

Ethernet

L2VPN Szolgáltatások

Moldován István



- Ethernet: jelen és jövő
- Alapvető mechanizmusok
- Ethernet szolgáltatások és megvalósításuk
- Helyreállítás, Traffic Engineering és Védelem
- Operations, Administration, Maintenance (OAM)
- Összefoglalás

- Szélesebb körű elterjedése várható
 - MAN - Metro Ethernet
 - First mile: EPON, GPON
- „Carrier grade” követelmények:
 - Skálázhatóság: sok(száz) ezer felhasználó
 - Helyreállítás, Védelem: nagy elérhetőség (5x9), 50ms
 - Szolgáltatás Menedzsment (OAM)
 - QoS támogatás: SLA, garancia
 - Biztonság
- Ethernet alapú szolgáltatások
 - Szabányosítás folyamatban

- MEF: szolgáltatások – felhasználó oldalról
- ITU-T: szolgáltatások – hálózat szemszögből, helyreállítás és védelem
- IEEE: Felsőbb rétegbeli funkciók: Ethernet OAM, szolgáltatói kapcsolók, EPON
- IETF: Ethernet over MPLS (Ethernet wire) és VPLS (Virtual Private LAN Service)
- EU projektek
 - MUSE

- Ethernet: jelen és jövő
- **Alapvető mechanizmusok, VPN-ek**
- Ethernet szolgáltatások és megvalósításuk
- Helyreállítás, Traffic Engineering és Védelem
- Operations, Administration, Maintenance (OAM)
- Összefoglalás

- Virtual Private Network (VPN)
- Két alapvető típus
 - User-space VPN
 - Provider Provisioned VPN (ppvpn)
- Mindkettő a hálózat erőforrásainak költséghatékony kihasználását célozza

- A szolgáltató a saját infrastruktúráját osztja meg több virtuális hálózatot létrehozva
- A szolgáltatás biztonságos adatátvitelt biztosít a felhasználó számára
 - A titkosítást vagy forgalom elkülönítést a szolgáltató biztosítja
 - A szolgáltató garantálhatja a szolgáltatásban leírt minőséget is

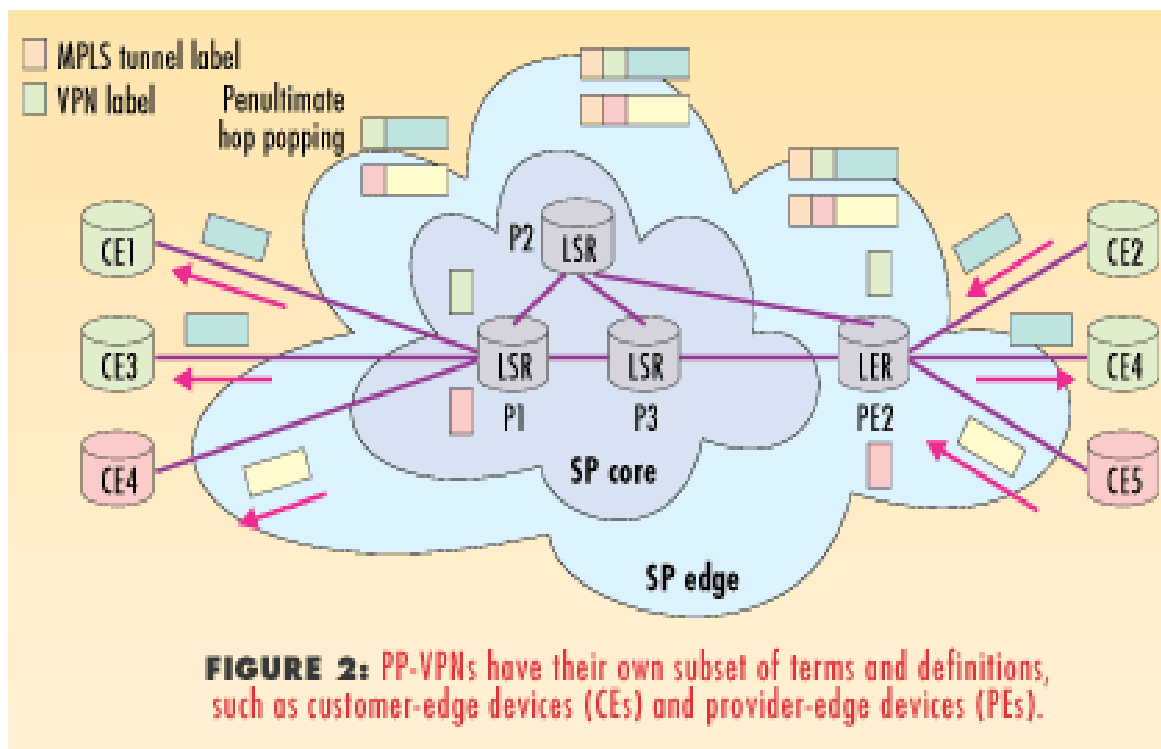
- Bérelt vonal – nem költséghatékony
- Internet – olcsó kommunikáció
 - Nem biztonságos!
- Megoldás: biztonságos kapcsolat kialakítása az Interneten kódolt alagutak használatával
 - Egy vagy több kliens használhat egy alagutat
 - A biztonságot a kódolás adja
 - Minőségbiztosítás az Internet szolgáltatótól függ...

VPN - megvalósítás



BME-TMIT

- Különböző szintű alagutazási technológiával oldható meg
 - Akár az 1, 2 és 3. rétegben
- Legelterjedtebbek:
 - L2TP, GRE, MPLS : PPVPN
 - IPSec, SSL/TLS: user



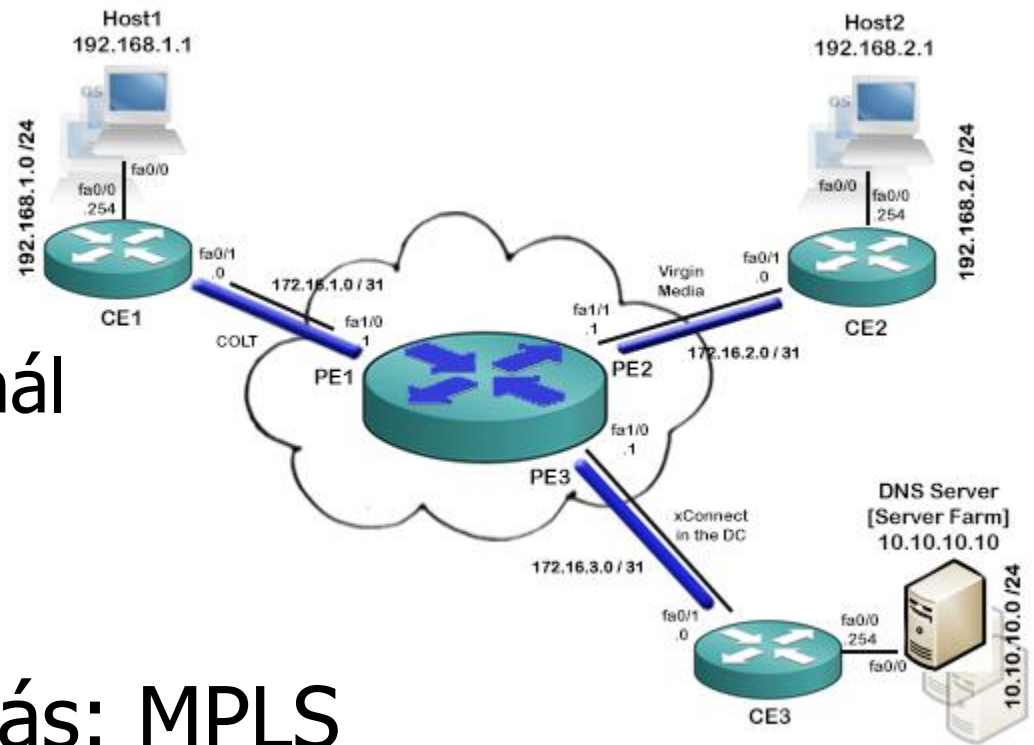
- Multiprotocol Label Switching
 - Címke alapján továbbítja a csomagokat
 - A címkék által meghatározott utat követik
 - Traffic Engineering
- A címkék által meghatározott út: LSP
 - Az LSP kialakítását 3 protokollal végezhetjük
 - LDP
 - RSVP-TE
 - BGP
 - Az LSP-k: tunnelek, segítségükkel kialakítható a VPN

- 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

L3 VPN



- A végpontok úgy látják, mintha egy routeren lennének
 - IP konfiguráció szükséges
 - Úgy a kliensnél mint a szolgáltatónál
 - IP kommunikáció
- Tipikus megvalósítás: MPLS



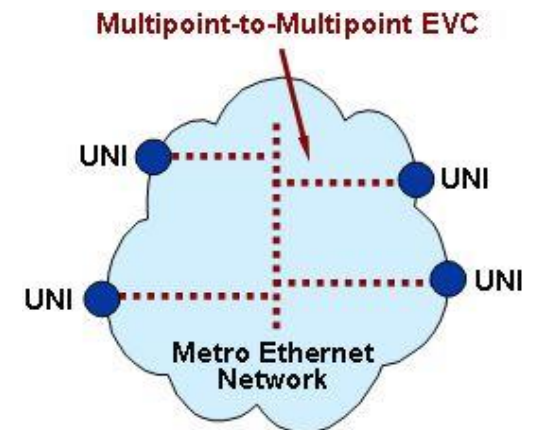
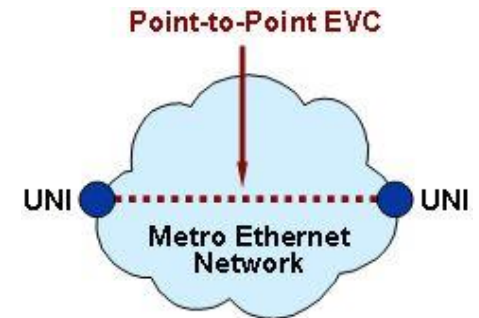
- Ethernet: jelen és jövő
- Alapvető mechanizmusok
- **Ethernet szolgáltatások és megvalósításuk**
- Helyreállítás, Traffic Engineering és Védelem
- Operations, Administration, Maintenance (OAM)
- Összefoglalás

Ethernet szolgáltatások



BME-TMIT

- **E-Line** (MEF) [ITU: Ethernet Virtual Private Line **EVPL**, IETF: Virtual Private Wire Service, **VPWS**]
 - Bérelt vonali szolgáltatás
 - Pont-pont kapcsolat
- **E-LAN** (MEF) [ITU: Ethernet Virtual Private LAN **EVPLAN**, IETF: Virtual Private LAN Service, **VPLS**]
 - Virtuális LAN szolgáltatás
 - Multipont-multipont
- **UNI**-kapcsolódási pont
 - Virtuális kapcsolat - EVC



Forrás: MEF

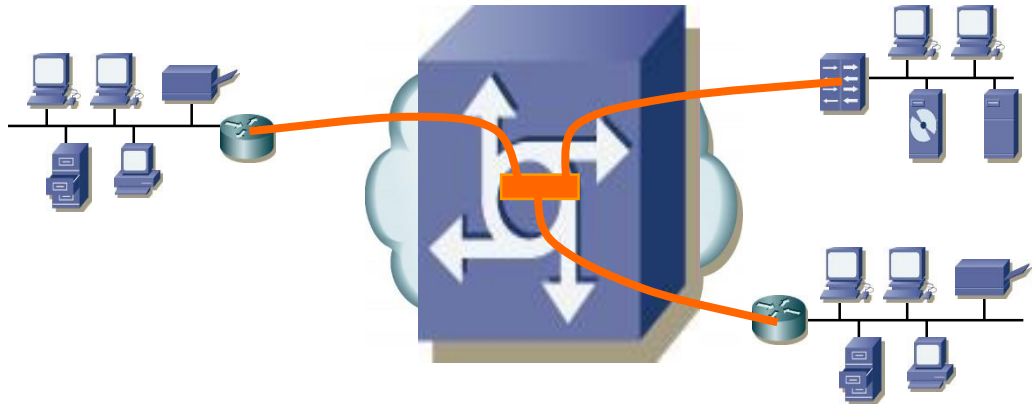
Mi is a "LAN-like Ethernet service"?

L2 VPN definíció



BME-TMIT

- L2 VPN: több site összekapcsolása L2 szinten
- Felhasználói oldalról
 - all sites appear to be connected to a single Ethernet-Switch/Segment
 - no L2 protocol conversion between LAN/WAN
 - no knowledge required on WAN technologies (e.g. FR)
 - complete control and freedom of routing (IP, IPX, AppleT, DecN, etc.)
 - simple to add new sites: no reconfiguration at existing ones
- Szolgáltatói oldalról:
 - logical separation of the existing network resources in order to provide L2 connectivity



Szabványosítás



BME-TMIT



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



I E T F[®]

Pseudowire
Virtual Private LAN Service
Hierarchical VPLS



UNI specifikáció
Szolgáltatás Definíciók
Szolgáltatás specifikációk



UNI specifikáció– szolgáltató oldal
Szolgáltatás Definíciók
T-MPLS

Ethernet szolgáltatások

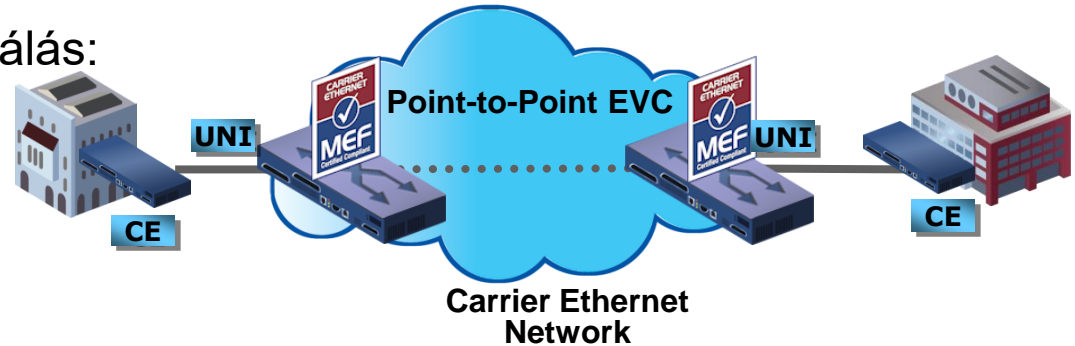


BME-TMIT

E-Line szolgáltatás típus

• E-Line Szolgáltatás – felhasználás:

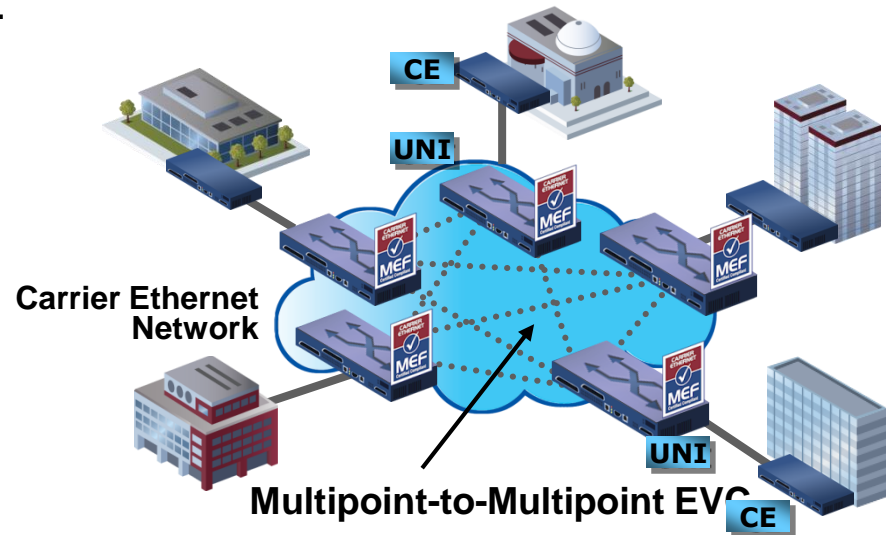
- Ethernet Private Line
- Virtual Private Line
- Ethernet Internet Access



E-LAN szolgáltatás típus

• E-LAN Szolgáltatás – felhasználás:

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



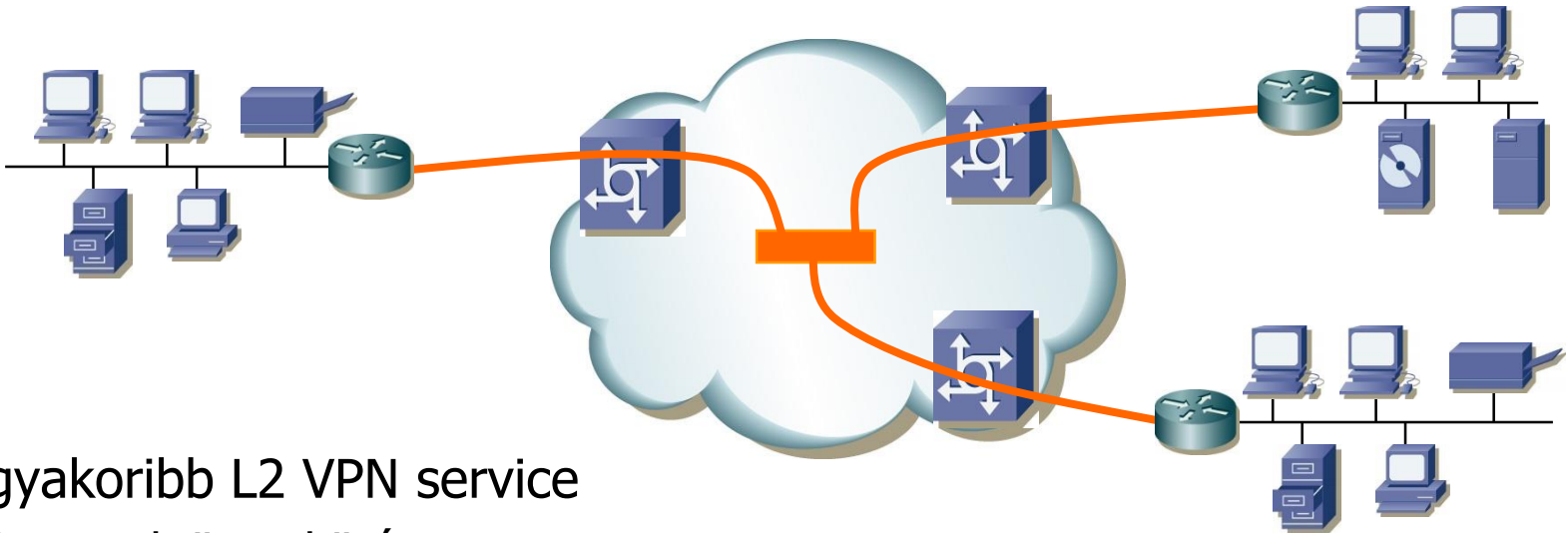
MEF által hitelesített Carrier Ethernet termékek

UNI: User Network Interface, CE: Customer Equipment

Router Inter-connect



BME-TMIT

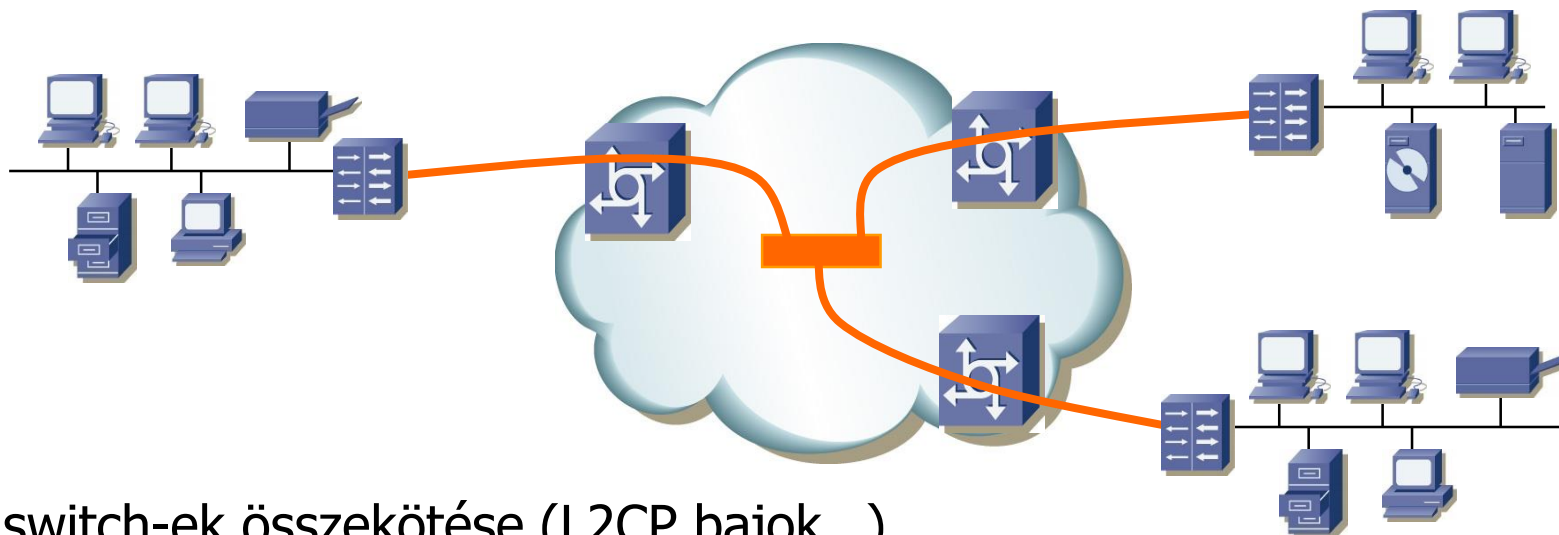


- Leggyakoribb L2 VPN service
 - Routers összekötése
 - A routerek egyértelműen elválasztják a domain-eket
 - Possibility of unnecessary BC/MC eliminated
 - L2CP issues eliminated
 - One MAC address per site
- A legtöbb kliens routereket használ a site-ok összekötésére
 - Well-known módszer
 - Egyszerű konfiguráció

Switch Inter-connect

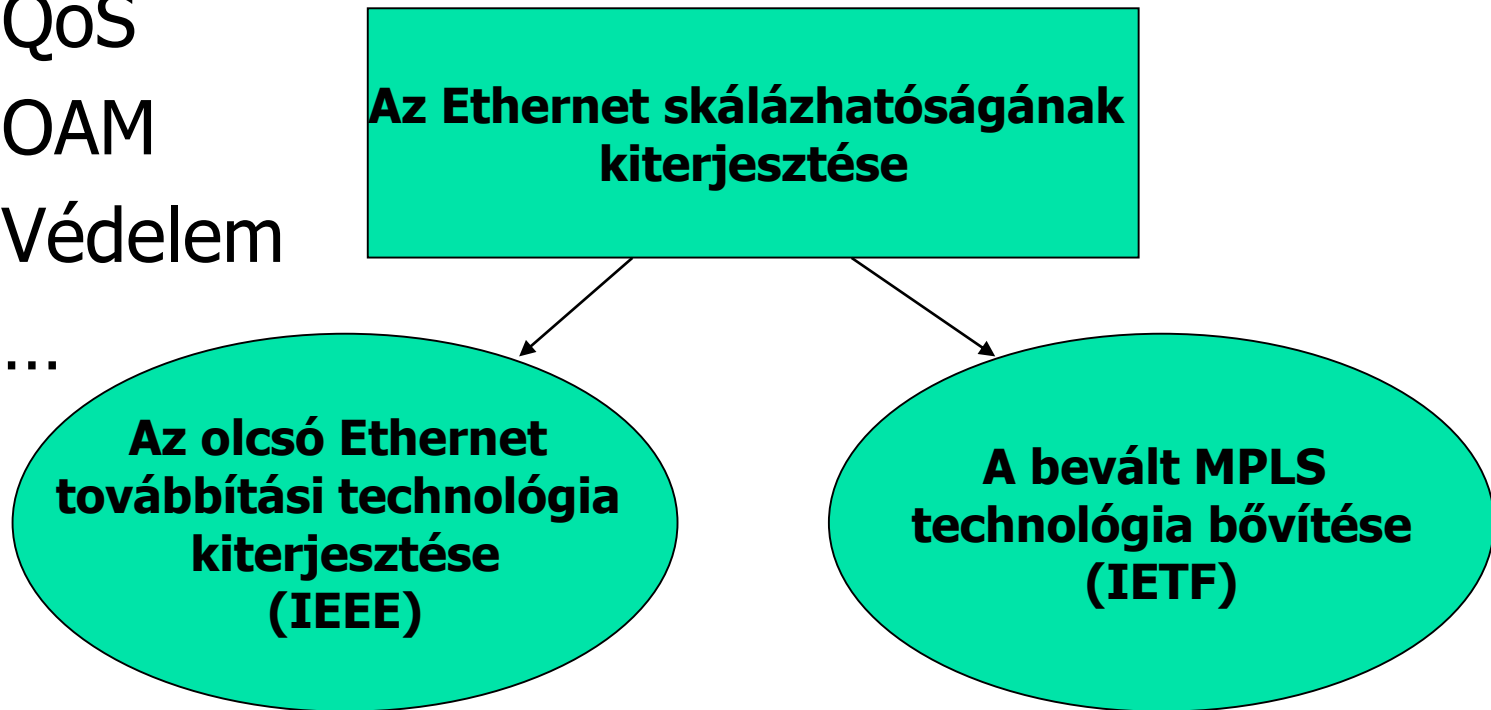


BME-TMIT



- L2 switch-ek összekötése (L2CP bajok...)
- Többszörös MAC címek
 - Skálázhatóság?
 - 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
- Prémium szolgáltatás
 - MAC cím blokkonkénti számlázás

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



Ethernet alapú átvitel



Budapest University of Technology and Economics



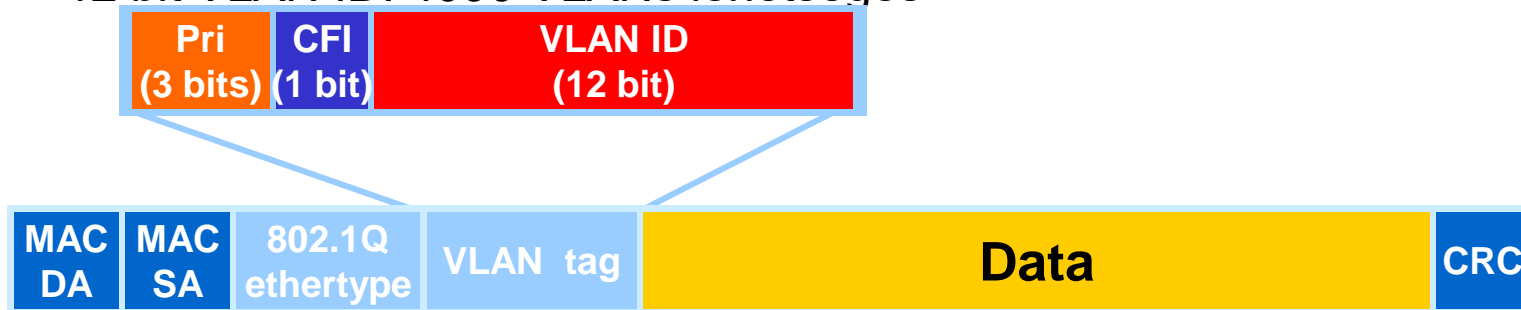
Department of
Telecommunications and Media Informatics

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

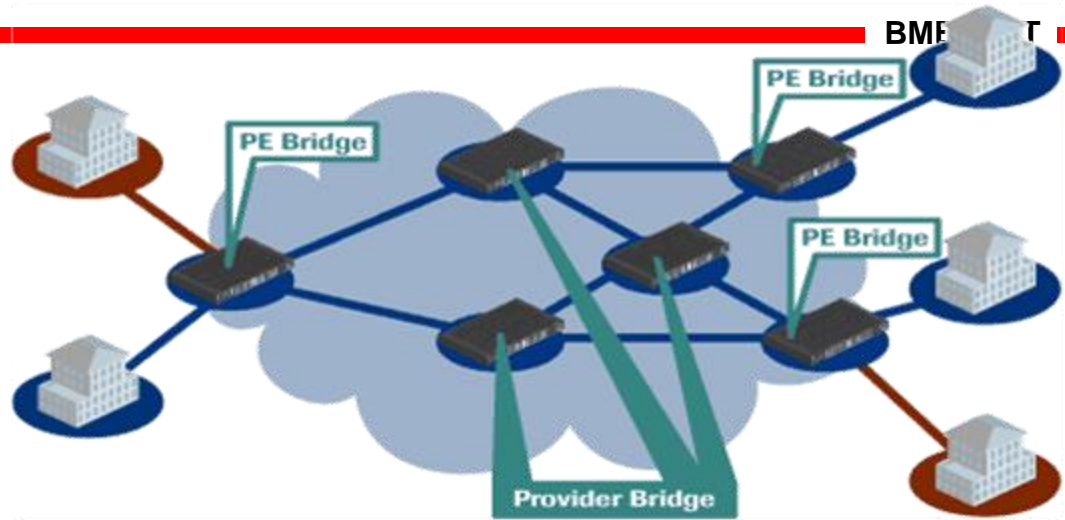
- Q-in-Q néven ismert
- Széles körben elterjedt

- A legelterjedtebb felhasználói interfész

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

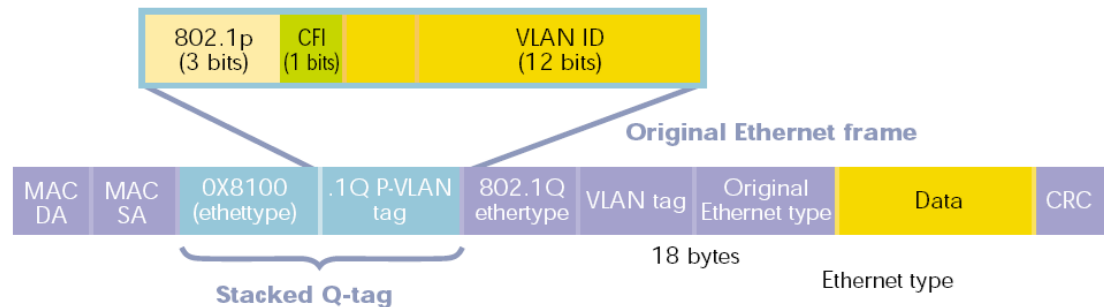
- (S-VID)

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



- Skálázhatóság

- 4K szolgáltatás

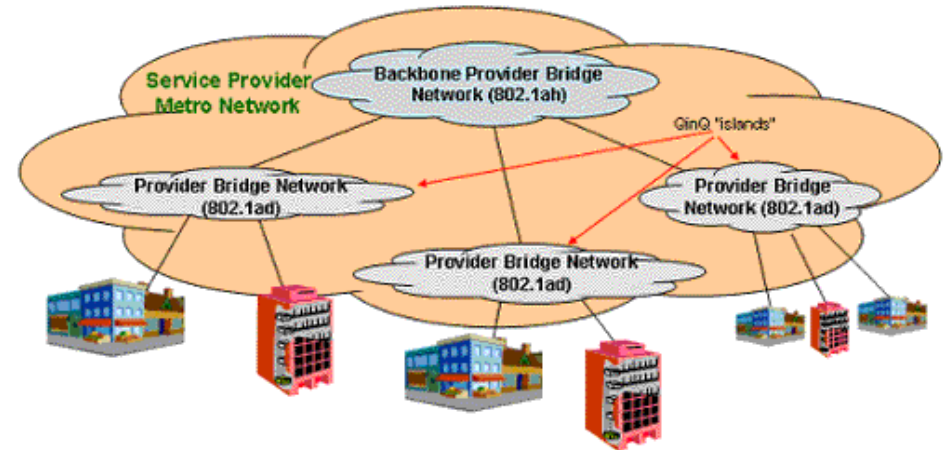
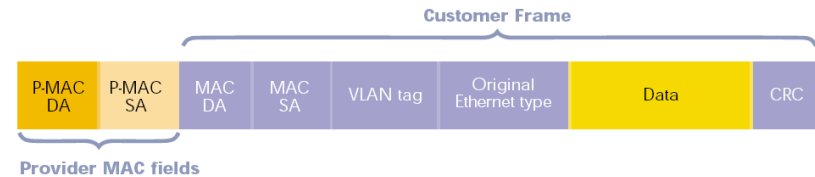


Provider Backbone Bridges

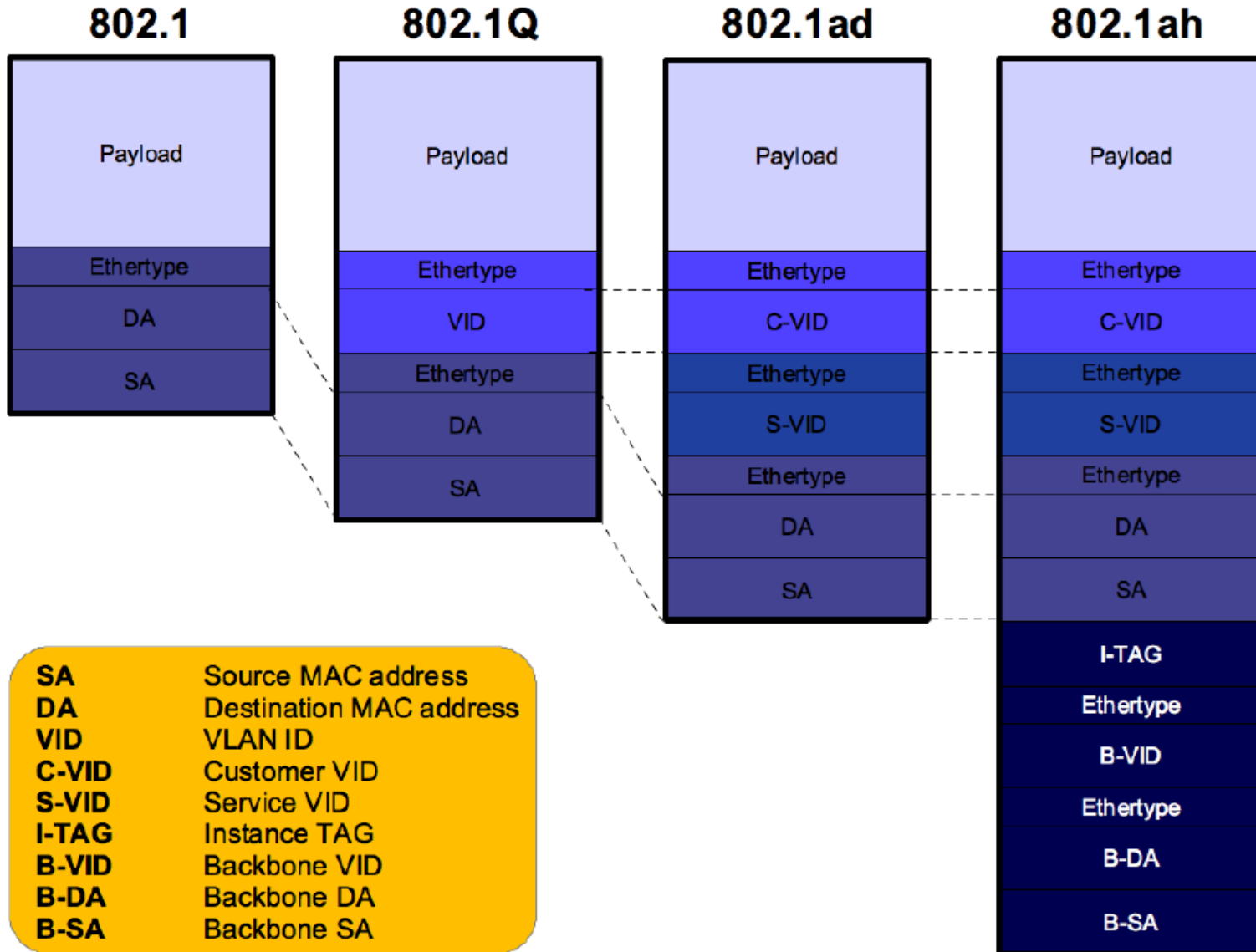


BME-TMIT

- 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



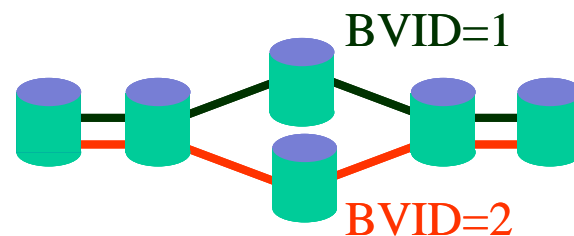
PB/PBB tények



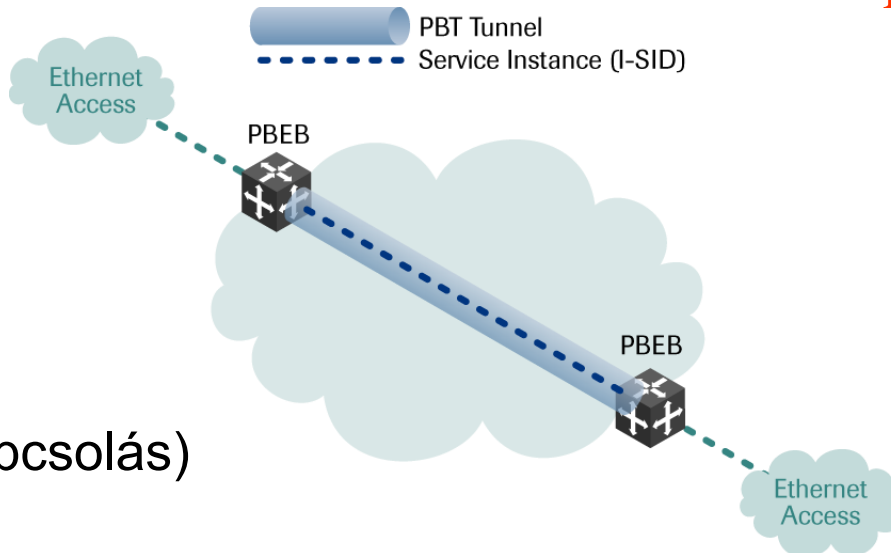
BME-TMIT

- 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...

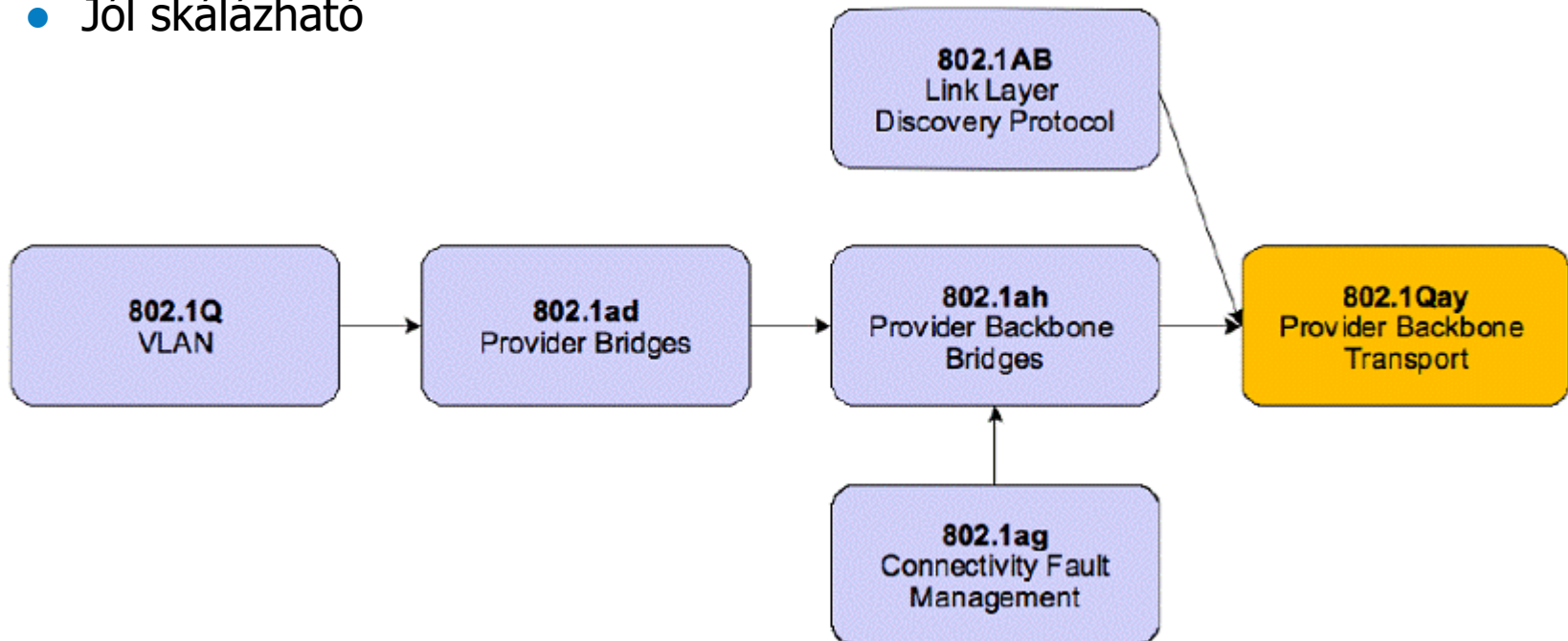
- A cél:
 - marad az Ethernet csomagtovábbítási mechanizmus
 - Lecseréljük a vezérlési síkot (kikapcsoljuk az STP-t és tanulást)
 - Az útvonalakat a hálózatban előre beállítjuk
= Traffic Engineering - Ethernet



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



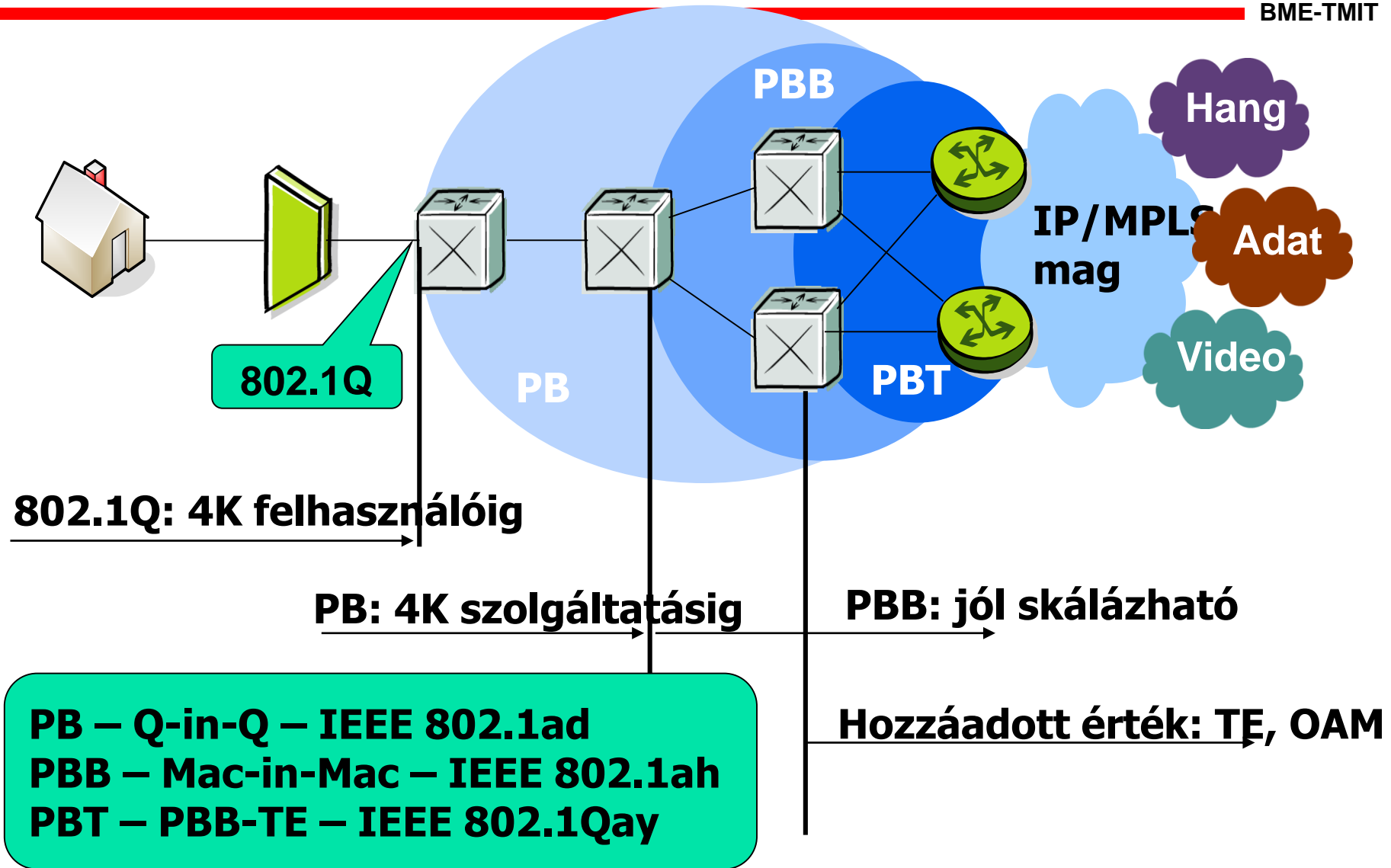
- Provider Backbone Transport – IEEE 802.1Qay
 - Nortel kezdeményezte
 - A PBB-re épül
- Újrahasznosítja a meglévő technológiákat
 - Determinisztikus QoS-t nyújtó szolgáltatás a cél
 - Jól skálázható



Ethernet Transzport technológiák alkalmazása



BME-TMIT



MPLS alapú átvitel



Budapest University of Technology and Economics



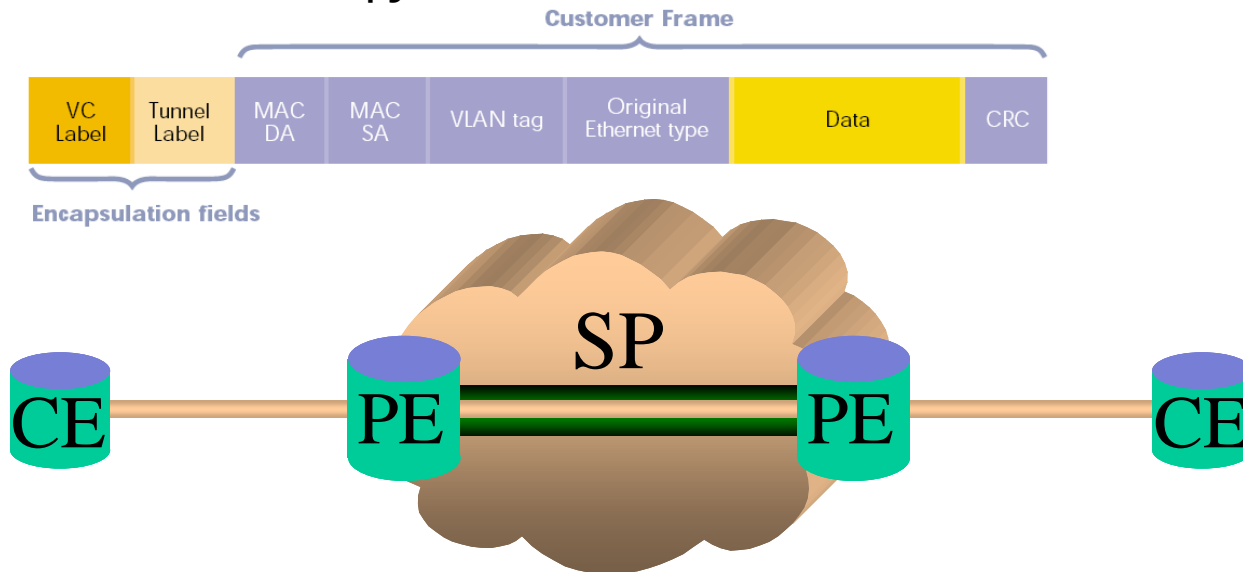
Department of
Telecommunications and Media Informatics

MPLS Pseudowire - VPWS



BME-TMIT

- 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

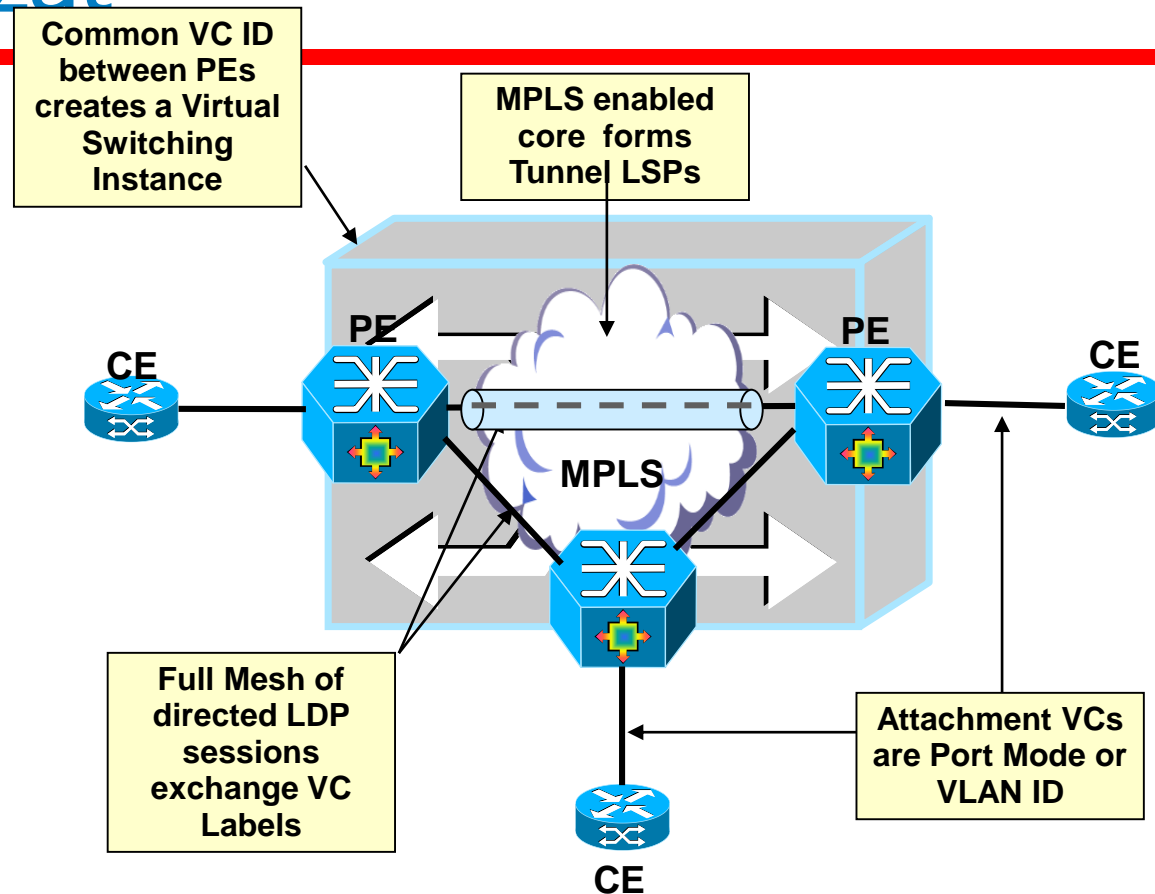


- A megoldás örökli az MPLS összes jó tulajdonságát:
 - Traffic Engineering, Védelem, OAM

VPLS hálózat



BME-TMIT

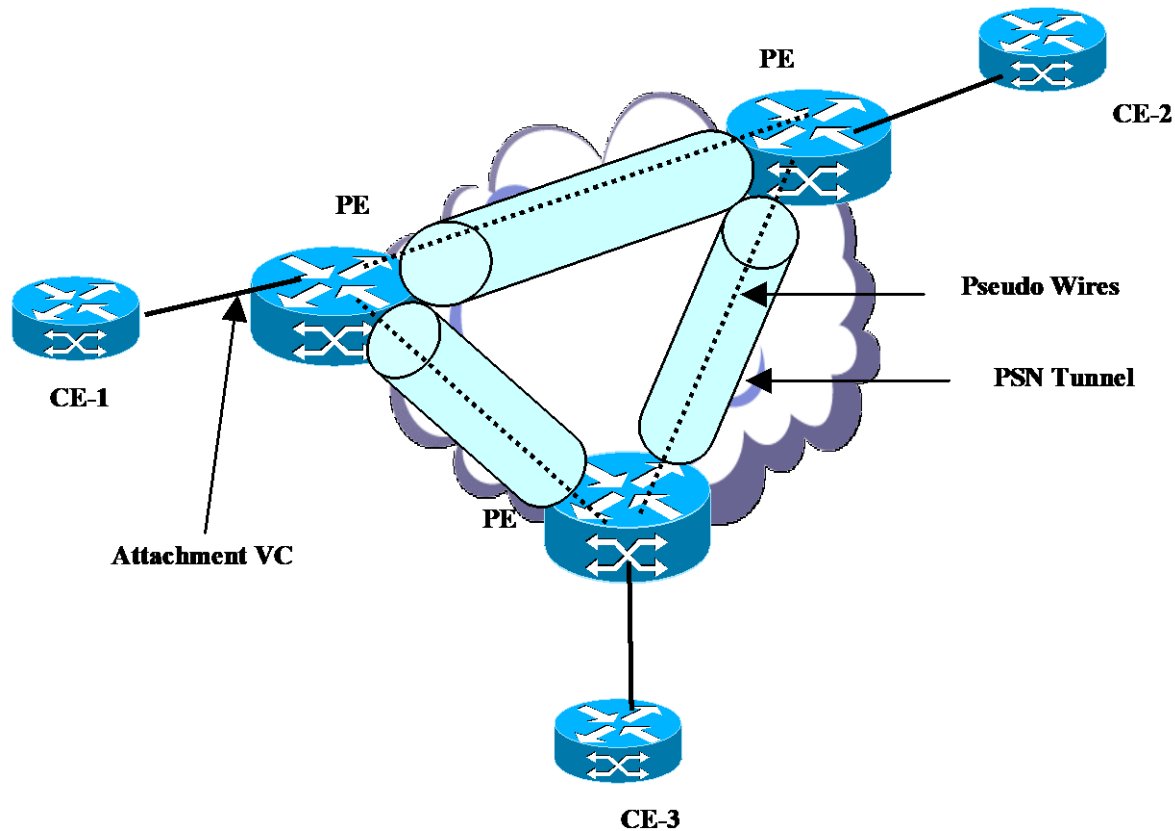


Customer Edges (CE): kliens oldali eszköz, tipikusan Etherneten csatlakozik
Provider Edges (PE): itt található a VPLS intelligencia, kezdő/végső pont
Core: csak a továbbításban vesz részt

VPLS rendszer példa



BME-TMIT



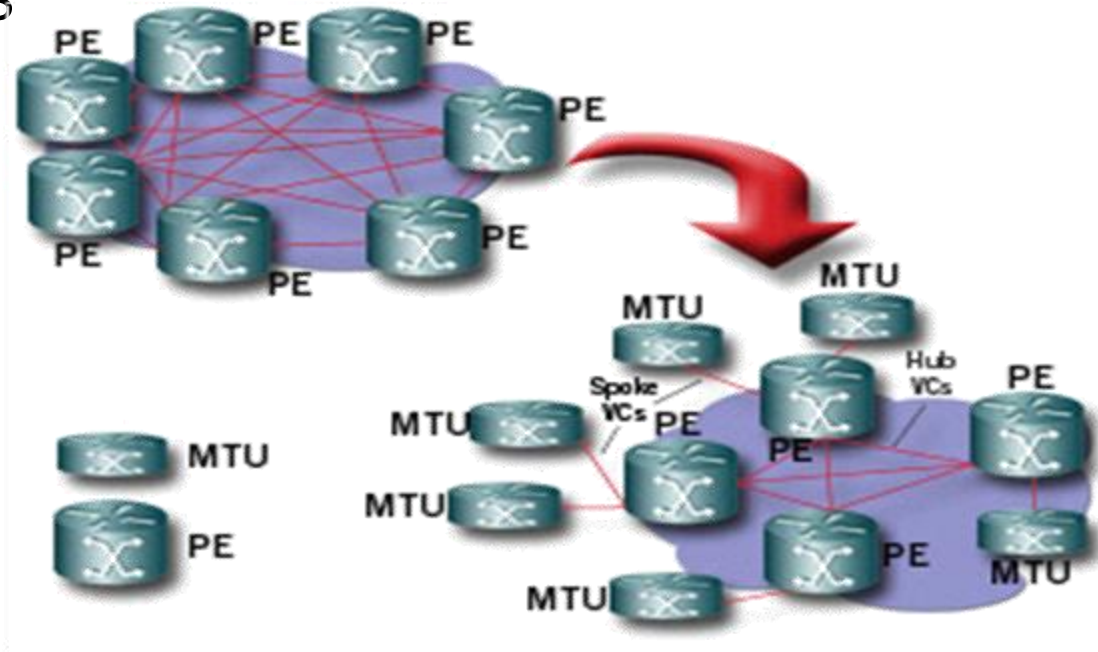
**Full Mesh alagutak a PE-k között
- nem feltétlen fizikai, sőt!
PE-k egy virtuális bridge-t mutatnak a CE-k felé**

- 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

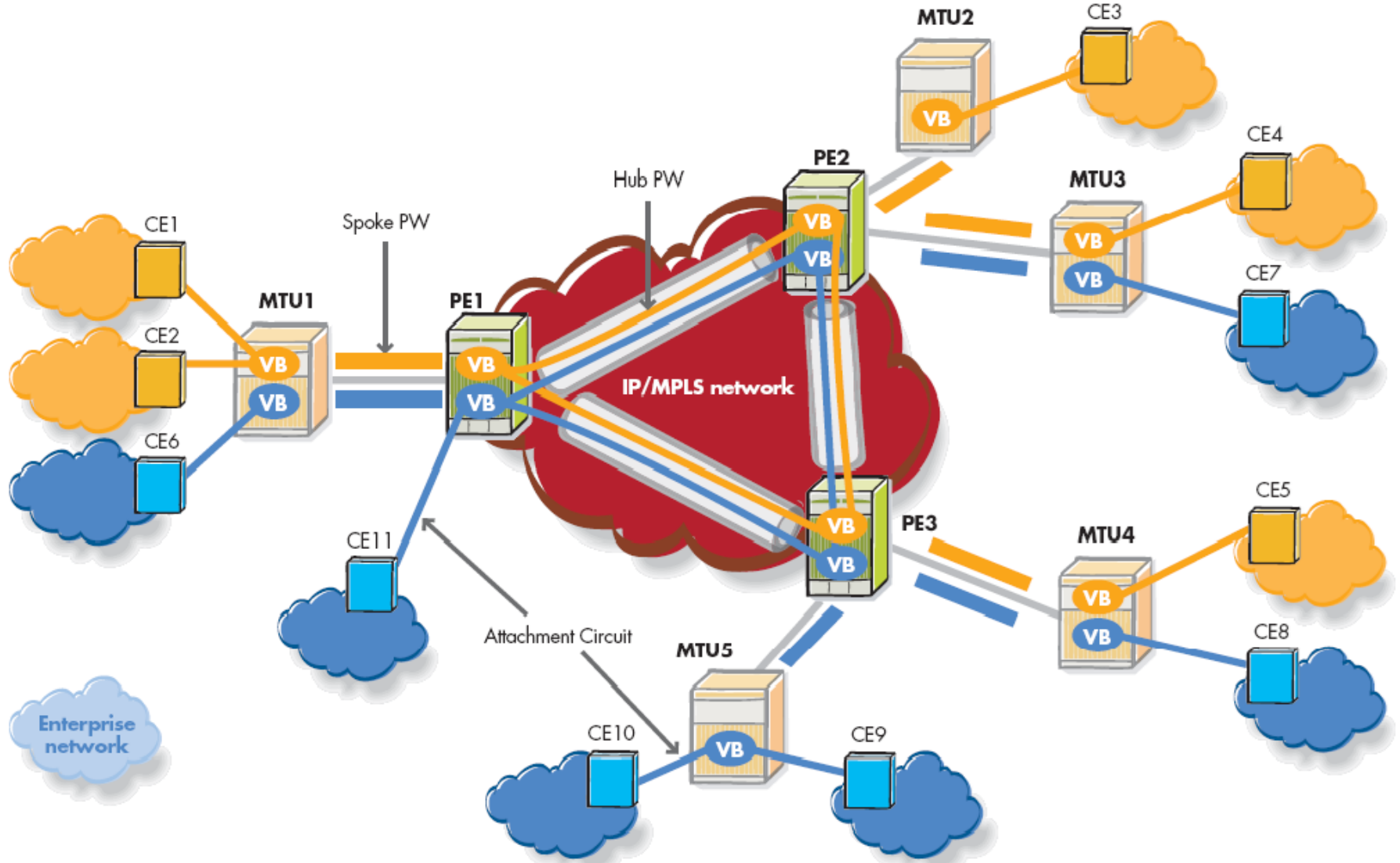
- MTU - Multi-Tenant Unit: több felhasználó által bérelt eszköz, bridge
- MTU-ig kiterjeszhető a VPLS

- 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



- 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

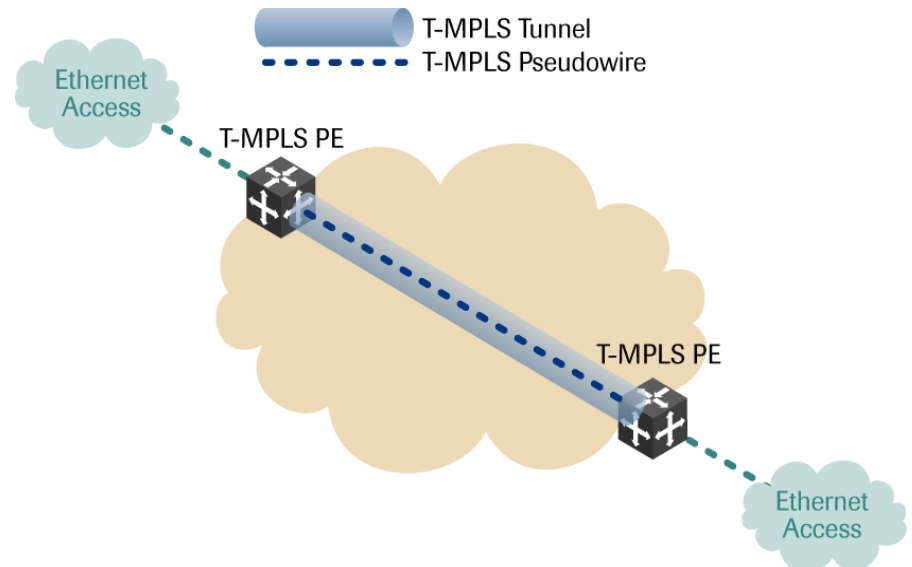
	Services	PEs	MTU-s	PW mesh	MACs (1K per service)
VPLS	512	64	-	1M	512K
H-VPLS	512	16	256	60K	512K
	8,192	16	256	1M	8M

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		

Layer 1 L2VPN - EoSDH



BME-TMIT

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

L2VPN - Összefoglalás



BME-TMIT

- 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

- Ethernet: jelen és jövő
- Alapvető mechanizmusok
- Ethernet szolgáltatások és megvalósításuk
- **Helyreállítás, Traffic Engineering és Védelem**
- Operations, Administration, Maintenance (OAM)
- Összefoglalás

Ethernet OAM



BME-TMIT

- 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

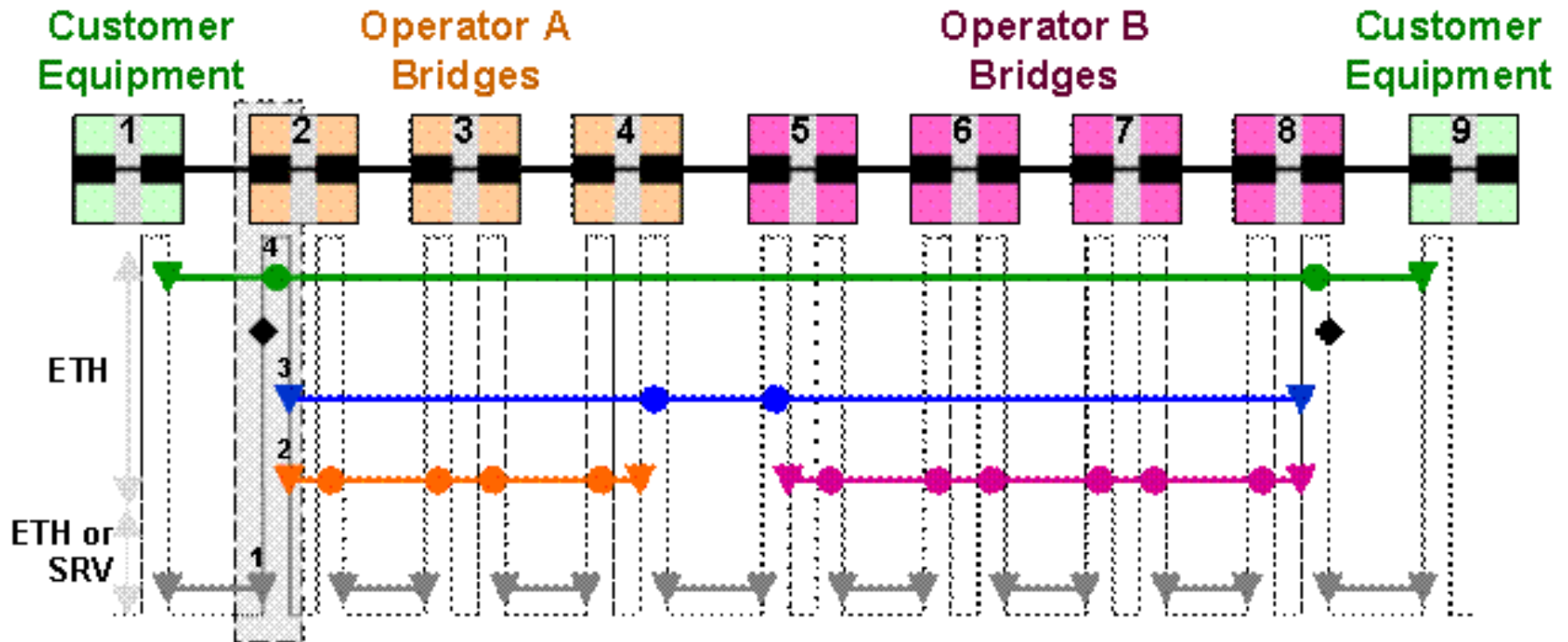


- Link monitorozás
- EVC kapcsolatok folytonosságának ellenőrzése
- Jelentés a hálózati menedzsment felé hiba észlelése esetén
- Alsóbb szintekről érkező redundáns üzenetek szűrése
- Az alapvető eszköztár nyújtása az operátor felé
- STP hiba esetén is működjön!

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

- Ethernet: egyre nagyobb szerepet kap a szolgáltatói hálózatban
- Új, szélessávú szolgáltatások Ethernet alapon
 - E-Line, E-LAN
- Alapvető minőségbiztosítási, hibajavítási mechanizmusokkal rendelkezik
- Skálázhatóság, védelem és menedzsment téren még fejlődés szükséges

Köszönöm a figyelmet



Budapest University of Technology and Economics



**Department of
Telecommunications and Media Informatics**

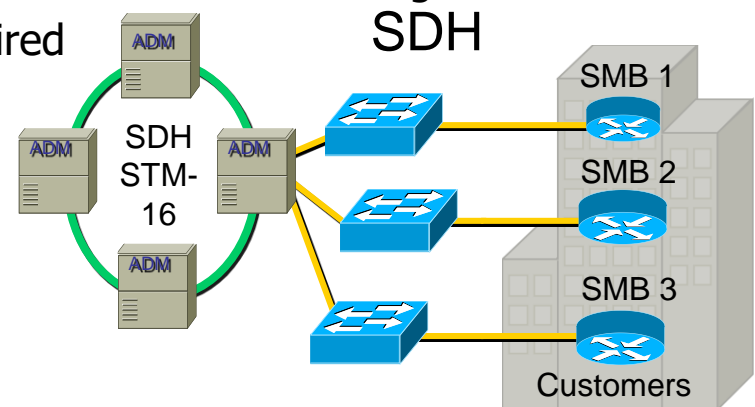
Ethernet over SDH



BME-TMIT

- “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