

Technologie MPLS

X36MTI

Michal Petřík

Obsah

1 Seznámení s technologií.....	3
2 Historie a vývoj MPLS.....	3
3 Princip MPLS.....	3
3.1 Distribuce směrovacích tabulek MPLS.....	5
4 Virtuální síť.....	5
4.1 MPLS Layer-3 VPN.....	5
4.2 MPLS Layer-2 VPN.....	6
4.2.1 Point-to-point.....	6
4.2.2 Multipoint.....	7
5 G-MPLS.....	8
6 Zdroje.....	9

1 Seznámení s technologií

Pod zkratkou MPLS (MultiProtocol Label Switching) se skrývá mechanismus, který patří do rodiny sítí s přepojováním paketů. MPLS je vzhledem k OSI modelu umístěno mezi druhou (linková) a třetí (síťová) vrstvou. Z tohoto důvodu je tato technologie označována jako "Layer 2.5 Protocol". MPLS bylo vytvořeno jako potřeba pro unifikovaný přenos v sítích s přepojováním okruhů i paketů, ve kterých slouží k přenosu dat datagramová služba. MPLS lze využít k přenosu velkého množství druhů dat – IP pakety, ATM, Ethernet rámce, atd.

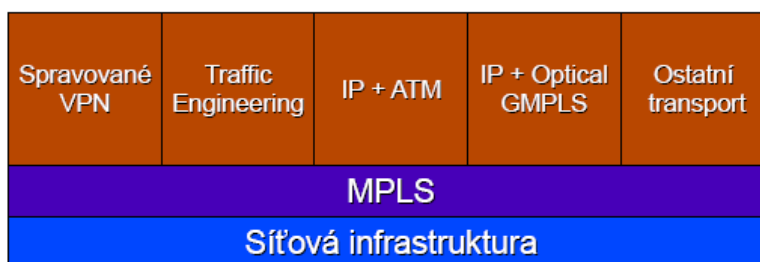


Ilustrace 1: Umístění MPLS v OSI modelu

2 Historie a vývoj MPLS

Již mnoho technologií se snažilo o koncept podobný MPLS. Ať už se však jedná o ATM nebo Frame relay, ani jedna neuspěla. V současné době jsou tyto technologie nahrazovány právě MPLS, jelikož lépe vyhovuje dnešním potřebám v telekomunikacích.

MPLS bylo poprvé představeno skupinou vývojářů z Ipsilon Networks. Avšak jejich technologie (originální název IP Switching) byla svázána pouze s technologií ATM. Další varianty se MPLS dočkalo u Cisco Systems, Inc. Tato technologie (originální název Tag Switching) již nebyla svázána pouze s ATM. Finální podobu získalo MPLS (Label Switching) díky IETF, která z něj vytvořila otevřený standard. IETF použila více konceptů od více vývojářů a výsledek je kombinací z několika nezávisle vyvíjených koncepcí.

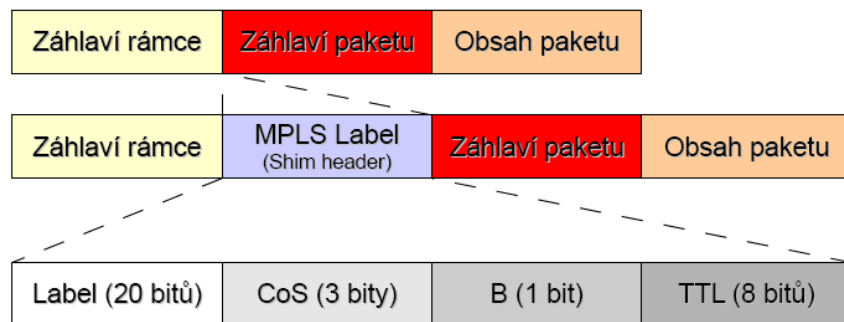


Ilustrace 2: Koncepce MPLS

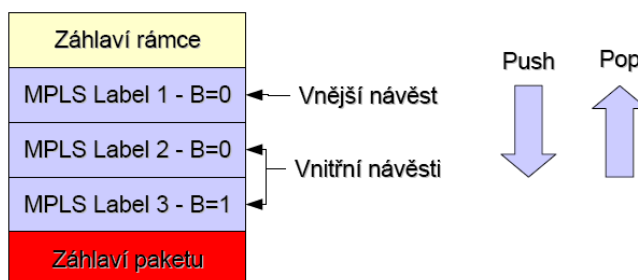
3 Princip MPLS

Základní princip MPLS lze zjednodušeně popsat jako vkládání hlaviček před pakety – tedy za hlavičku rámce linkové vrstvy. Tyto hlavičky mohou obsahovat jednu či více tzv. "Labels" - čili návěstí. Pokud je návěstí více než jedna, jsou ukládány za sebe formou zásobníku (Ilustrace 4: Princip zásobníku návěstí). Každá návěst obsahuje tyto čtyři položky:

- 20 bit hodnota návěstí
- 3 bit pole QoS (Quality of Service)
- 1 bit bottom of stack flag
- 8 bit TTL (time to live)



Ilustrace 3: Formát MPLS návěsti

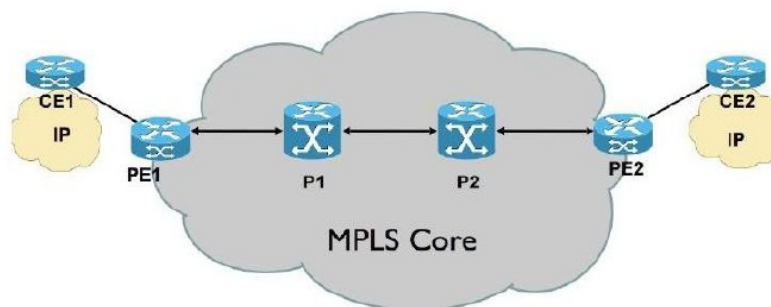


Ilustrace 4: Princip zásobníku návěstí

Pakety, které jsou označeny MPLS návěstí jsou přepojovány pomocí této návěsti a nikoliv dle IP tabulek. Toto vyhledávání je mnohem rychlejší, než vyhledávání v IP tabulkách.

Vstupním a výstupním bodem MPLS sítě jsou hraniční směrovače LER (Label Edge Router), které vkládají, resp. odebírají MPLS návěsti ze vstupujících, resp. vystupujících paketů. Směrovače, které pouze přeposílají pakety dále v síti se nazývají LSR (Label Switch Router). Pakety jsou přiřazovány k FEC (Forward Equivalence Class). Každá FEC má své návěsti. Typ FEC závisí na IP adrese, typu dat, atd. V některých případech již může být vstupující paket opatřen značkou. Pokud tomu tak je, hraniční směrovač vloží druhé návěsti do zásobníku (tedy před původní značku – viz. Ilustrace 4: Princip zásobníku návěstí).

Zajímavou technikou je tzv. Penultimate Hop Poopping. Pokud je výstupní směrovač přetížen, může požádat nejbližší předchozí LSR, aby odnímал návěsti za něj. Výstupní směrovač poté pouze přeposílá pakety do cílové zákaznické sítě.



PE1 Ingress Edge LSR
PE2 Egress Edge LSR
P1, P2 Core LSR
PE1 > P1 > P2 > PE2 LSP
CE1, CE2 Customer Edge

Ilustrace 5: Struktura MPLS sítě

3.1 Distribuce směrovacích tabulek MPLS

Návěští jsou mezi LER a LSR distribuovány pomocí label distribution protokolu (LDP). Tímto LDP může být například upravený protokol BGP. LSR si v MPLS síti pravidelně vyměňují seznamy návěští a dostupnost destinací. Toto je prováděno pomocí standardizovaných procedur. Díky tomu si každý LSR může vytvořit představu o podobě MPLS sítě a může tak na základě těchto směrovacích informací vystavět v MPLS síti tzv. LSP – Label Switch Path - cestu skrz MPLS síť. Tyto LSP jsou obdobou virtuálních okruhů u ATM, Frame relay, atd. Nejsou však závislé na technologii druhé vrstvy ISO OSI modelu.

4 Virtuální privátní sítě

MPLS je díky své filozofii velmi vhodné pro realizaci virtuálních privátních sítí (VPN). Pro provoz VPN však musíme zaručit určité vlastnosti sítě:

- Bezpečné oddělení provozu na sdílených strukturách
- Šifrování komunikace – pokud je vyžadováno
- Bezpečné rozhraní do internetu
- Bezpečná integrace SOHO a uživatelů s mobilním přístupem

VPN můžeme také dělit z hlediska vrstev ISO OSI modelu. MPLS může provozovat VPN na druhé (MPLS Layer-2 VPN) i třetí (MPLS Layer-3 VPN) vrstvě. Na druhé vrstvě musí být speciálně řešeno spojení Point-to-point a Multipoint.

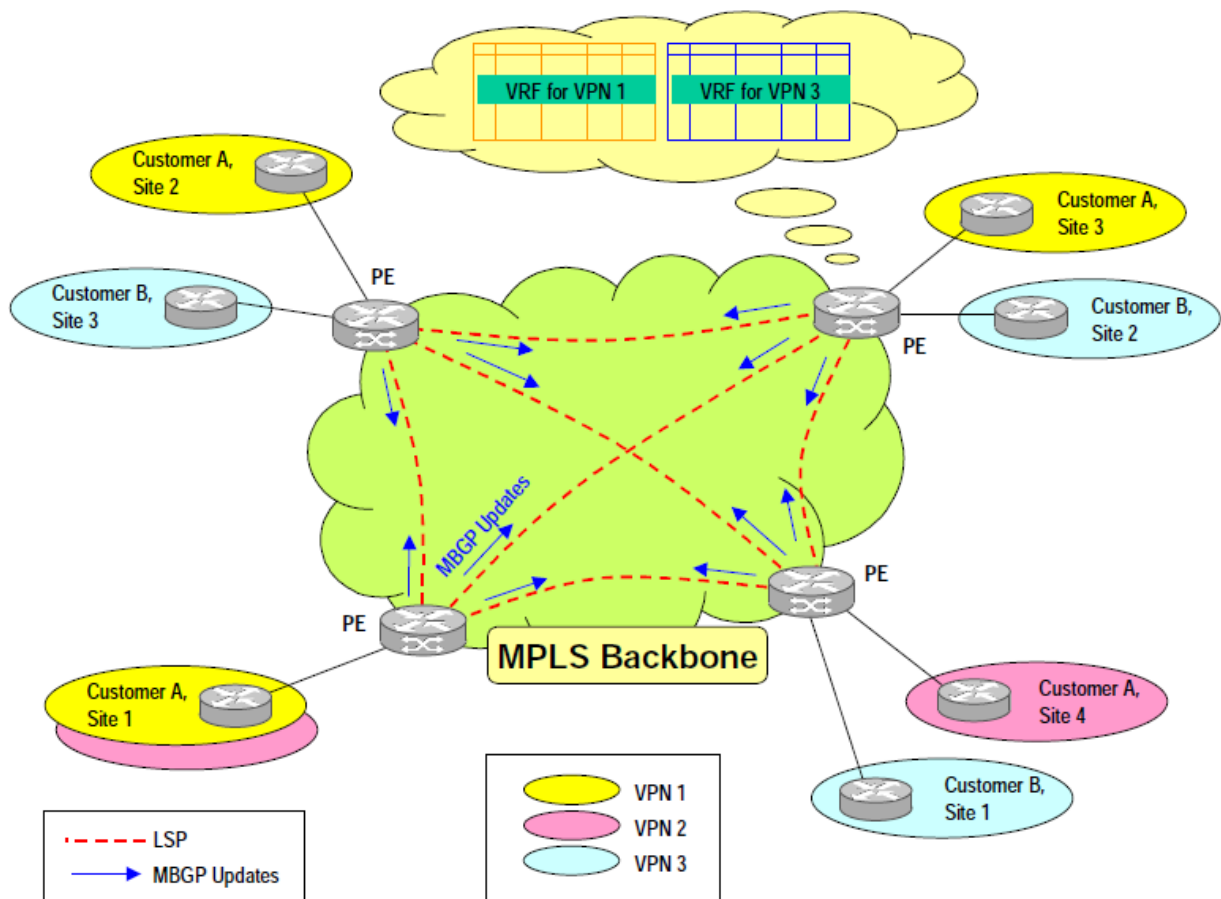
Z pohledu VPN jsou směrovače MPLS sítě děleny do dvou kategorií. Tzv. PE (Provider Edge Router) - ty jsou součástí sítě poskytovatele a tvoří rozhraní ke směrovačům CE (Customer Edge Router). Směrovače P (Provider Router) leží v páteři sítě a neznají informace o VPN. Dalšími důležitými zkratkami jsou VRF (VPN Routing And Forwarding Table) – tabulka řešící problém překryvu adresních prostorů (zajištěno směrovacím protokolem), a také tzv. Route distinguisher (RD). Pokud patří k jedné cílové adrese více VPN, je potřeba je oddělit. K tomuto účelu slouží právě RD. Jedná se o 8 byte prefix k IP adrese, který zajišťuje jedinečnost adresy - řešení se nazývá VPN/IPv4.

4.1 MPLS Layer-3 VPN

Stručně lze komunikaci shrnout takto: Cílová adresa paketu je vyhledána ve směrovací tabulce a paket je poslán skrz LSP do svého cíle. K tomu je využíváno BGP/MPLS VPN protokolu. Aby bylo docíleno dostupnosti cílové stanice, musí si PE a CE vyměnit seznam cest. Tyto cesty jsou poté propagovány k dalším PE v síti, které přenáší stejné VPN. Ke směrovačům typu P se tyto informace ale nedostanou. U tohoto typu VPN je použit výše zmíněný zásobník návěští. Každý paket je navíc opatřen značkou, která odpovídá přidružené VPN.



Ilustrace 6: Pouzdření návěští u MPLS Layer-3 VPN



Ilustrace 7: Struktura MPLS Layer-3 VPN

4.2 MPLS Layer-2 VPN

Tato varianta, na rozdíl od výše zmíněné, poskytuje kompletní separaci mezi sítěmi poskytovatele a zákazníka. Řešení je transparentní pro CE směrovače a navíc umí přenášet rozličné protokoly 3. vrstvy (IPv4, Ipv6, IPX, ...). Na této vrstvě však musíme řešit dvě možnosti spojení:

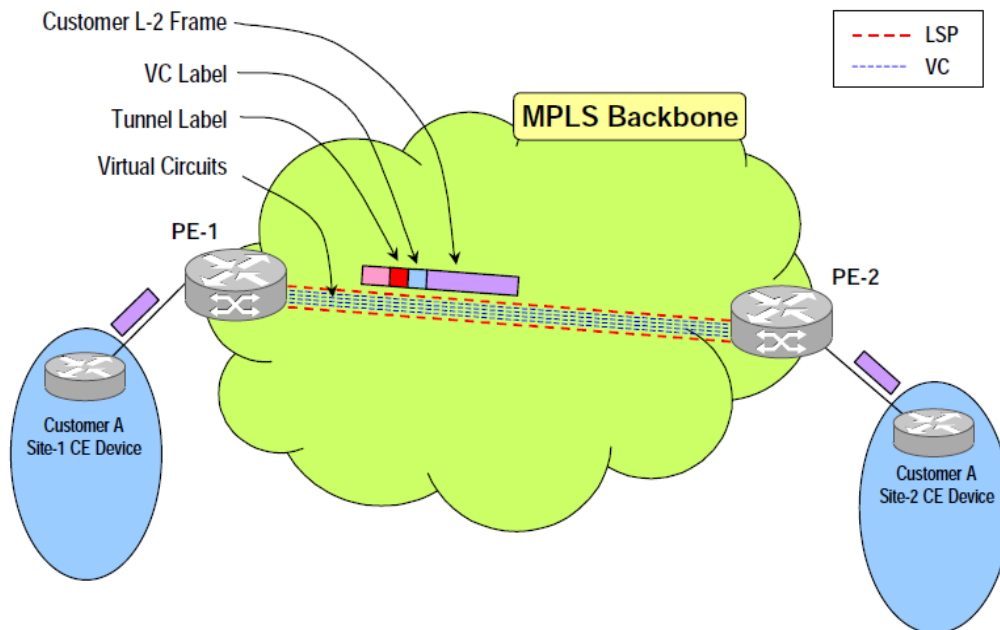
- Point-to-point
- Multipoint

4.2.1 Point-to-point

Tento koncept je popsán v tzv. Martini drafts. Odpovídá vlastně koncepci virtuálních okruhů, přičemž LSP může sloužit pro více virtuálních okruhů. Nejdříve je sestavena LSP a v ní jsou vytvořeny virtuální okruhy (odpovídá VC na 2. vrstvě). VC jsou však jednosměrné, proto je potřeba vždy dvojice okruhů. I v tomto případě je použito zapouzdření hlaviček.



Ilustrace 8: Formát návěstí u MPLS Layer-2 VPN - P2P

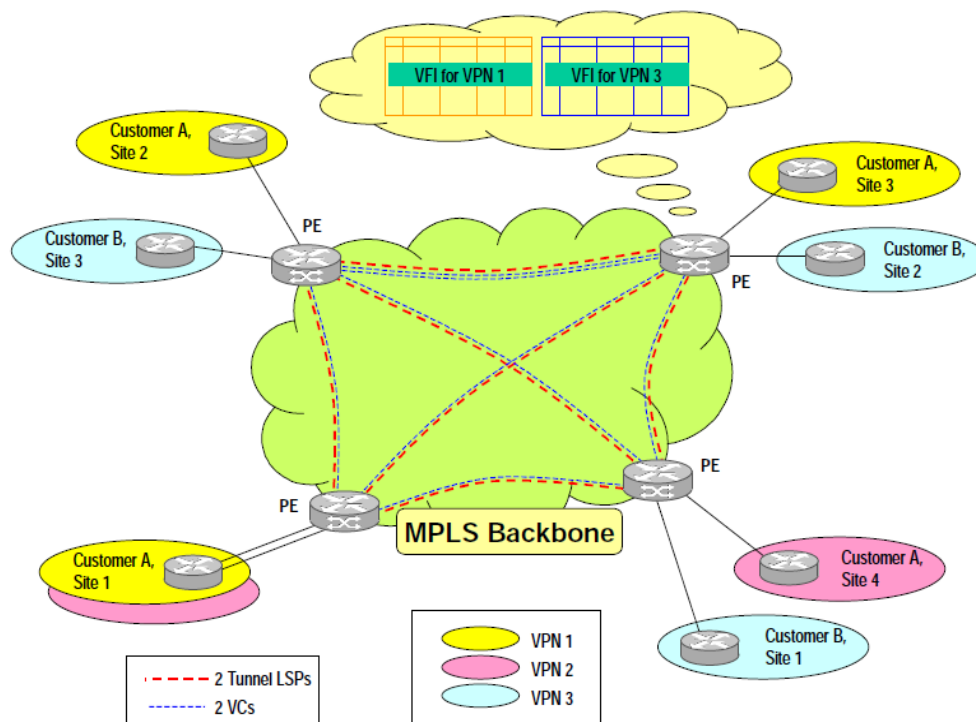


Ilustrace 9: Schéma MPLS Layer-2 VPN - P2P

4.2.2 Multipoint

Tato varianta je známa pod názvem VPLS – Virtual Private Lan Services. V současné době se jedná o velmi populární technologii. Mezi uzly je vybudována kompletní síť pomocí point-to-point propojení. Každá VPN je identifikována speciálním VPN ID. S tím souvisí i tzv. VFI (Virtual Forwarding Instance), čili směrovací tabulka uvnitř PE pro každou VPN, která PE prochází.

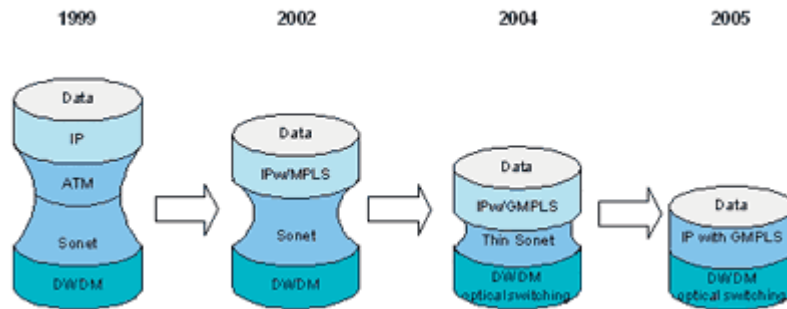
Zajímavým řešením je doručování paketů pouze těm PE, kterým paket opravdu patří. Místo záplavového směrování je použita MAC adresace (PE znají svoje MAC). PE poté odpovídá jednoduchému přepínači.



Ilustrace 10: Schéma MPLS Layer-2 Multipoint

5 G-MPLS

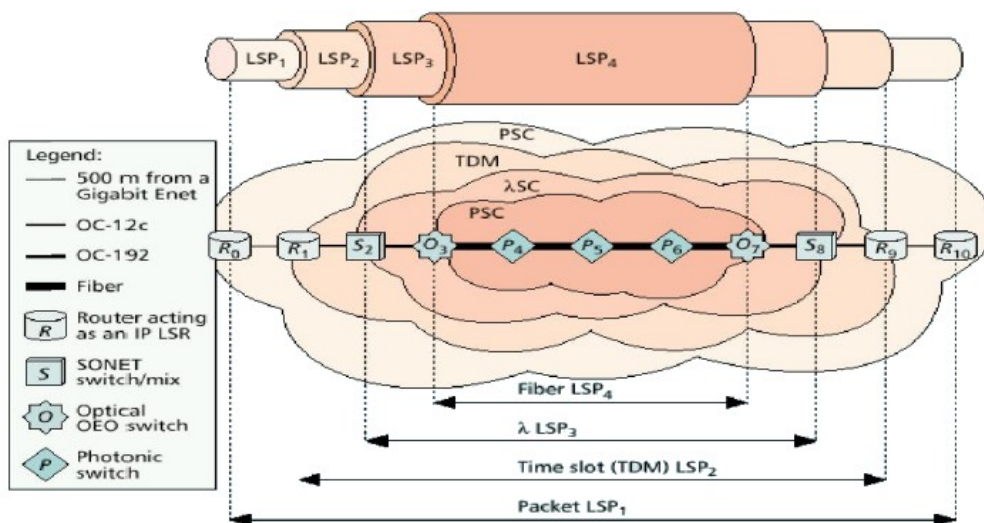
Pod pojmem G-MPLS (Generalized MPLS) se skrývá nová technologie (poslední RFC z května 2007), která zobecňuje technologii MPLS i na další vrstvy a rozhraní. Tato platforma zahrnuje všechny prvky sítě – od IP až po vlnové délky, či fyzické okruhy. Datová cesta je v této technologii stavěna mezi rozhraními stejného typu. Návěští nemá fixní délku a může být vložen do všeho, co je schopno nést data (rámec, paket, MpλS, ...). LSP je oproti MPLS obousměrná.



Ilustrace 11: Vývoj síťových technologií směrem ke G-MPLS

Jednou z výhod G-MPLS může být nabídka dvou režimů práce:

- Překryvný – jednotlivé vrstvy jsou dokonale izolovány. Nižší vrstva – black box
- Rovnocenný – vrstvy spolupracují
např: IP směrovač zná topologii sítě v nižších vrstvách



Ilustrace 12: Pouzdření vrstev v G-MPLS

6 Zdroje

- [1] <http://en.wikipedia.org/wiki/Mpls>
- [2] <http://www.foundrynet.com/pdf/wp-ip-mpls-based-vpns.pdf>
- [3] <http://www.comtel.cz> – stránky předmětu X32DAS