

# IP streams, tag/label switching

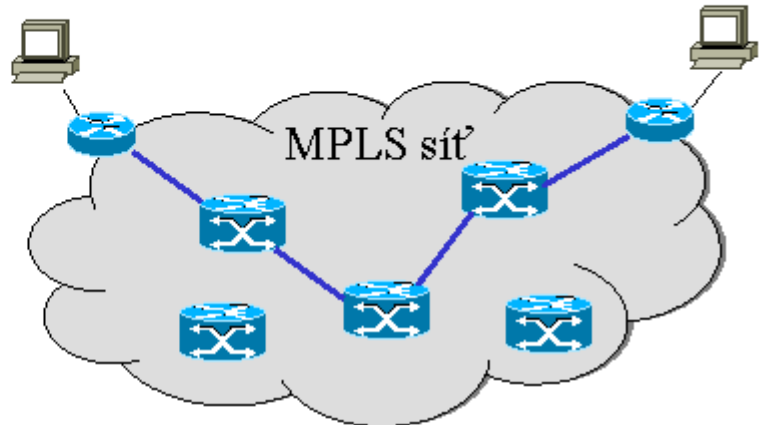
- **protokol IP funguje nespojovaně**
  - každý IP paket je přenášen nezávisle na ostatních paketech
  - vhodná cesta pro jeho přenos se hledá vždy znovu
    - neefektivní, hlavně pro "rychlé" a spojované technologie nižších vrstev, jako je ATM
- **přenosové technologie nižších vrstev fungují spojovaně**
  - je velká režie s "mapováním" nespojovaného fungování na spojované
    - nejhorší případ: pro každý paket se zřizuje samostatné spojení
- **pozorování:**
  - komunikace mezi dvěma koncovými uzly většinou není omezena jen na zaslání jednoho jediného paketu
    - většinou jde o určitou sekvenci paketů, které se přenáší mezi stejnými dvěma uzly
    - tj. nějaký "proud"
- **nápad:**
  - snažit se detekovat "proudy" IP paketů a ty přenášet spojovaným způsobem
    - což bude mnohem efektivnější
- **IP Streams**
  - jakou takového "proudy" IP paketů
    - obdobně pro jiné protokoly
- **nápad:**
  - když už budou takovéto "proudy" detekovány:
  - všechny pakety v rámci proudu se označí "nálepkou"
    - anglicky: tag, label
  - a budou se přenášet na úrovni linkové vrstvy
    - jakýmkoli dostupným způsobem
  - přepínače (switch-e) se budou rozhodovat podle nálepky, nikoli podle obsahu IP paketu!!!
    - bude to tzv. "label switching", resp. "tag switching"
    - někdy se to označuje také jako IP switching

snaha nahradit nespojovaný způsob fungování spojovaným

[illegible]

# MPLS (MultiProtocol Label Switching)

- standardizovaný způsob využití "label switching-u", z rodiny TCP/IP
  - dle RFC 3031, 3032
- snaha nahradit pomalé a složité směrování rychlejším přepínáním na úrovni linkové vrstvy
  - není vázáno jen na ATM – lze použít i jiné technologie na úrovni L2 !!!



- "Edge Router"



- detekuje IP streamy (resp. streamy dalších protokolů), hledá cestu skrze MPLS síť a opatřuje jednotlivé pakety nálepkami (labely)

- LSR (Label Switching Router)



- vnitřní prvek MPLS sítě, rozhoduje se pouze podle nálepky (labelu), nebere v úvahu obsah paketu
  - nemusí mu rozumět, může jít o různé protokoly)

- LSP (Label Switching Path)



- cesta skrze MPLS síť, vytyčený po detekci streamu. Po této cestě jsou přenášeny pakety označené stejnou nálepkou

- LDP (Label Distribution Protocol)

- protokol pro distribuci nálepek v rámci MPLS sítě (součást TCP/IP)

## Vytváření přepínaných cest LSP

✓ **nezávislým výběrem cesty** – podle aktuálních směrovacích tabulek na straně jednotlivých směrovačů (**Hop-by-Hop**). Cestou jsou přenášeny signální zprávy mezi vstupním a výstupním směrovačem sítě MPLS.

✓ **explicitním směrováním** – prostřednictvím vstupního směrovače I-LSR. Vstupní směrovač předem definuje cestu paketů ve formě posloupnosti dílčích směrovačů, přes které jsou přenášeny dílčí pakety signálních zpráv

Aktualizace se provádí pomocí **signalizace návěští-labelů** (jako u routerů provádění RIP update)

<p><b>Počítačové sítě</b> verze 3.0 Část II. – Technologie © J. Peterka, 2005</p>	<h1 style="margin: 0;">MPLS Label a FEC</h1>
---	--

- místo "IP Stream" MPLS definuje FEC (Forward Equivalence Class):
  - třídy datového provozu, které "mají projít skrz MPLS síť" a mají stejné požadavky na svůj přenos
    - nejen pokud jde o výstupní bod, ale také např. požadavky na QoS
- nálepky (labels) se přiřazují podle příslušnosti k jednotlivým třídám FEC
  - rozhoduje o tom (Label) Edge Router
- nálepka (label) se vkládá mezi paket síťové vrstvy a hlavičku rámce linkové vrstvy
  - jako tzv. "shim header"
  - rámec linkové vrstvy je různý podle toho, jaká technologie je použita pro realizaci MPLS
    - může to být např. ATM, Frame Relay, Gigabitový Ethernet apod.

hlavička rámce	label	hlavička IP paketu	obsah paketu
-------------------	-------	-----------------------	--------------

- nálepky (labels) jsou zobecněním cest a okruhů v ATM
- nálepky lze "skládat na sebe"
  - na principu zásobníku
  - lze využít například pro realizaci virtuálních sítí
  - vnější nálepka se vždy týká pouze daného přeskočků mezi dvěma LSR
    - každý LSR ji odstraní a nahradí novou nálepkou
      - odpovídá to přepisování čísel kanálů/okruhů u ATM, které se také při jednotlivých přeskočcích liší

push  
pop

label1	label2	hlavička IP paketu	obsah paketu
--------	--------	-----------------------	--------------

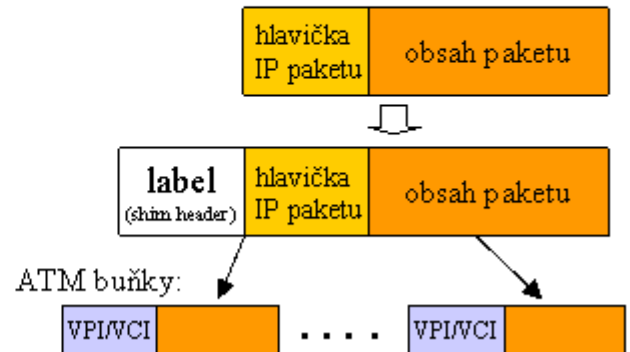
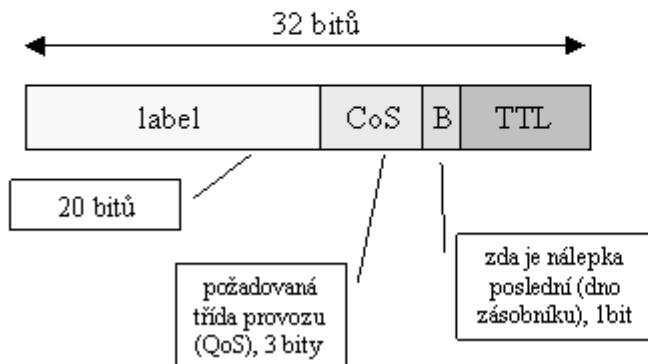
## Protokoly používané v MPLS

- fyzická (1.): ATM, Ethernet, Packet over SDH
- spojová - linková (2.): ATM, Ethernet, PPP, FrameRelay
- **spojová - linková(2+): MPLS – přepínání podle návěstí**
- síťová (3): směrované protokoly (IP, IPX), směrovací protokoly (BGP, OSPF)
- transportní (4.): UDP/TCP pro přenos signálních zpráv
- **aplikační (7.): vlastní signální protokoly MPLS (LDP, TDP, CR-LDP)**

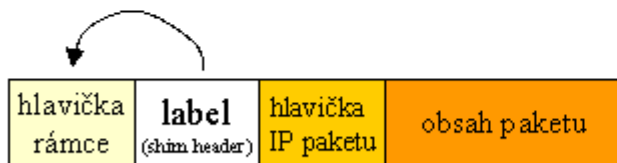
## Používané signální protokoly

- ✓ **BGP** (Border Gateway Protocol) – používá se jeho rozšíření o distribuci návěstí
- ✓ **RSVP-TE** (RSVP-Traffic Engineering) – modifikovaný protokol vytváření toků s definovanou třídou služby
- ✓ **LDP** (Label Distribution Protocol) – dle RFC 3036, specializovaný pro přenos zpráv v síti MPLS
- ✓ **TDP** (Tag Distribution Protocol) – specializovaný pro přenos zpráv v síti MPLS fy Cisco
- ✓ **LDP/CR** (Label Distribution Protocol/Constrained Routing) - rozšíření protokolu LDP o funkce zaručení kvality služby

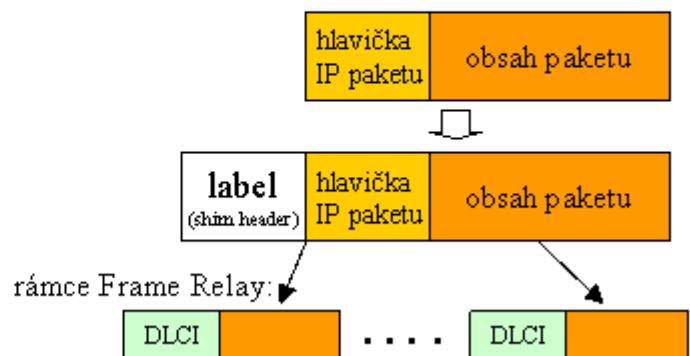
# Formát labelu



- nálepky (labels) jsou pro všechny technologie stejné
  - ale promítají se do různých hlaviček linkových rámců (buněk)



- MPLS může být realizováno s využitím ATM, nebo Frame Relay, TDM či dalších technologií



# Vlastnosti a využití MPLS

- rozhodování o příslušnosti k "proudu" (FEC, Forwarding Equivalence Class) může být založeno na:
  - topologii
    - navazuje na klasické směrování
  - žádosti
    - konkrétní přenosy si vyžadají určitou úroveň QoS
  - provozu
    - MPLS síť reaguje na dosavadní průběh provozu
  - kombinaci výše uvedeného
- celkově velmi pružné, lze aplikovat různé strategie
  - hodí se hlavně v páteřních sítích, kde lze rozlišovat různé druhy provozu
- MPLS vytváří "jednotný přenosový substrát"
  - obdobně jako protokol IP
  - ale na nižší úrovni
- "obvyklé" využití:
  - IP over MPLS
  - nebo jiné protokoly síťové vrstvy nad MPLS
- ale v úvahu připadá také
  - provozování protokolů linkové vrstvy nad MPLS
  - např.:
    - ATM over MPLS
    - Frame Relay over MPLS
    - Ethernet over MPLS
    - TDM over MPLS

## Virtuální privátní síť pomocí technologie MPLS

### Druhy VPN – dle oblasti použití

- ✓SOHO (Small Office/Home Office)
- ✓SME (Small/Medium Enterprise)
- ✓Enterprise
- ✓ISP (Internet Service Provider)
- ✓Carrier

### Rozdělení VPN podle RM-OSI

- ✓L2TP, SSH, HTTPS (SSL), WEP, ...
- ✓IPsec (3. vrstva)
- ✓MPLS („2,5“. vrstva)
- ✓Frame Relay & ATM (2. vrstva)
- ✓802.1q VLAN Tagging (2. vrstva)
- ✓SDH/SONET („1,5“. vrstva)

## Terminologie MPLS-VPN

✓ **Směrovač PE** (Provider Edge router) – je součástí sítě poskytovatele a tvoří rozhraní ke směrovačům CE (Customer Edge router)

✓ **Směrovač P** (Provider router) – je páteřní směrovač bez znalosti VPN

✓ **Hraniční směrovač** (Border router) – jedná se o PE směrovač, který tvoří rozhraní k sítím ostatních poskytovatelů

✓ **Lokalita (Site)** – je množina (sub)sítí, které jsou částí sítě zákazníka umístěné v jedné oblasti; lokalita je propojena s páteří VPN přes jedno nebo více PE/CE spojení

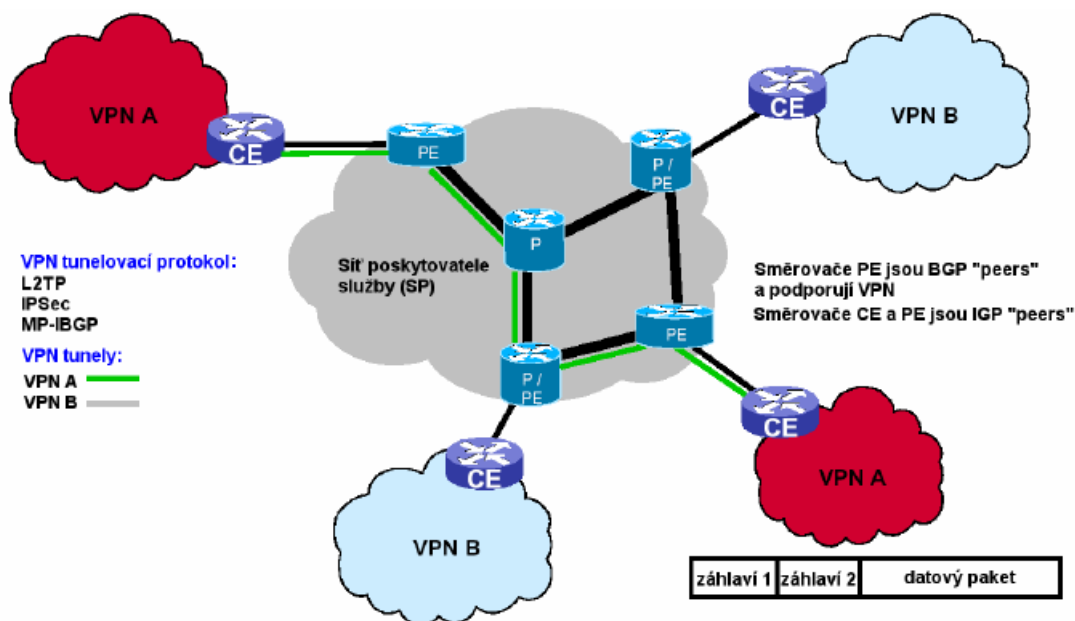
✓ **Extended Community** – je BGP atribut používaný pro identifikaci začátku a konce cesty (Route-origin, Route-target)

✓ **SOO** (Site Of Origin identifier) – je blok 64 bitů identifikujících směrovač, na němž vznikla cesta

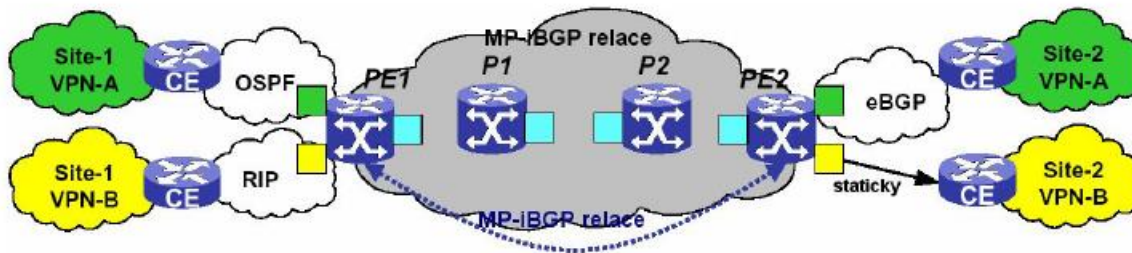
✓ **Route Distinguisher** – vlastnosti každé cesty použité pro jednoznačnou identifikaci prefixů mezi jednotlivými VPN (64 bitů); založeno na VRF

✓ **VRF** (VPN Routing and Forwarding Instance) – směrovací tabulka a FIB tabulka, zajištěno směrovacím protokolem

## MPLS-VPN na 3 vrstvě



## Distribuce cesty



- ✓ Paralelní VRF („směrovací tabulky“) jsou použity na směrovačích PE
- ✓ Směrovače PE se učí cesty zákazníka od směrovačů CE
- ✓ Cesty zákazníka jsou distribuovány k ostatním PE pomocí MP-BGP
- ✓ Mezi směrovači PE a CE jsou podporovány různé směrovací protokoly IGP nebo eBGP

## MPLS-VPN na 2 vrstvách

### ✓ Řešení bod – bod

- Virtual Private Wire Services (**VPWS**)
  - Podobné ATM/FR službám, používají tunely a spojení (LSP)
  - Zákazník získá konektivitu pouze od poskytovatele služby
- Vývoj směřuje k enkapsulaci Ethernetu, ATM, FR, TDM, SONET, atd.

### ✓ Řešení bod – více bodů

- Virtual Private LAN Services (**VPLS**)
- Ethernet Metro VLAN/TLS over MPLS
- Nezávislé na spodním páteřním transportu
- Všechny návrhy podporují **PWE3** Ethernet enkapsulaci
- Rozdíly v návrzích především v signalizaci

## MPLS Ethernet enkapsulace

### Enkapsulovaný **Ethernet over MPLS over Ethernet**

