

# Ethernet

## L2VPN Szolgáltatások

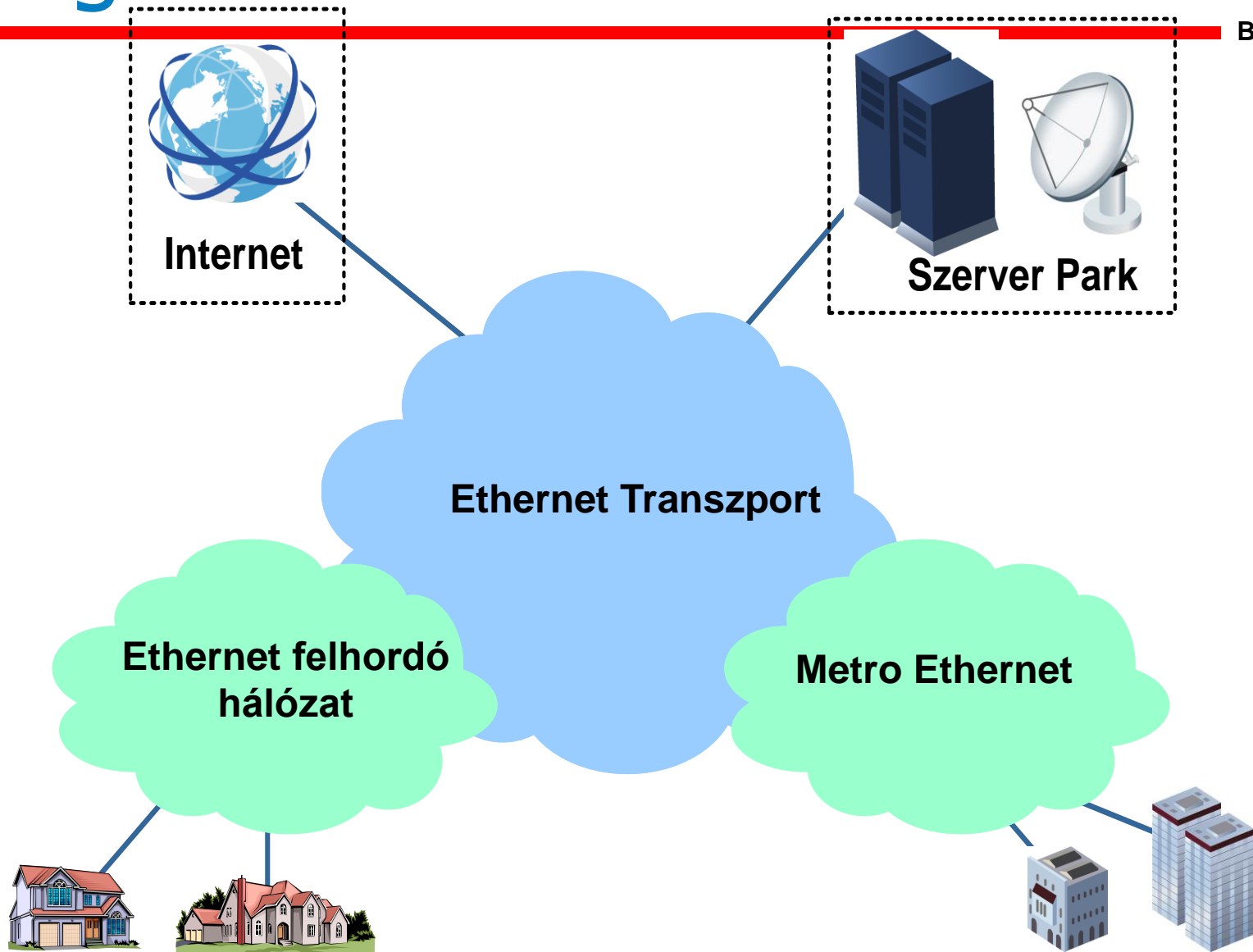
Moldován István



# Szolgáltatói Ethernet



BME-TMIT



- L3 VPN – IPVPN, VPRN
  - IP szintű kapcsolatot biztosít a telephelyek között
  - A csomagok routing segítségével jutnak célba
- L2 VPN – VLL vagy PW
  - Pont-pont kapcsolat
- L2 VPN – TLS, VPLS
  - Ethernet szintű kapcsolat a telephelyek közt
  - Bridging
    - A két telephely egyetlen LAN-t lát

# Szabványosítás



BME-TMIT



**Provider Bridges (Q-in-Q)**  
**Provider Backbone Bridges (Mac-in-Mac)**  
**Provider Backbone Transport (PBB-TE)**



**UNI specifikáció**  
**Szolgáltatás Definíciók**  
**Szolgáltatás specifikációk**



**I E T F<sup>®</sup>**

**Pseudowire**  
**Virtual Private LAN Service**  
**Hierarchical VPLS**



**UNI specifikáció– szolgáltató oldal**  
**Szolgáltatás Definíciók**  
**T-MPLS**

# Ethernet szolgáltatások

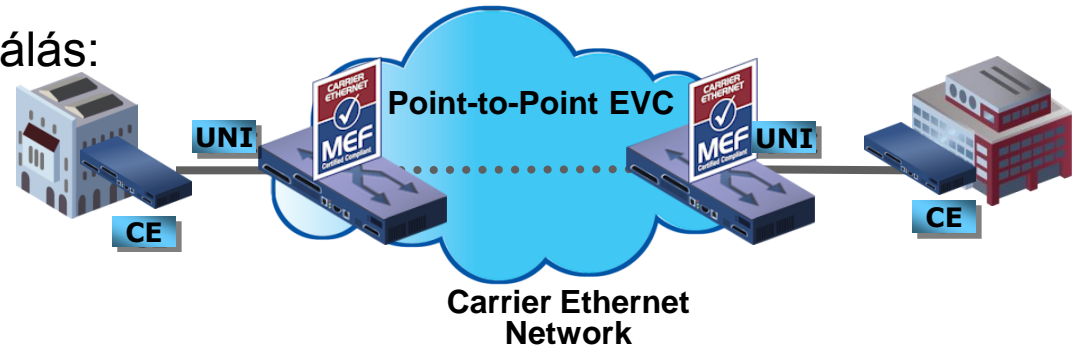


BME-TMIT

## E-Line szolgáltatás típus

### • E-Line Szolgáltatás – felhasználás:

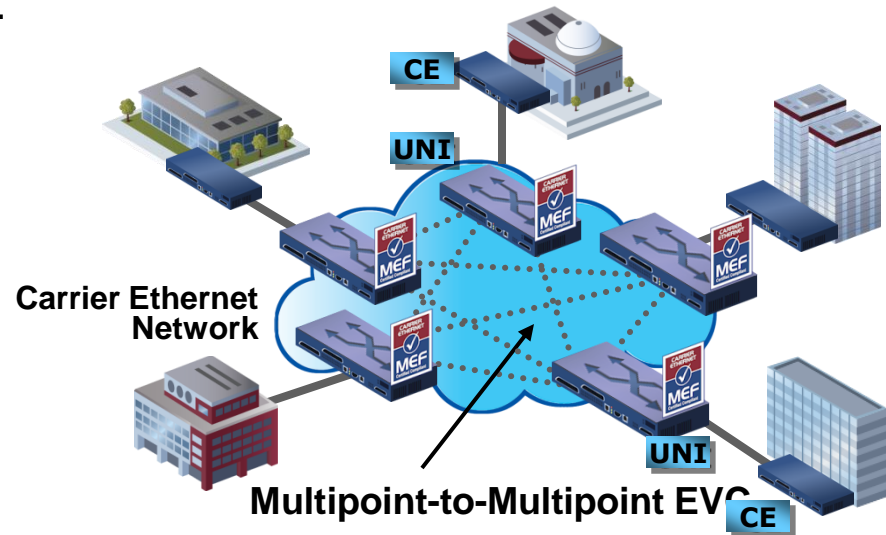
- Ethernet Private Line
- Virtual Private Line
- Ethernet Internet Access



## E-LAN szolgáltatás típus

### • E-LAN Szolgáltatás – felhasználás:

- Multipont L2 VPN-ek
- Transzparens LAN Szolgáltatás
- Alap az IPTV és Multicast szolgáltatásokhoz stb.



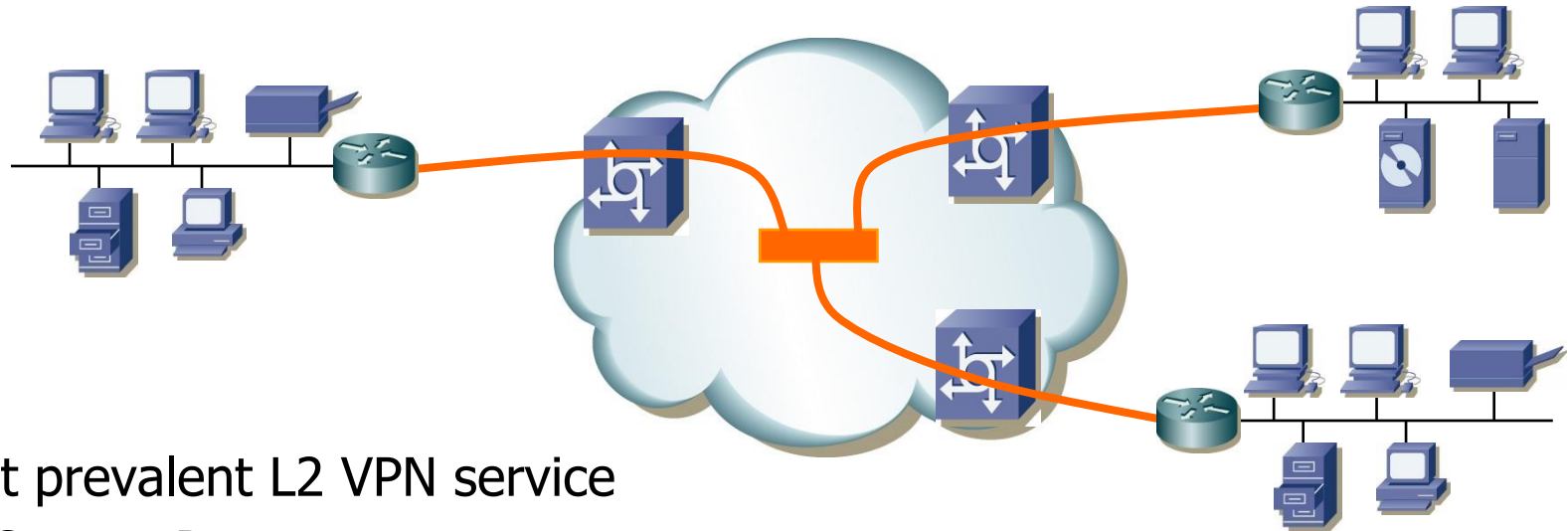
MEF által hitelesített Carrier Ethernet termékek

UNI: User Network Interface, CE: Customer Equipment

# Router Inter-connect Characteristics



BME-TMIT

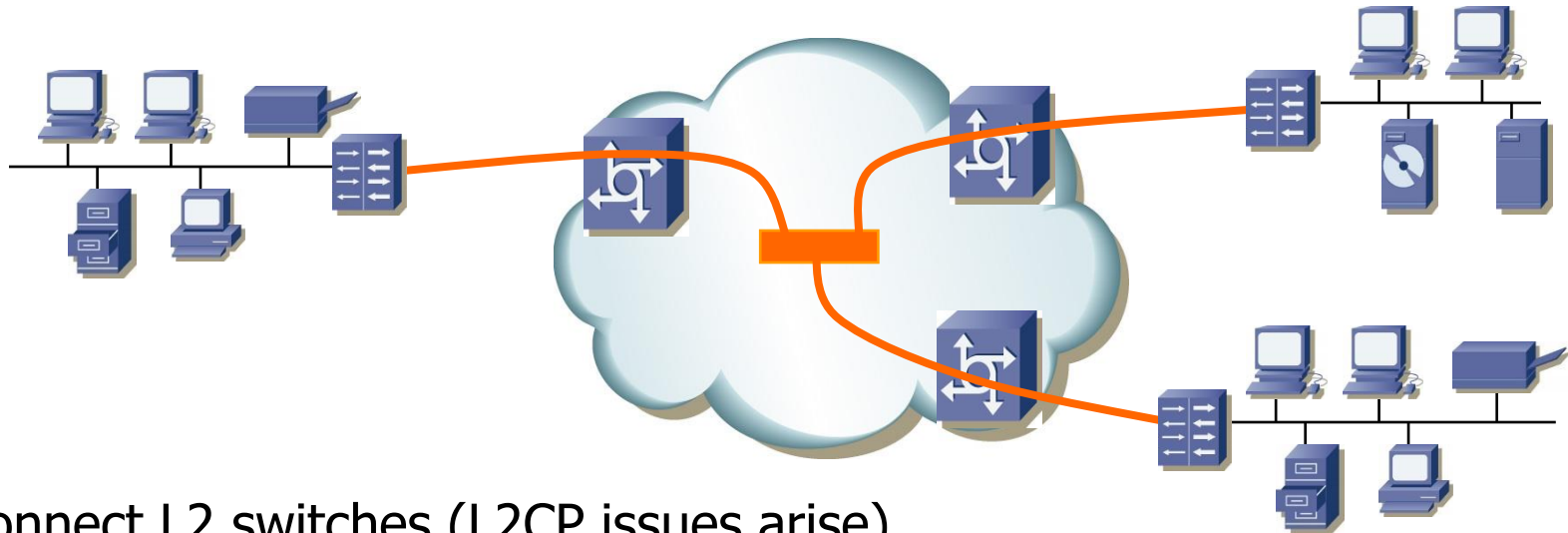


- Most prevalent L2 VPN service
  - Connect Routers
  - Routers provide clear demarcation
    - Possibility of unnecessary BC/MC eliminated
    - L2CP issues eliminated
    - One MAC address per site
- Most customers use routers to connect multiple sites together
  - Well-known design
  - Considerably reduces management overhead (single connection per site)

# Switch Inter-connect Characteristics

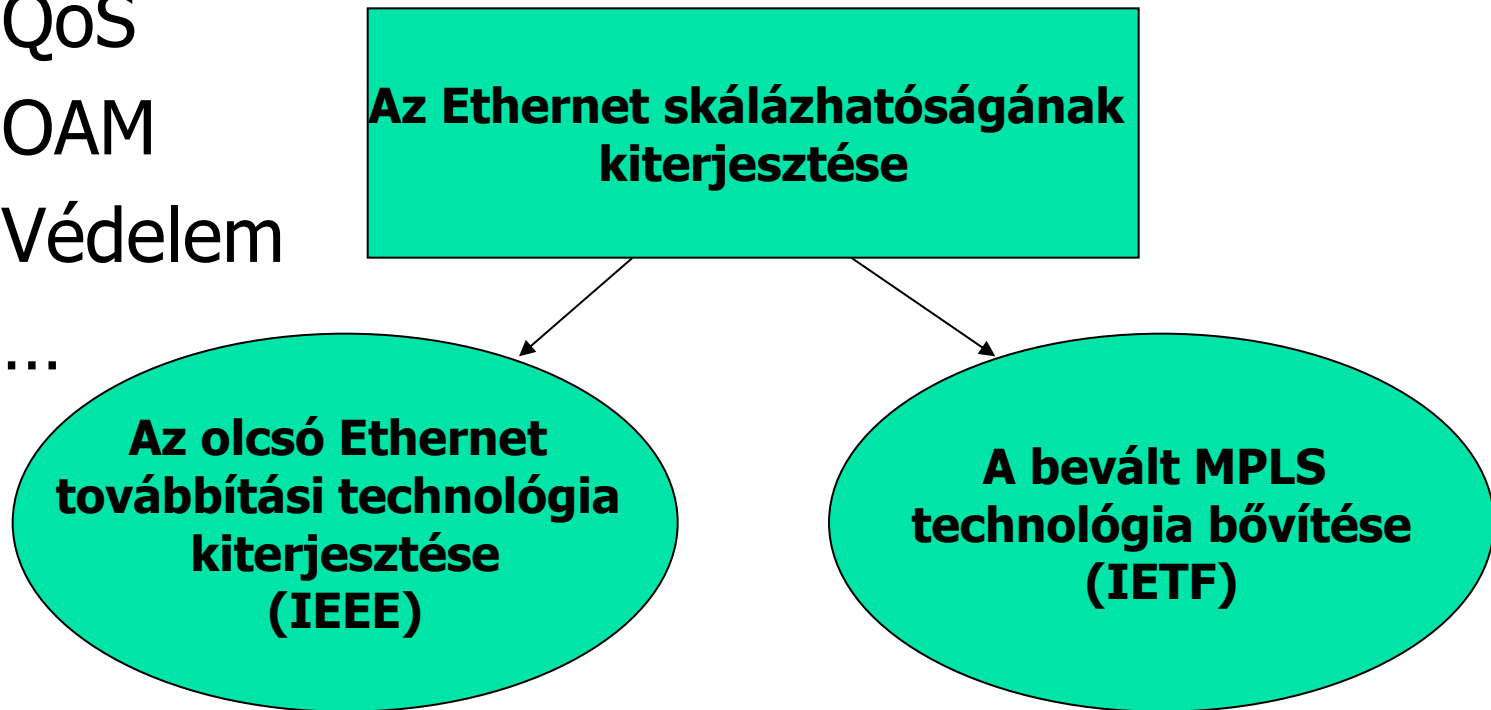


BME-TMIT



- Connect L2 switches (L2CP issues arise)
- Multiple MAC address per site
  - Potential scalability issues
  - Malfunctioning L2 switches can also flood the provider network with BC/MC traffic
    - Requires controls of FIB size (# MAC per site) and BC/MC rate-limiting
- Should be sold as a premium service
  - Charge customers per site per block of MAC addresses

- Szolgáltatói tulajdonságok
  - Skálázhatóság
  - QoS
  - OAM
  - Védelem
  - ...





# Ethernet alapú átvitel



Budapest University of Technology and Economics



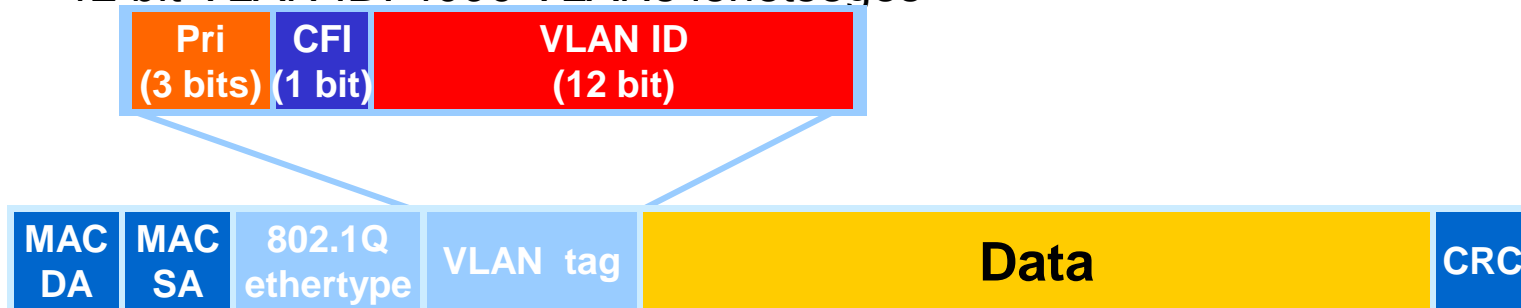
Department of  
Telecommunications and Media Informatics

# IEEE 802.1Q - VLAN



BME-TMIT

- VLAN tag
  - QoS: prioritás bitek
  - 12 bit VLAN ID: 4096 VLANs lehetséges



- Felhasználási módok:
  - Felhasználó azonosítás
  - Szolgáltatás azonosítás
- Mindkét esetben korlát a 4096 – **szolgáltatói környezetben kevés!**
- De: a legelterjedtebb UNI
  - Fel kell készülni hogy transzparensen át kell vinni a VLAN csomagot

# Provider Bridges (IEEE 802.1ad)

BME T

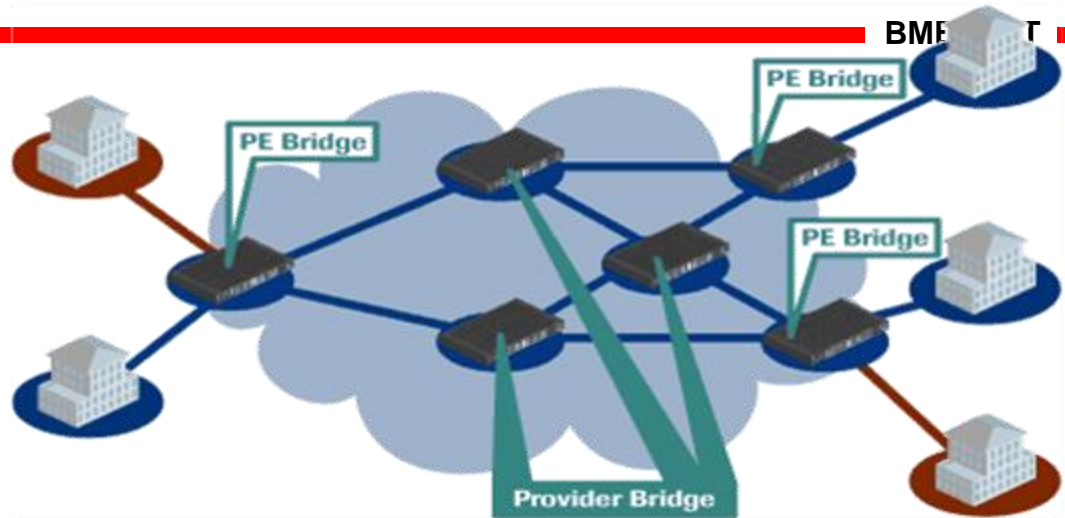
- Q-in-Q néven ismert
- Széles körben elterjedt

- A legelterjedtebb felhasználói interfész

- 4K Szolgáltatás (12-bits)
- Egyedi szolgáltatás ID

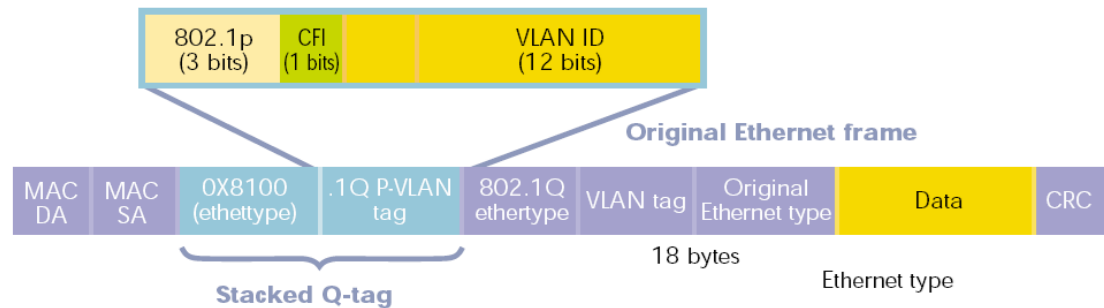
- (S-VID)

- A csomagtovábbítás a megszokott L2 tanuló bridge alapú a MAC DA/SA alapján S-VID szinten és xSTP a hurkok elkerülésére



- Skálázhatóság

- 4K szolgáltatás

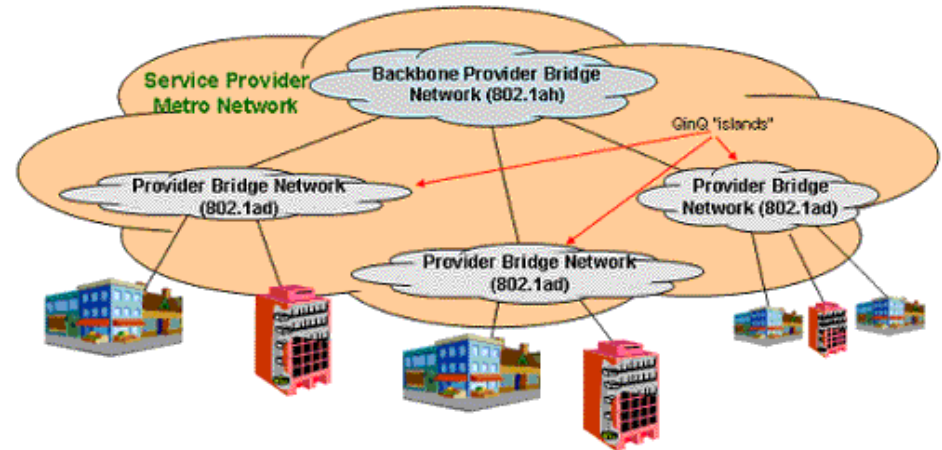
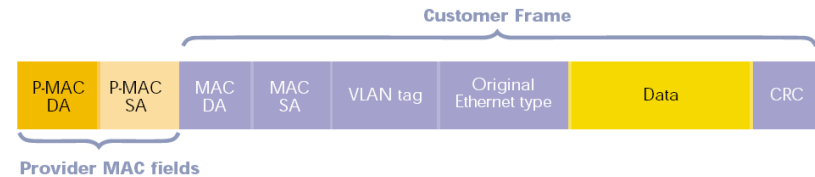


# Provider Backbone Bridges

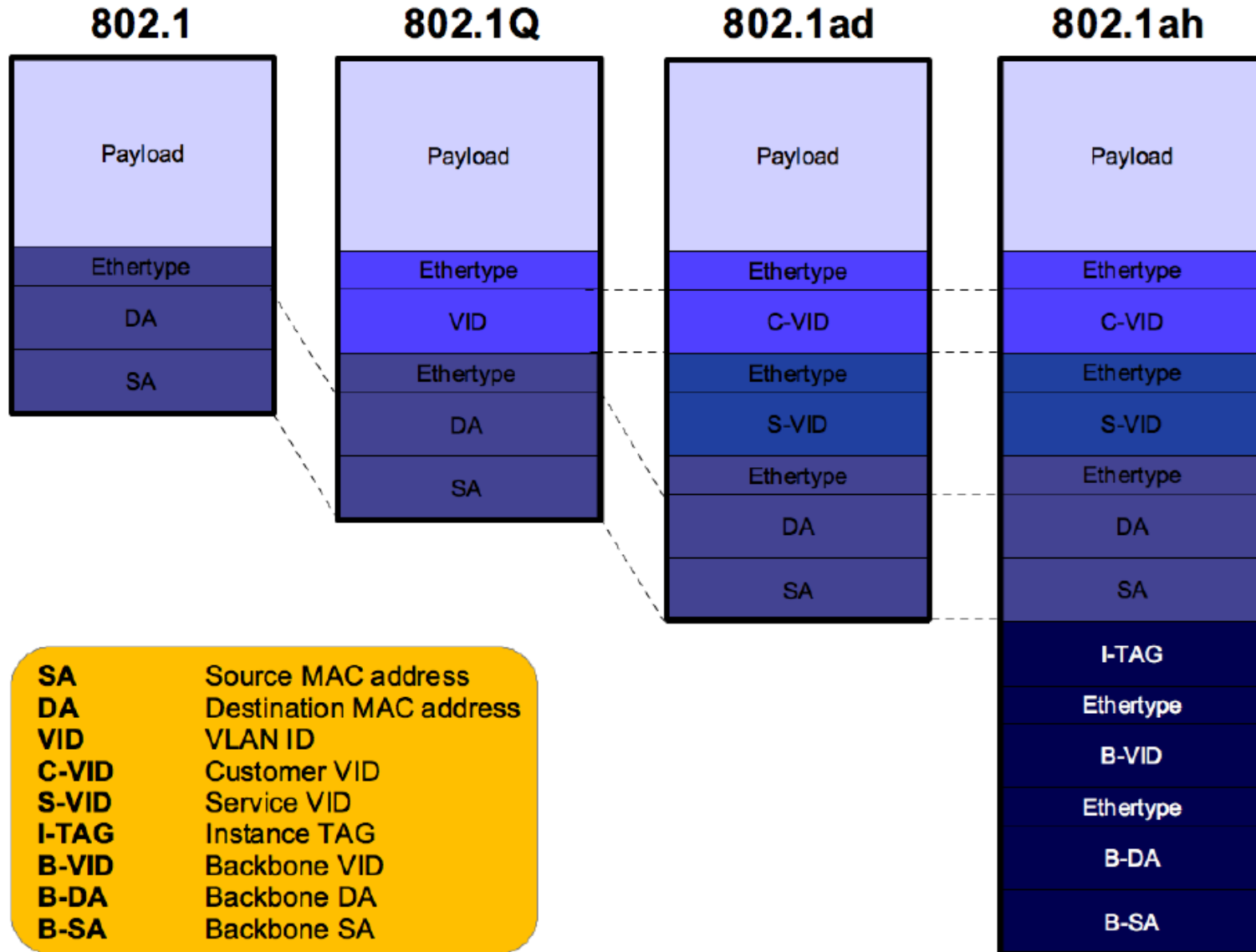


BME-TMIT

- 4K összekötött többesadós hálózat
- Egyedi Szolgáltatás ID
  - (LAN = I-SID)
- A csomagtovábbítás a megszokott L2 tanuló bridge alapú a MAC DA/SA alapján B-VID szinten és xSTP a hurkok elkerülésére
- A szolgáltatások engedélyezése egyszerű mert az I-SID társítás hasonlít az S-VID beállításához
- Skálázhatóság
  - Maszív szolgáltatás skálázhatóság (24-bit)
  - Nincs szükség hogy minden csomópontban beállítsunk egy I-SID-et egy P2P mesh hálózat kialakításához
  - A C-MAC címet megtanulja és B-VID/I-SID alapján társítja



# Összehasonlítás – hozzáadott fejlécek



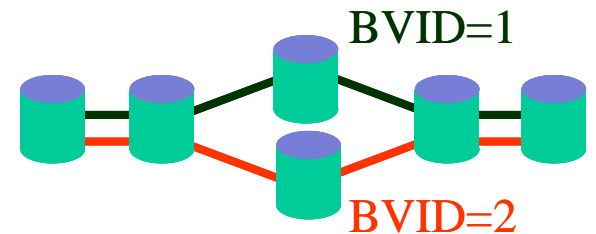
# PB/PBB tények



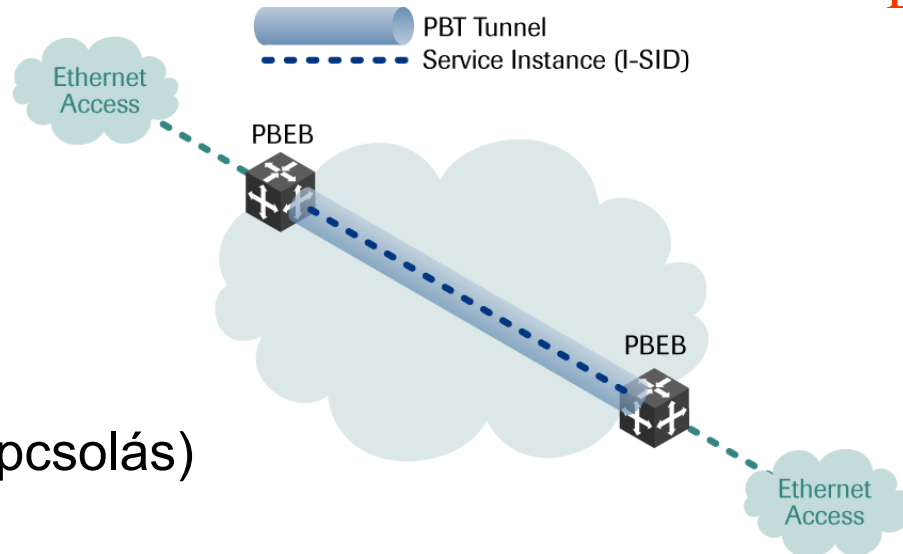
BME-TMIT

- Skálázhatóság megoldva
  - Marad az olcsó Ethernet kapcsolás
- 
- Továbbra sincs Traffic Engineering
  - Védelem/helyreállítás STP alapú
  - Nehézkes a menedzsment 
    - Több szintű VLAN-ok sokasága
    - Nincs hiba- és performancia menedzsment
  - Még mindig nem megfelelő a maghálózatban...

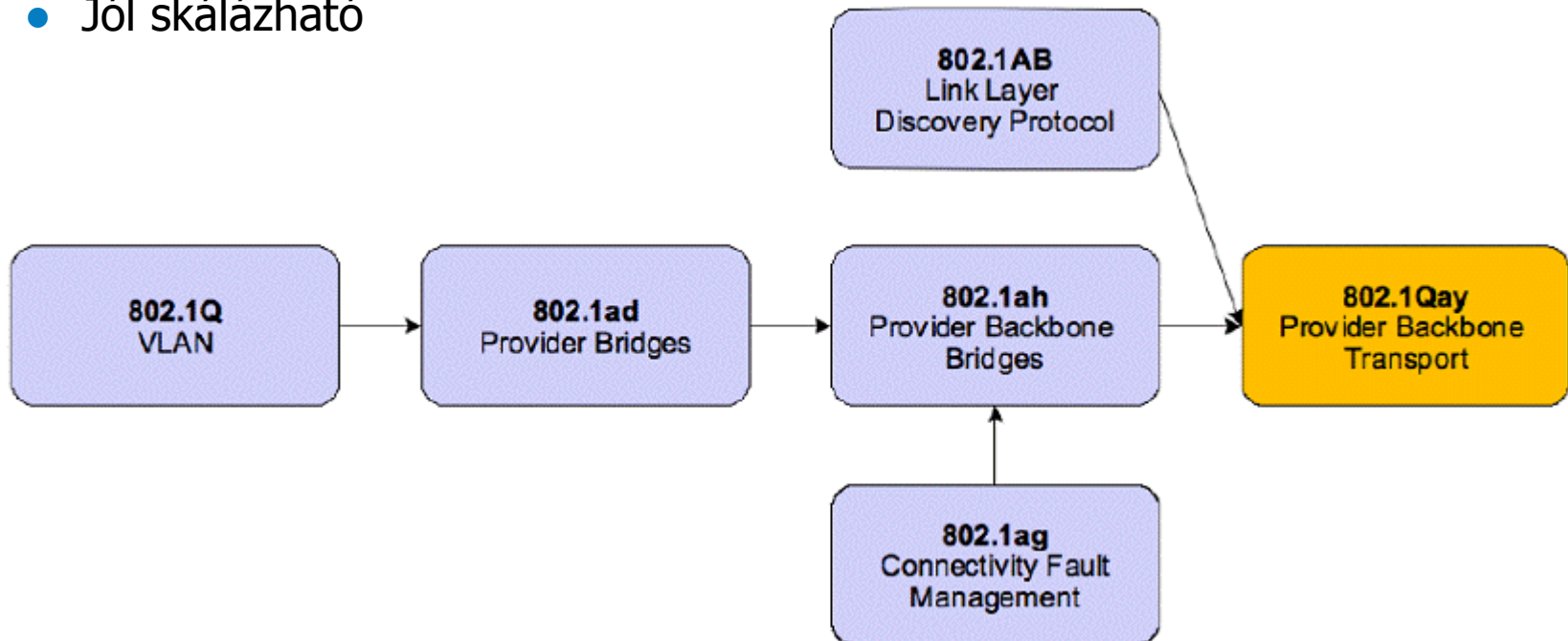
- A cél:
  - marad az Ethernet csomagtovábbítási mechanizmus
  - Lecseréljük a vezérlési síkot (kikapcsoljuk az STP-t és tanulást)
  - Az útvonalakat a hálózatban előre beállítjuk  
= Traffic Engineering - Ethernet



- Amit kapunk:
  - Pont-pont tunnelek
  - Traffic Engineering
  - Védelem (védelmi kapcsolás)



- Provider Backbone Transport – IEEE 802.1Qay
  - Nortel kezdeményezte
  - A PBB-re épül
- Újrahasznosítja a meglévő technológiákat
  - Determinisztikus QoS-t nyújtó szolgáltatás a cél
  - Jól skálázható

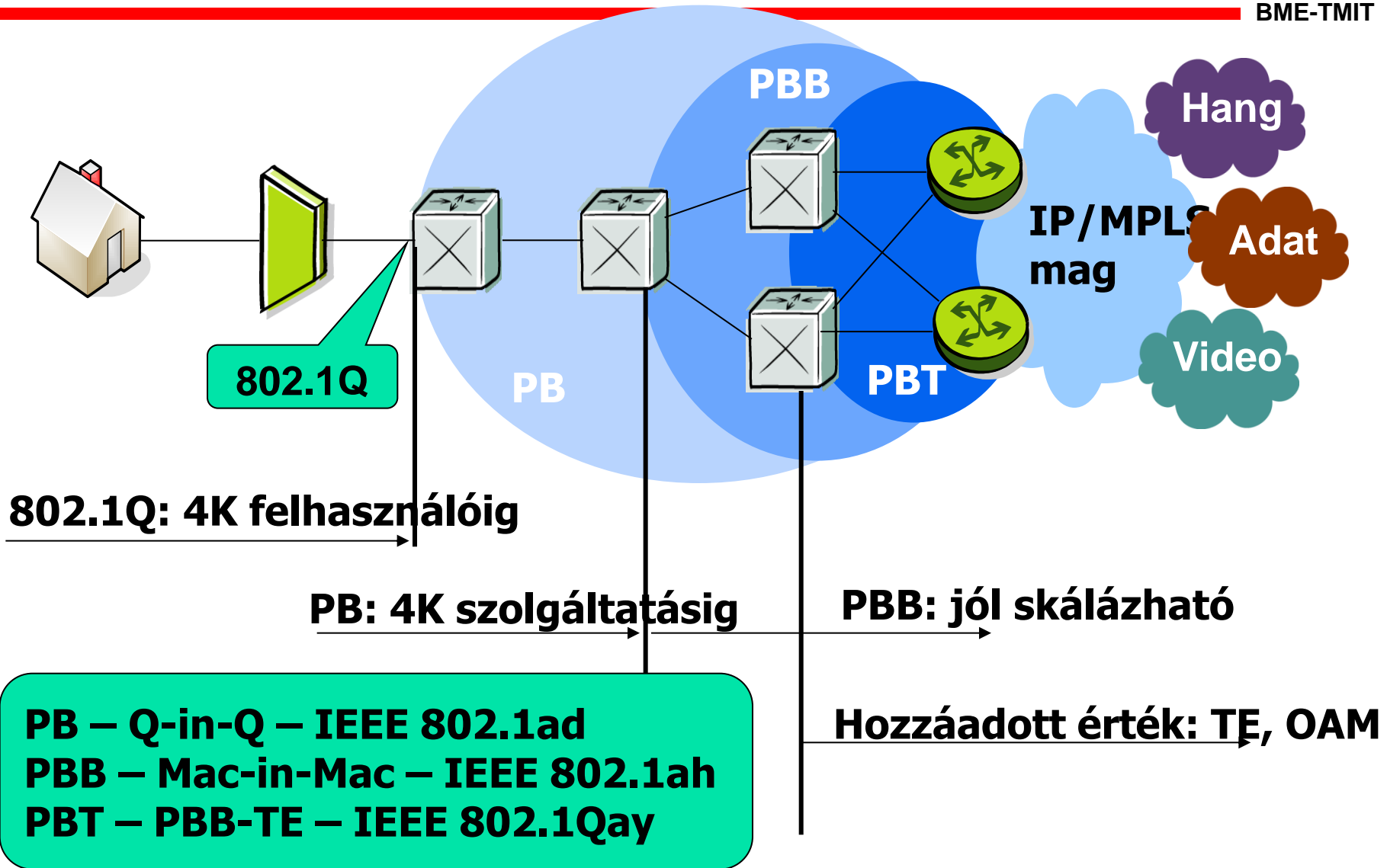




# Ethernet Transzport technológiák alkalmazása



BME-TMIT



# MPLS alapú átvitel



Budapest University of Technology and Economics

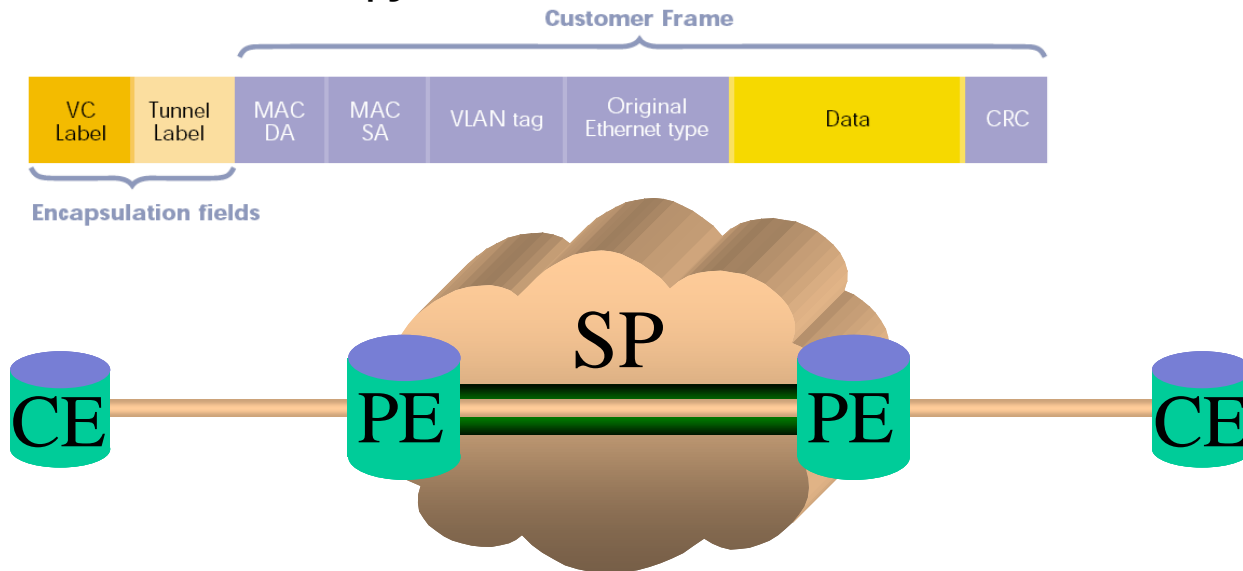


Department of  
Telecommunications and Media Informatics

# MPLS Pseudowire - VPWS



- Ethernet p2p kapcsolatot tesz lehetővé
  - Az IETF pwe3 csoport dolgozta ki, a draft neve alapján Martini – enkapszulációnak is nevezik
  - Az MPLS címke is beágyazott, egy UNI-n belül több virtuális kapcsolatot megkülönböztetve (VC)
  - A tunnel címke alapján továbbítódik a hálózatban

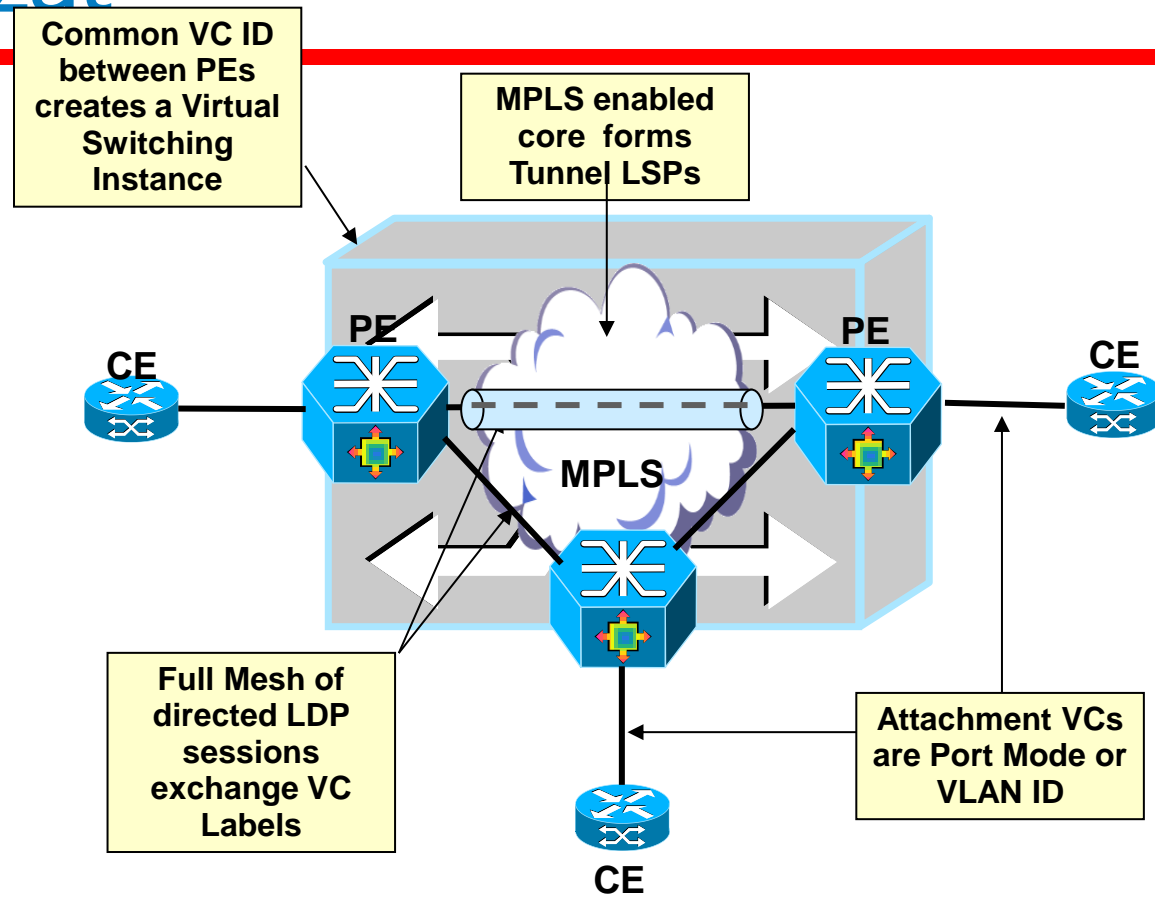


- A megoldás örökli az MPLS összes jó tulajdonságát:
  - Traffic Engineering, Védelem, OAM

# VPLS hálózat



BME-TMIT

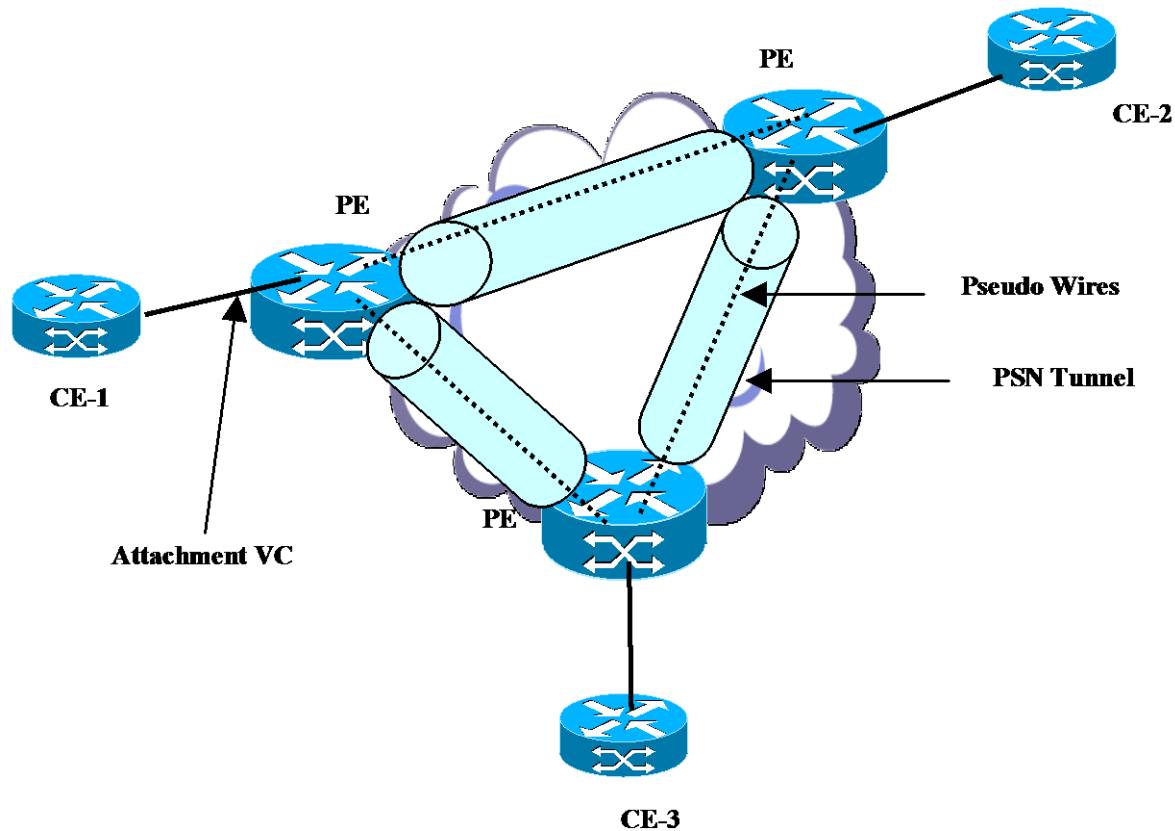


**Customer Edges (CE):** kliens oldali eszköz, tipikusan Etherneten csatlakozik  
**Provider Edges (PE):** itt található a VPLS intelligencia, kezdő/végső pont  
**Core:** csak a továbbításban vesz részt

# VPLS rendszer példa



BME-TMIT



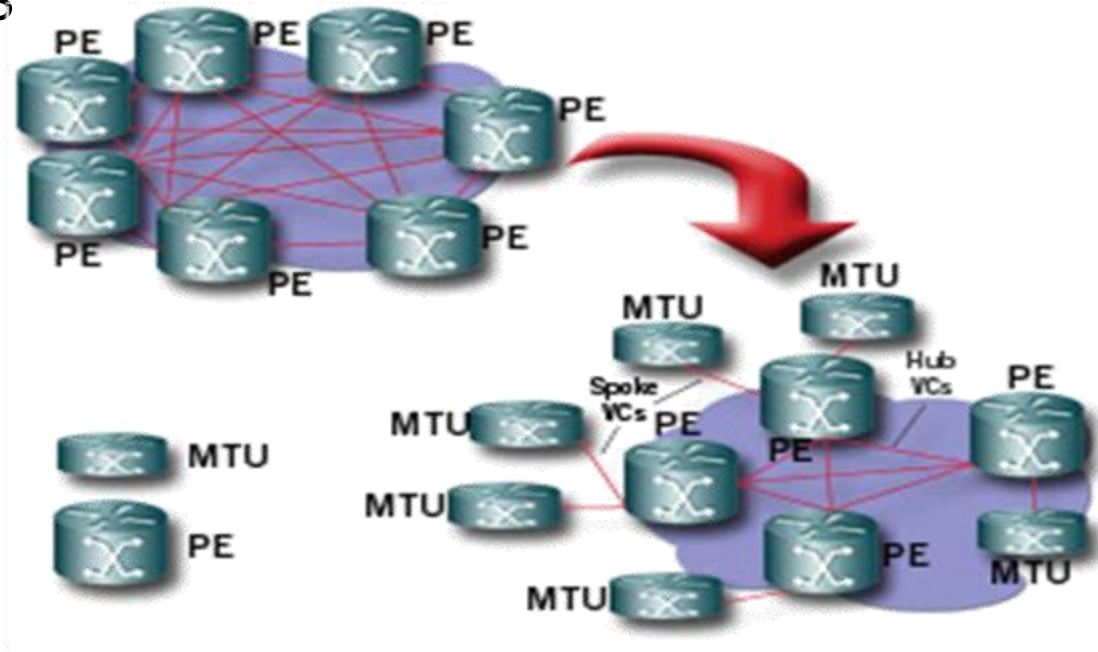
**Full Mesh alagutak a PE-k között  
- nem feltétlen fizikai, sőt!  
PE-k egy virtuális bridge-t mutatnak a CE-k felé**

- VPLS instance : Service-identifier (Svc-id)
- Full mesh tunnelek kialakítása
  - Célzott LDP üzenetekkel
- Csomag továbbítás: tanuló bridge
  - Ismeretlen cél: broadcast az összes tunnelre
  - Split-horizon: soha nem továbbít oda, ahonnan érkezett – a hurkok ellen

# VPLS skálázhatóság - hierarchia

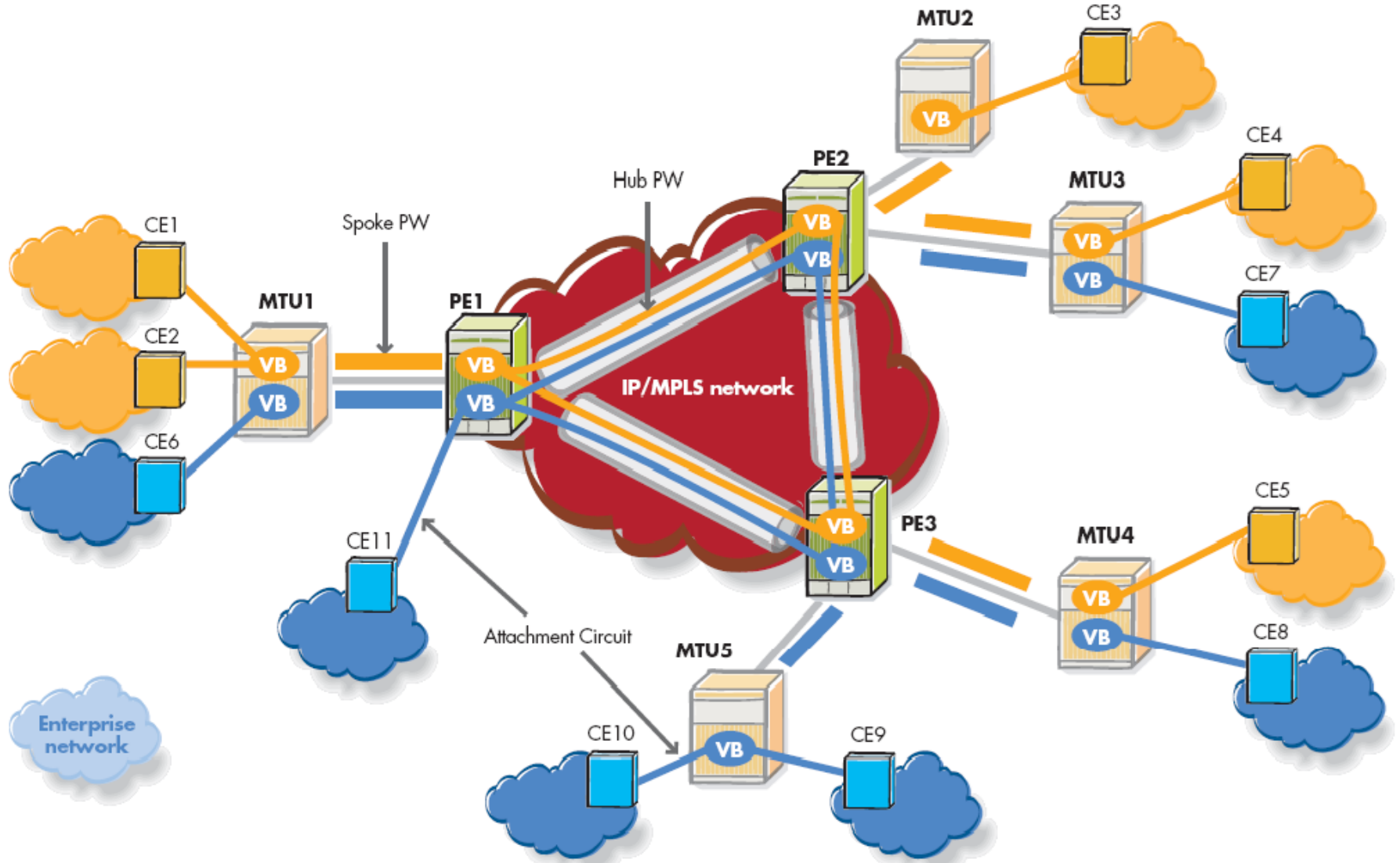
- MTU - Multi-Tenant Unit: több felhasználó által bérelt eszköz, bridge
- MTU-ig kiterjeszhető a VPLS

- MAC/VLAN skálázhatóság megnő
- Komplexebb MTU



- Hierarchikus VPLS
  - PE-k között „HUB” pseudowire-k (hub PW)
  - MTU-PE között „spoke” PW
    - Spoke PW lehet QiQ, MPLS, ...

# Hierarchikus VPLS





# VPLS jelzés és automatikus felderítés



ME-TMIT

VPN  
felderítés

Központosított  
DNS, LDAP, Radius, Directory Services

Elosztott  
BGP

Jelzés

Címke kiosztási  
Protokoll (LDP, BGP)

- VPLS megköveteli a full-mesh LSP-k kihúzását a PE-k között egy adott VPLS instance számára:
  - Manuális eljárás (statikus beállítás)
  - Menedzsment rendszerek (NMS/OSS alapú beállítás)
  - Jelzési protokollok:
    - LDP (“Lasserre-V. Kompella” draft, a legtöbb gyártó által támogatva)
    - BGP (“Kompella” draft, kevesen támogatják)
    - other (Radius, DNS, etc.)

VPLS javaslat	Automatikus felderítés	Jelzés / címke kiosztás
Draft Kompella VPLS	BGP	BGP
Draft Lasserre-Vkompella VPLS	Nincs (több lehetséges opció)	LDP

# VPLS és H-VPLS skálázhatóság



- PW kapcsolatok az MPLS vezérlő sík által kihúzva
- A Hub-and-Spoke csökkenti a full-mesh PW igényét
- A szolgáltatások számának növekedésével a MAC tábla mérete és a PW-k száma közt egyensúlyt kell teremteni

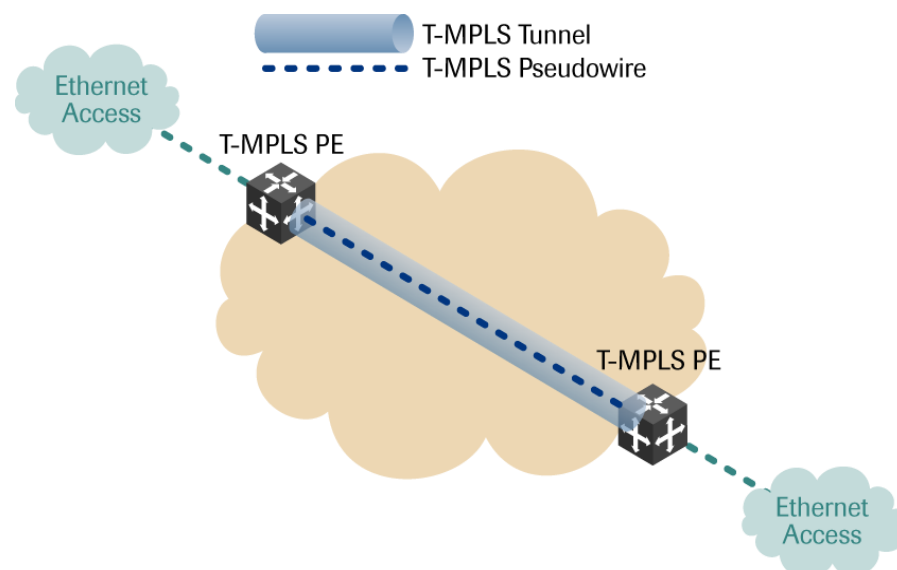
	Services	PEs	MTU-s	PW mesh	MACs (1K per service)
VPLS	512	64	-	1M	512K
H-VPLS	512	16	256	60K	512K
	8,192	16	256	1M	8M

# Vissza az áramkör kapcsoláshoz: T-MPLS



BME-TMIT

- Transport-MPLS
- **Kimondottan kapcsolat orientált alcsoportja az MPLS-nek**
- Az ITU-T szabványosítja
  - Az MPLS egy része, amely a p2p kapcsolatok kezeléséhez szükséges
- arra helyezi a hangsúlyt, hogy az IP menedzsmentet eliminálva az MPLS megoldások menedzsmentjét leegyszerűsítse
- Fő szempontok
  - Védelem: 50ms
  - Traffic Engineering
  - Garantált SLA
  - OAM: hiba és performancia menedzsment



# “Carrier Ethernet” szolgáltatások - összehasonlítás

BME TMIT

	VPLS	H-VPLS	T-MPLS	PBB	PBT	PBT-LAN
Ethernet Services	P2P, LAN	P2P, LAN	P2P	P2P, LAN	P2P	P2P, LAN
Tunnel Scale (N=PE nodes)	N up to $N! / 2*(N-2)!$	N up to $N! / 2*(N-2)!$	Service count	4K Flood Domains	2 * Service Count	$N! / 2*(N-2)!$
Pseudowire Scale	$N! / 2(N-2)! *$ Services	$N! / 2(N-2)! *$ Services	Service count	N/A		
Service Scale	100s	1000s	1M	16M		
Protection	FRR	FRR	Y.1720 Y.mrps	xSTP	In-Tunnel CCM	In-Tunnel CCM
Dual Homing	Yes			No	Yes	Yes
Control Plane	OSPF/IS-IS w/ RSVP-TE and LDP		GMPLS	xSTP only for Loop Prevention	<i>Future</i> OSPF/IS-IS w/ RSVP-TE	<i>Future</i> OSPF/IS-IS w/ RSVP-TE
Split Horizon Forwarding	Yes		No	No		Yes
OAM	Virtual Ping Virtual Traceroute BFD			Virtual Ping Virtual Traceroute CFM		

- Pont-Pont kapcsolat
- Generic Framing Procedure (GFP)
  - Szabvány az első és második rétegbeli protokollok Sonet/SDH keretezésére
- Virtual Concatenation (VCAT)
  - Az SDH sávszélesség felosztása virtuálisan
  - Link Capacity Adjustment Scheme (LCAS)
    - Elősegíti a dinamikus sávszélesség kiosztást a VCAT segítségével

- Az Ethernet alapú szolgáltatások gyorsan fejlődnek
  - Szabványosítás
  - Alkalmazás
- Több, egymással versenyző technológia van az Ethernet szolgáltatások átvitelére
  - MPLS és Ethernet alapú megközelítések
  - Mindkettőnek megvan az előnye-hátránya
- A különböző technológiák arányát/határait a hálózatokban a szolgáltatók fogják eldönteni

# OAM

Operations  
Administration  
Maintenance



Budapest University of Technology and Economics



Department of  
Telecommunications and Media Informatics

- Jelenleg korlátozódik az SNMP alapú lekérdezésekre
- A szolgáltatások megvalósításához szükséges!
  - Ethernet szintű „ping”, „traceroute”
- Szabványosítás folyamatban
  - IEEE 802.1ag – CFM, ITU - Y.17ethoam
  - IEEE 802.3ah – EFM



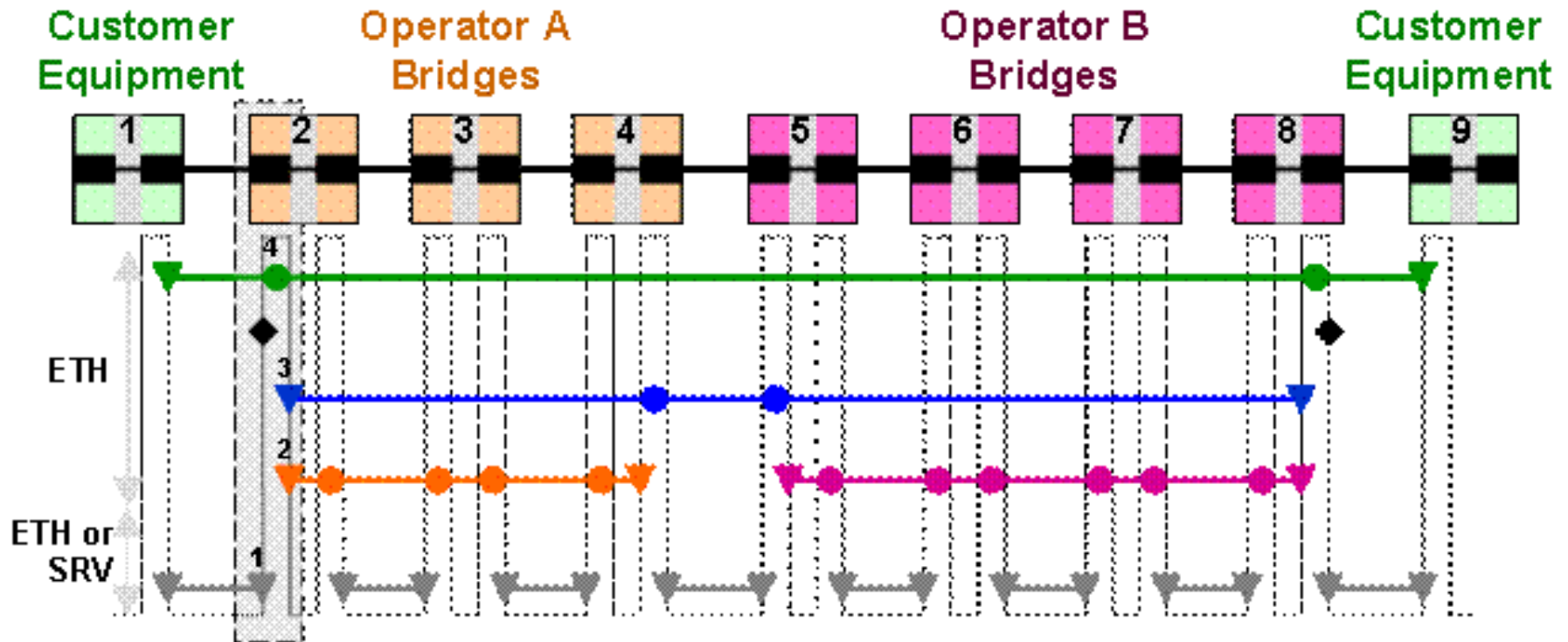


- Link monitorozás
- EVC kapcsolatok folytonosságának ellenőrzése
- Jelentés a hálózati menedzsment felé hiba észlelése esetén
- Alsóbb szintekről érkező redundáns üzenetek szűrése
- Az alapvető eszköztár nyújtása az operátor felé
- STP hiba esetén is működjön!

# OAM Hierarchy



- Maintenance Entities (ME)
  - MEP – mgmt. endpoint, MIP – intermediate
  - Különböző szintek a menedzsmentben



- Hiba menedzsment funkciók
  - A kapcsolati hibák felderítése, ellenőrzése és lokalizálása
- Performancia menedzsment
  - Minőségi hibák felderítése, ellenőrzése és lokalizálása
- Kommunikáció: OAM keretek segítségével
  - Out-of-Band: különálló OAM keretek

- Hiba menedzsment funkciók (CFM)
  - Continuity Check – folyamatos ellenőrzés
    - Az aktuális szolgáltatói szinten
    - SNMP trap– hiba jelentés
  - Loopback
    - Ellenőrzés, IP megfelelő: ping
  - Link Trace
    - lokalizálás, IP megfelelő: traceroute



- Performancia menedzsment
  - Különböző metrikák mérését teszik lehetővé
- Performancia mérések:
  - Frame Loss (FL),
  - Frame Delay (FD),
  - Frame Delay Variation (FDV),
  - Availability
- Folytonos mérés: Frame Loss

# Köszönöm a figyelmet



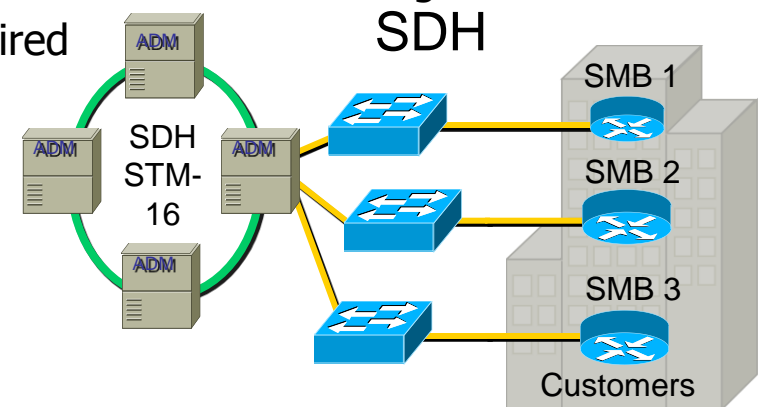
Budapest University of Technology and Economics



Department of  
Telecommunications and Media Informatics

- “Some” development was required
  - G.7041: GFP (Generic Framing Procedure) = protocol agnostic frame container
    - two mapping modes: frame mapped GFP (one MAC PDU in one GFP frame), transparent GFP (into fixed length GFP frame)
  - G.707: VCAT (Virtual Concatenation) = better bandwidth granularity
    - bond any number of noncontiguous VCs as a single flow (Virtual Concatenation Group: VCG)
    - Similar to the concept of IMA (Inverse Multiplexing for ATM)
  - G.7042: LCAS (Link Capacity Adjustment Scheme) = dynamic bandwidth settings
    - signaling method for dynamically add and remove members of a VCG
    - also useful for fault tolerance and protection
    - Similar to the concept of IMA (Inverse Multiplexing for ATM)
    - Many open points in the standard, rarely implemented, interworking problematic
- Ethernet frames are mapped into VCs (VC-12, VC-3, VC4)

- SDH protections mechanisms can be used (ring topology, APS, etc.)
- P2P by nature of SDH
  - A tag (e.g. VLAN or MPLS) can be used to overcome this limitation and share bandwidth between customers
  - MP2MP
    - Currently very limited implementations
    - VPHS (Virtual Private Hub Service) = VPLS without MAC learning
    - VPLS like mechanisms and solutions required
- Using MPLS results in same solution as VPWS/VPLS



Protected SDH Ring w/ Ethernet interfaces