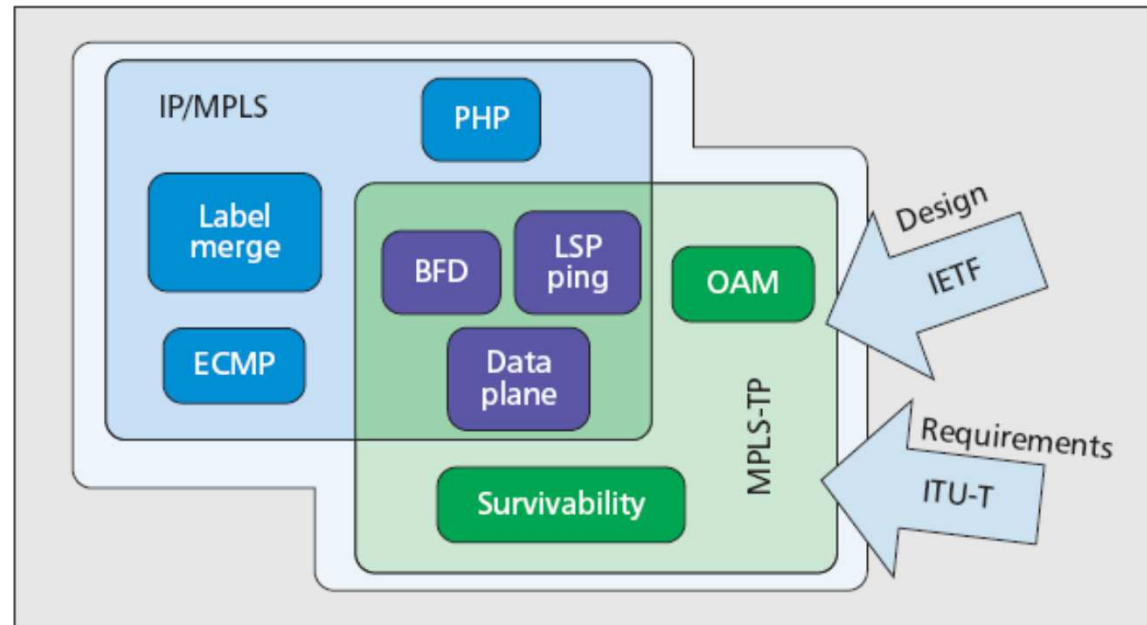
Z: maximum várakozási idő az állapotváltozás hirdetése előtt

A harmadik és további változások esetén $Y_{i+1} = 2Y_i$ amíg Z-t el nem éri
 Visszatérés alapállapotba, ha legalább $2Z$ ideig nincs állapotváltozás

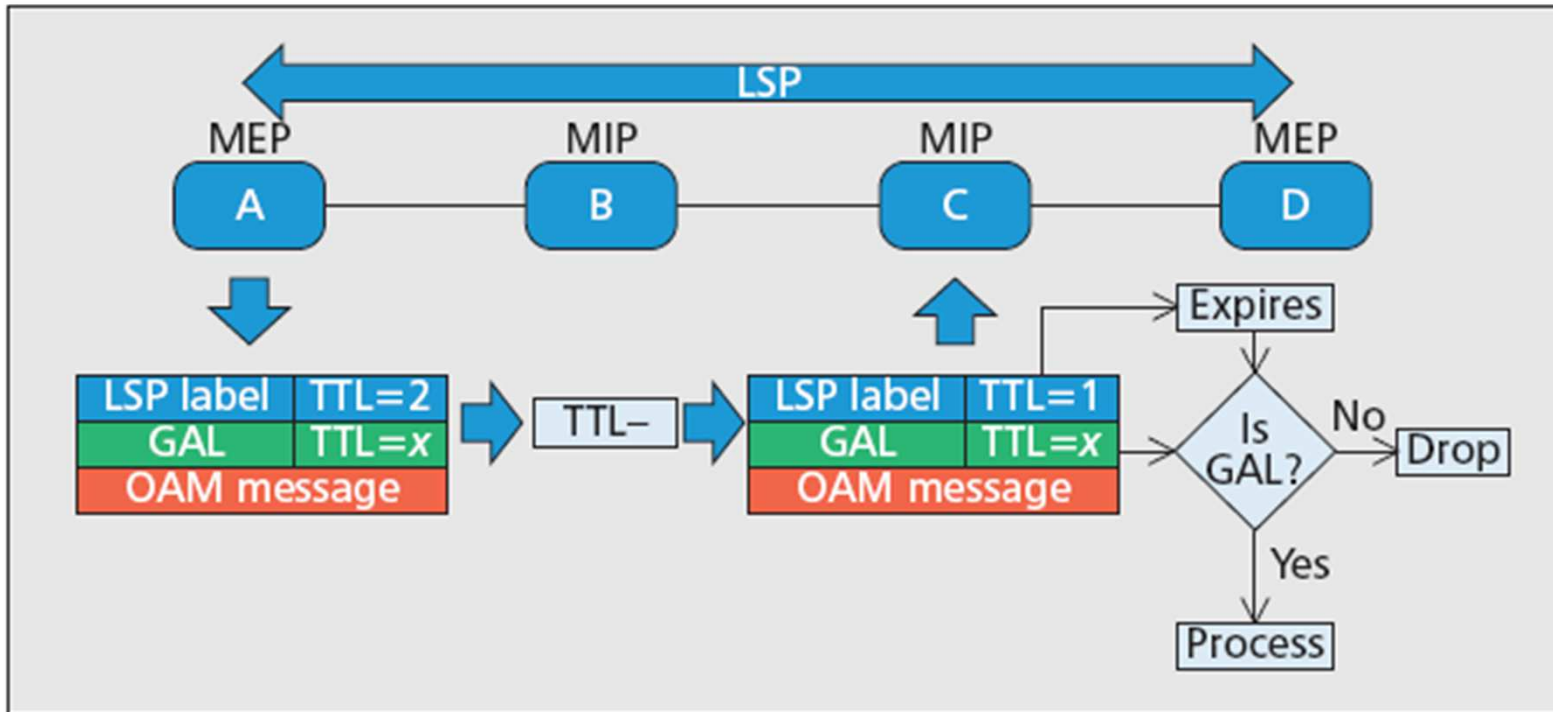


MPLS TP

IP/MPLS és MPLS TP



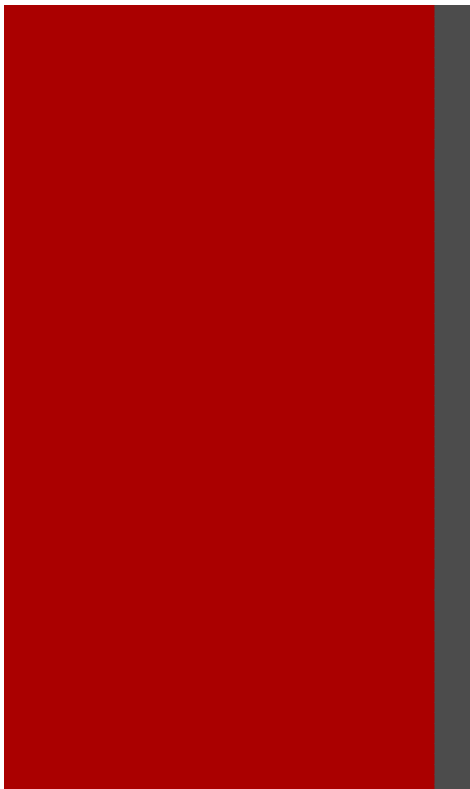
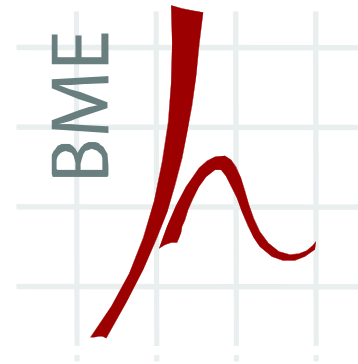
MPLS TP OAM



- MPLS TP
 - OAM keretek in band (együtt a felhasználói forgalommal)
 - IP (és dinamikus vezérlő réteg) hányában is működhet
 - Megoldás a Pseudowire Associated Channel általánosításával
 - Generic Associated Channel (G-ACh) és speciális címke (G-ACh label – GAL)
 - OAM működés: G-ACh, címke stack és TTL alapján

MPLS TP OAM alapmodell

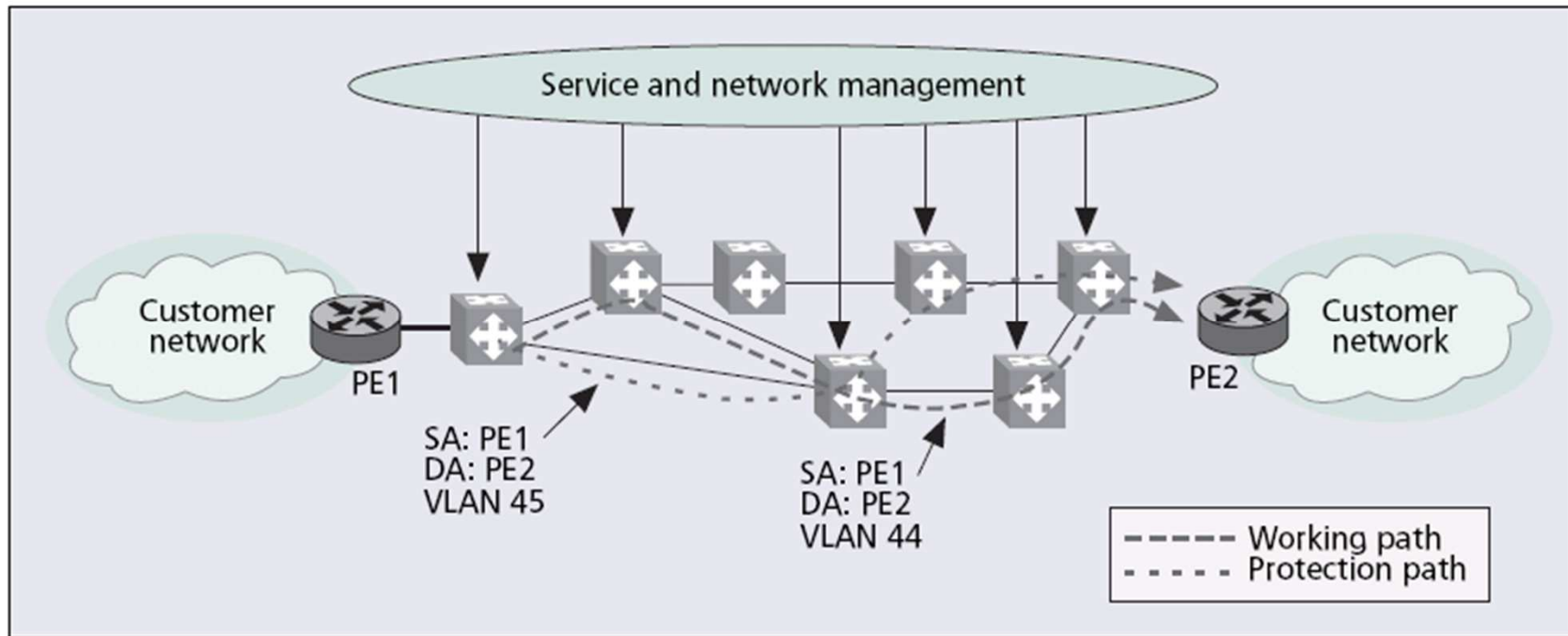
- Új fogalmak
 - Maintenance Entity (ME): az átviteli út két pontja közti viszony
 - Maintenance Entity Group (MEG): ME pontjai
 - Maintenance entity End Point (MEP): ME végpontok
 - Maintenance entity Intermediate Point (MIP): ME közbülső pontok
 - OAM akciók, korlátozások:
 - MEP kezdeményezhet, MIP csak válaszolhat
- Új funkciók
 - Csomagkésleltetés és –vesztés mérése (G-ACh-ra alapozottan)



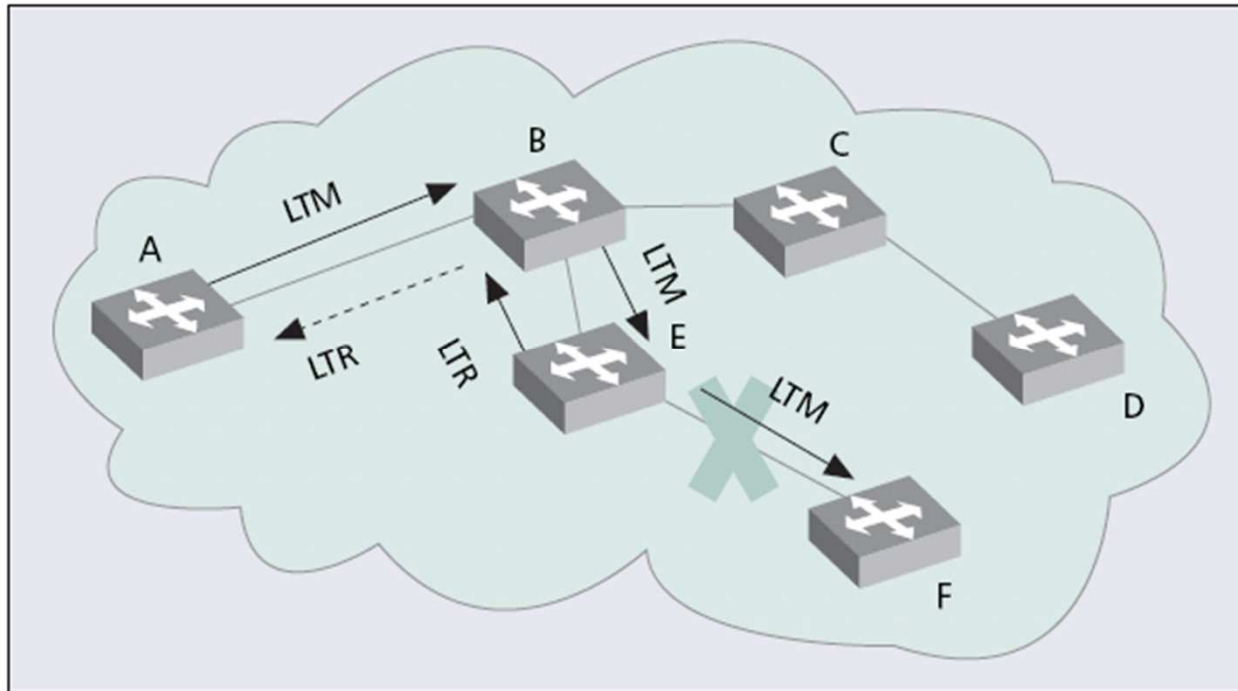
CET

*IEEE Comm. Mag. 2008 Sept.
alapján*

PBB konfigurálás

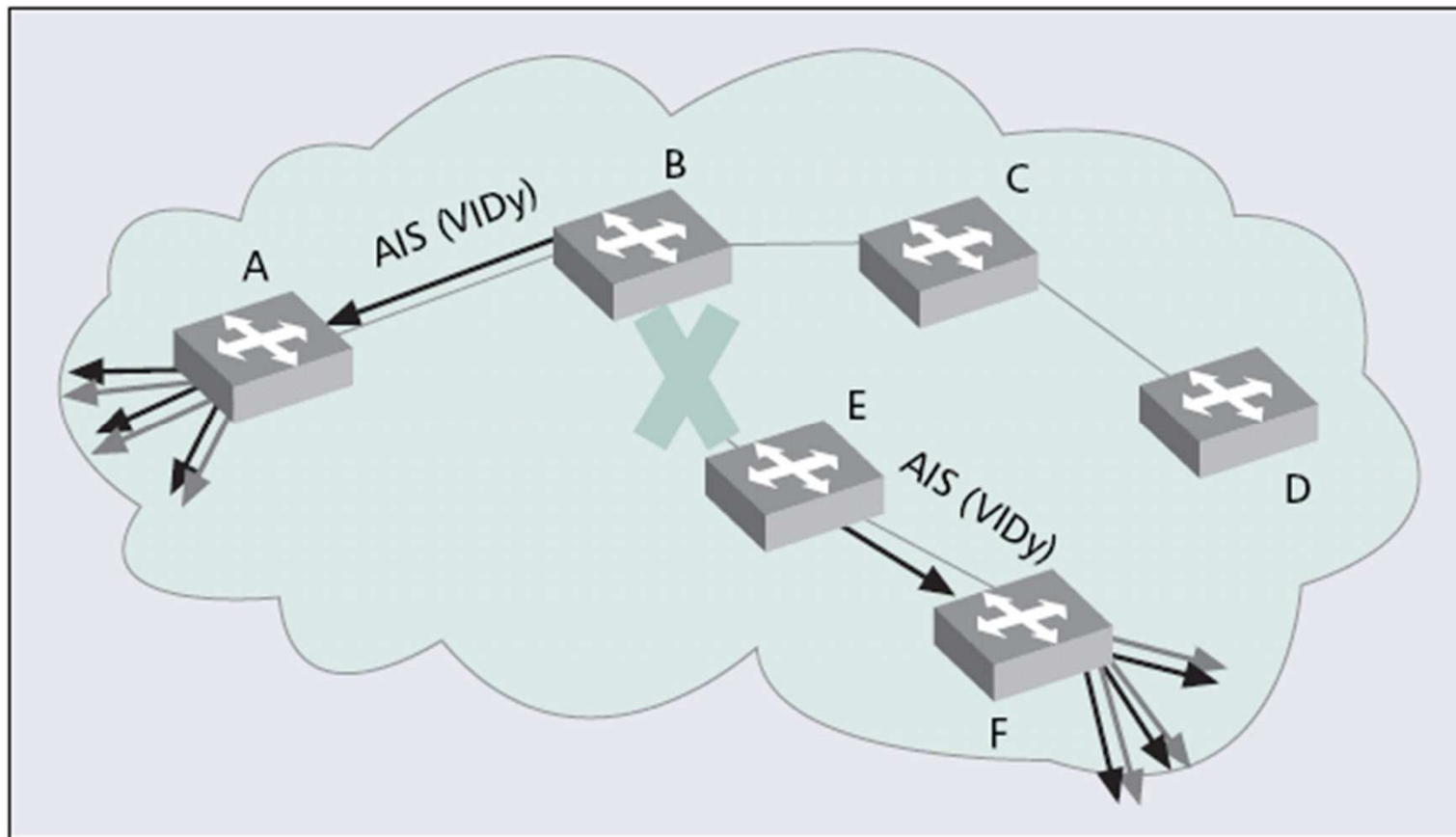


Hibabehatárolás



LTM – Link Trace Message
 LTR – Link Trace Reply

Hibajelzés



AIS – Alarm Indication Signal
 VID – VLAN Identifier

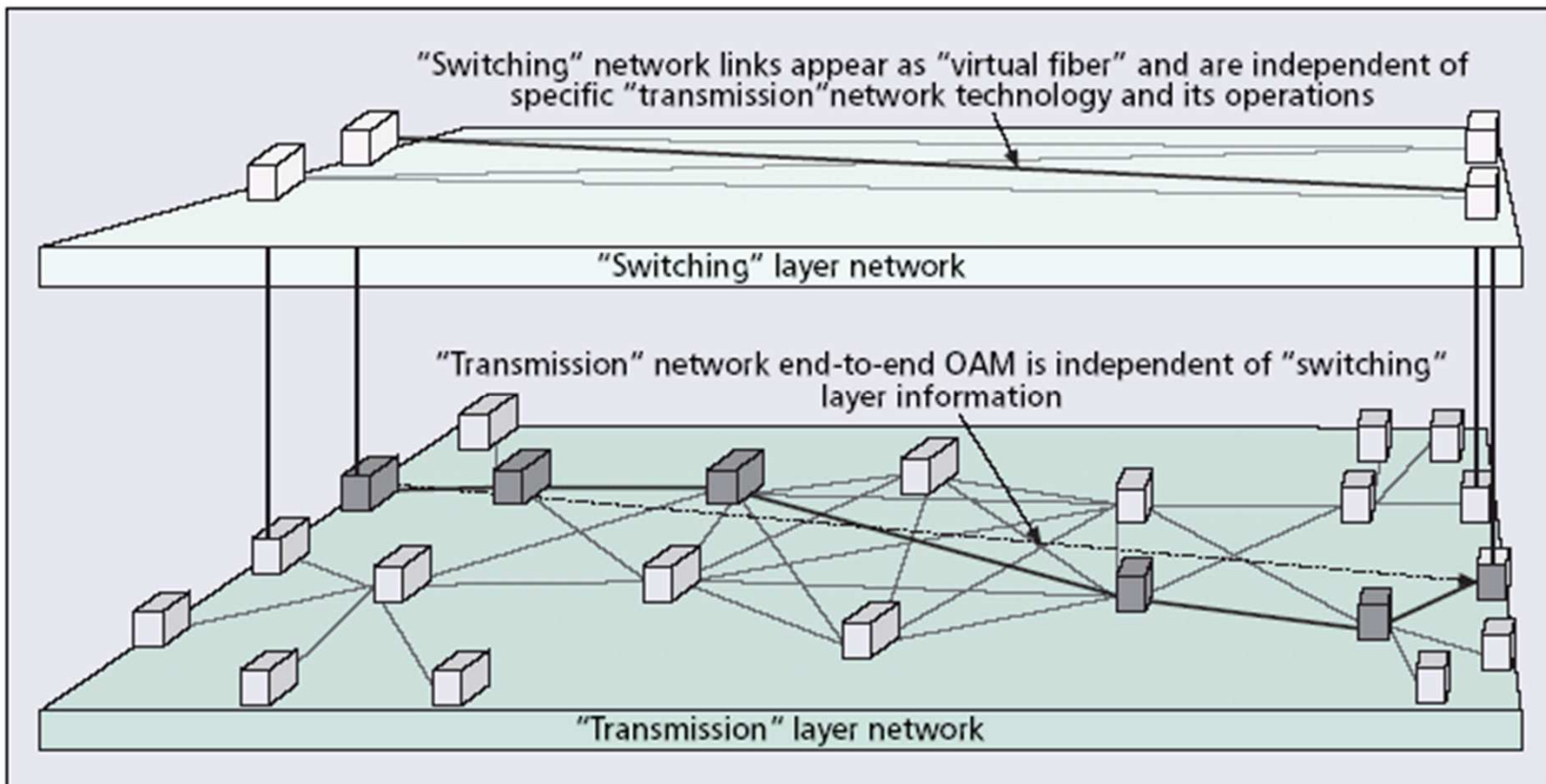
Hibakezelés

- **Fault detection** — IEEE 802.1ag és ITU-T Y.1731 periodikus Continuity Check Messages (CCM) alapján
- **Fault verification** — IEEE 802.1ag és ITU-T Y.1731 visszahurkolt üzenetekkel (loopback messages – LBM és loopback reply - LBR)
- **Fault notification** — ITU-T Y.1731 AIS mindkét irányban a szolgáltatás végpontjai felé

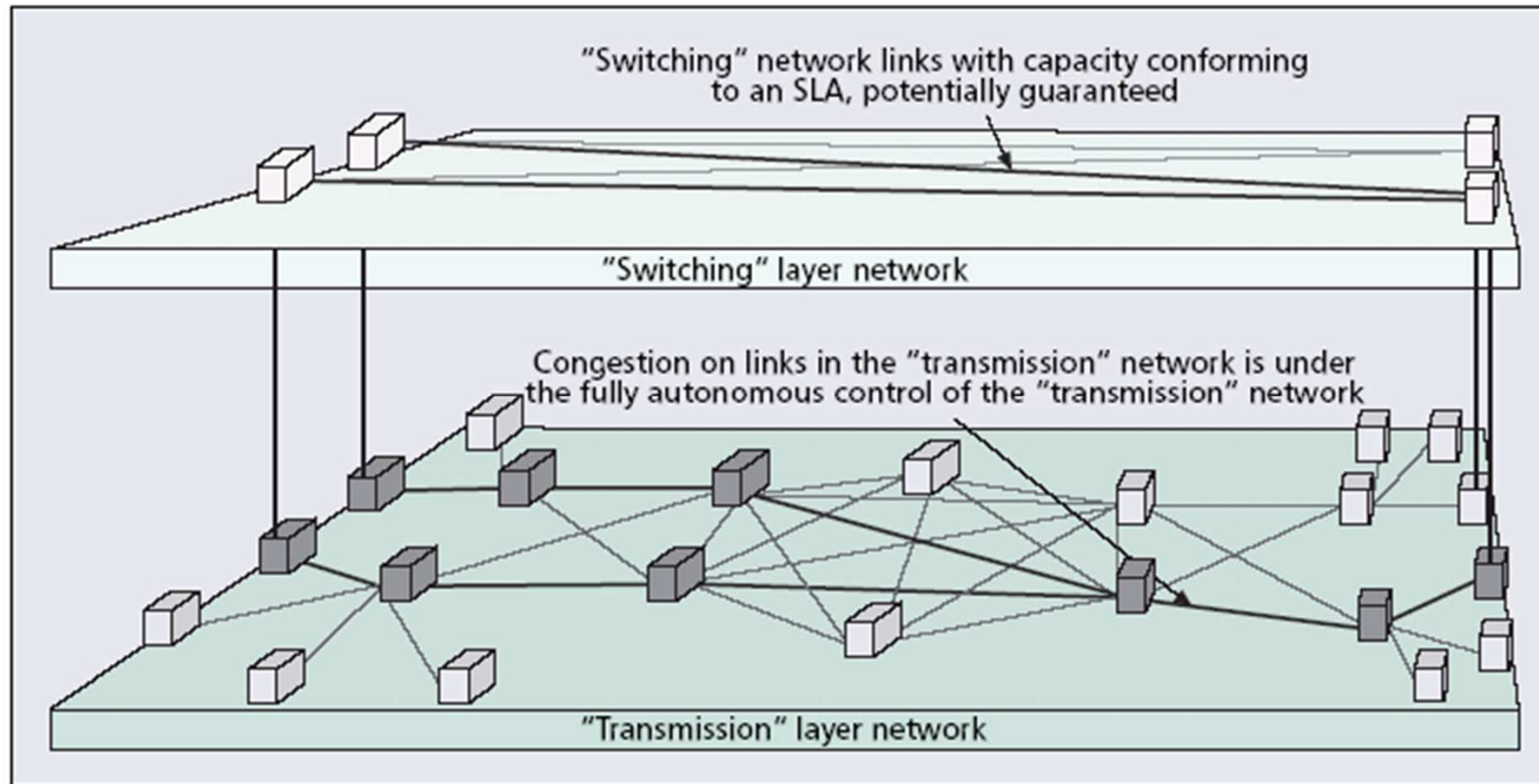
Teljesítmény monitorozása

- **Frame loss ratio** — ITU-T Y.1731 keretvesztési arány számolása a CCM-ben továbbított küldött és vett kerete számlálók értékei alapján
- **Frame delay** — Hasonlóan, ITU-T Y.1731, szinkronizált órák szükségesek
- **Frame delay variation** — ITU-T
- Y.1731 a számolt késleltetési értékekből

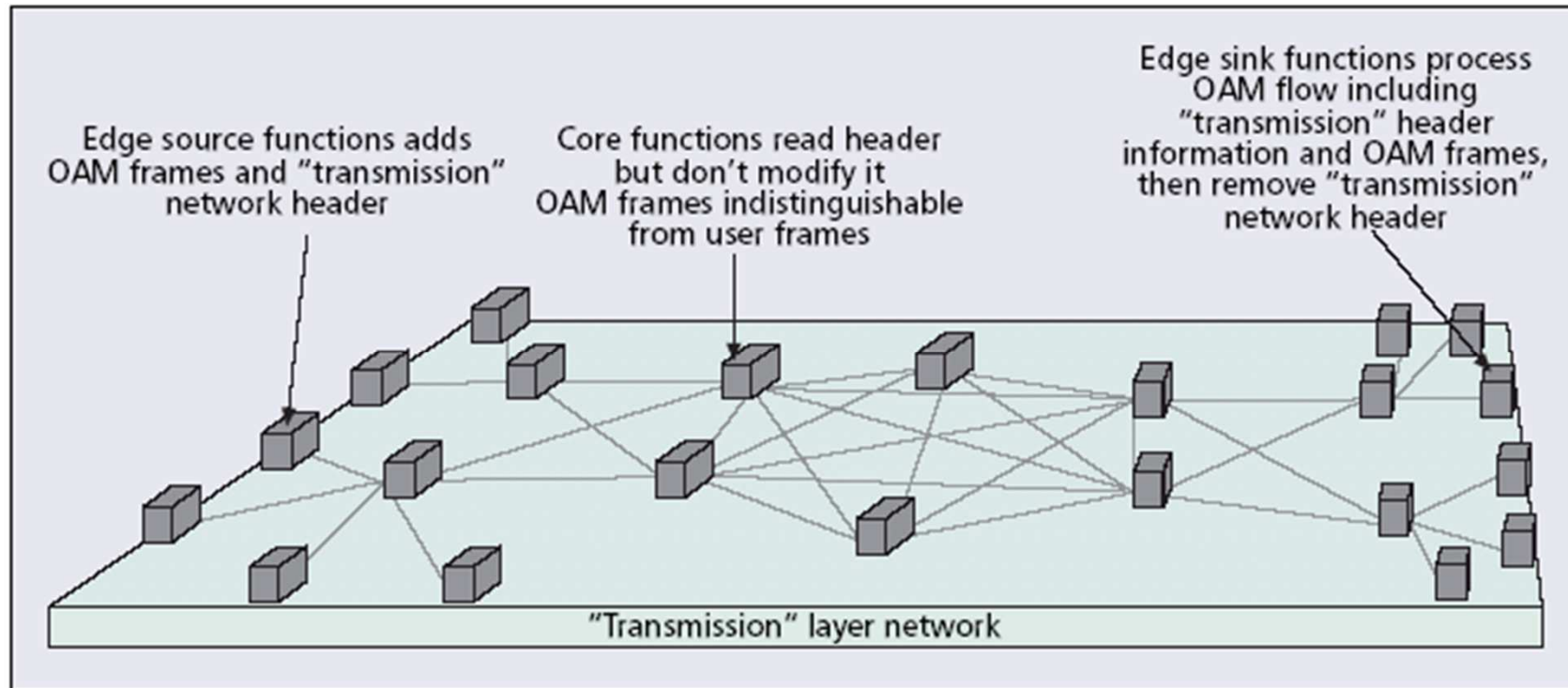
Protokoll (adat) transzparencia



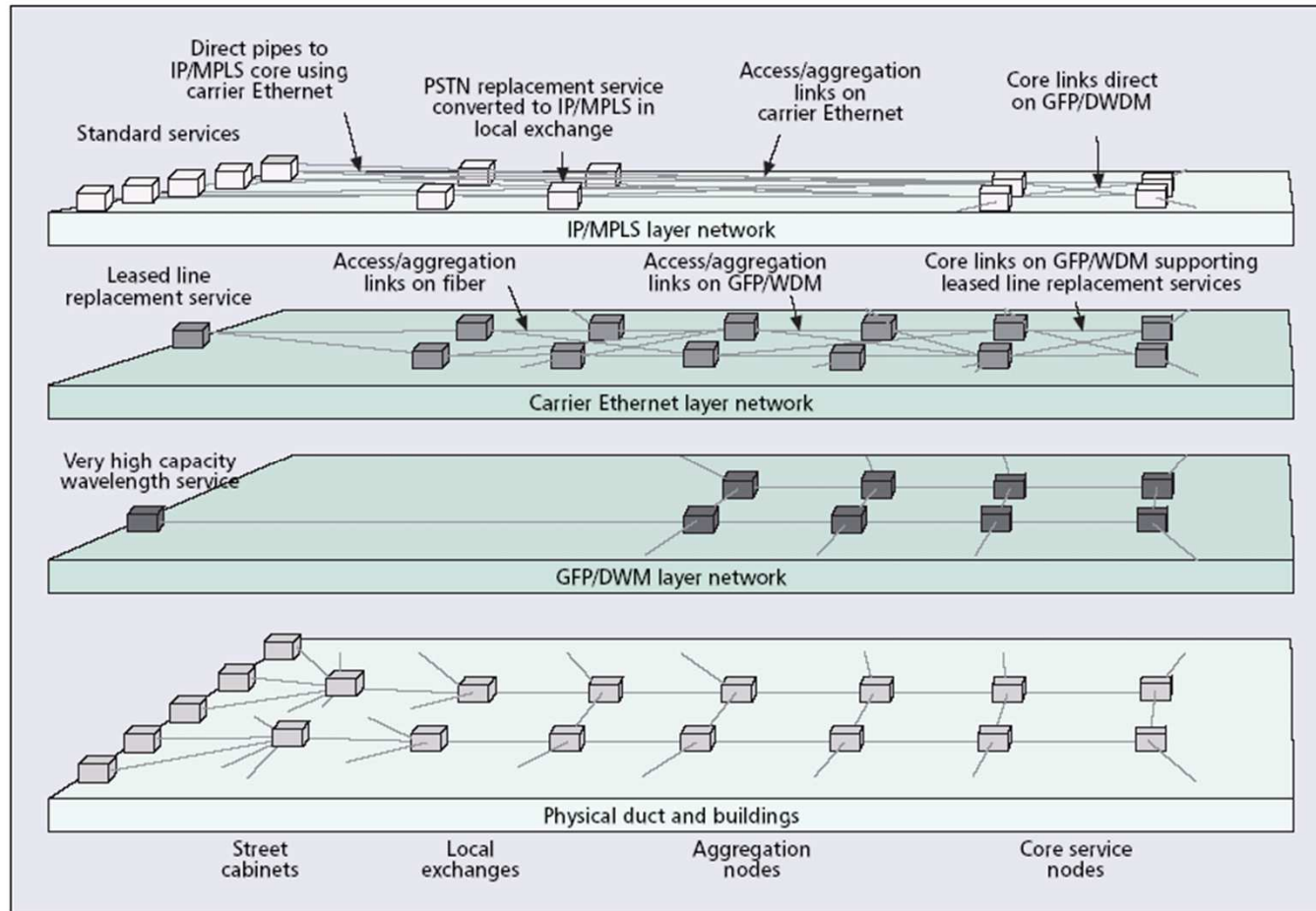
QoS transzparencia

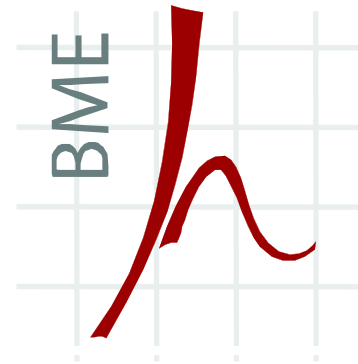


OAM támogatás

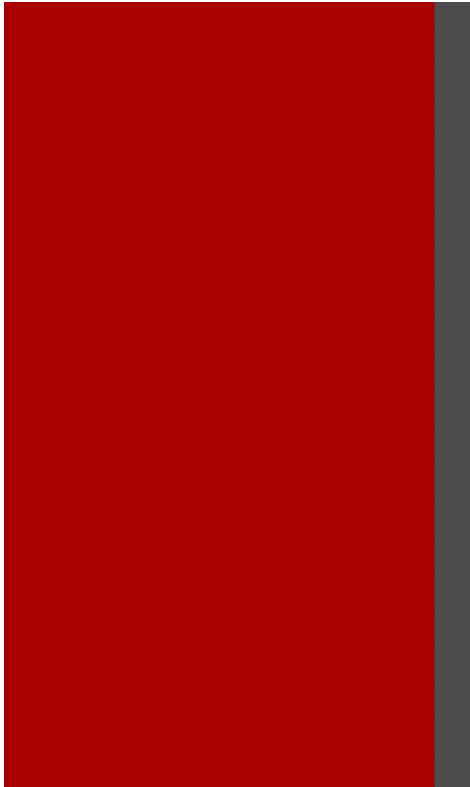


CET alkalmazása nagy szolgáltatói hálózatban





Többrétegű védelem hibamenedzsmentje



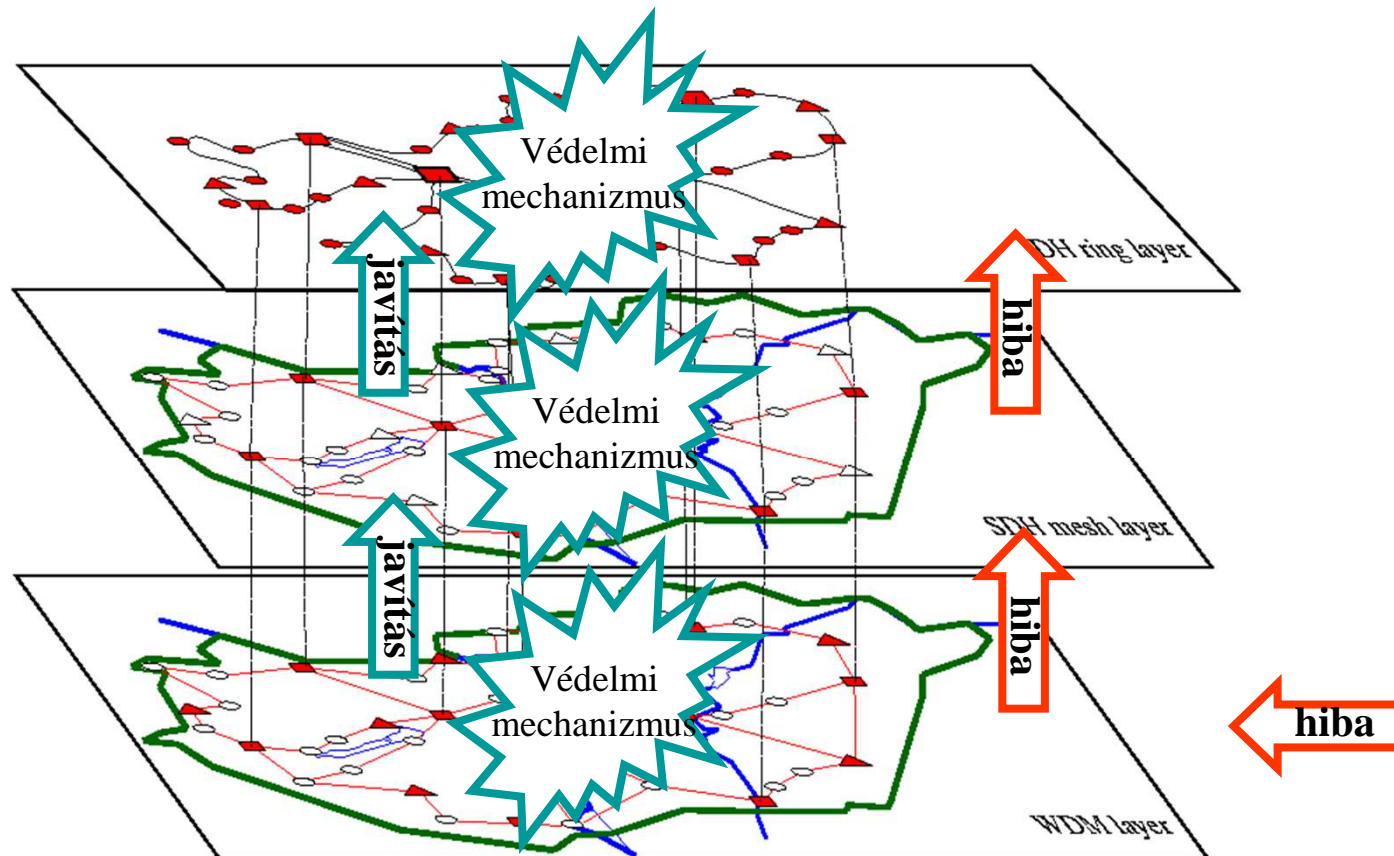
Többrétegű védelem

- 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 ?!

