



UNIVERSITY OF ŽILINA
Faculty of Management Science
and Informatics

Úvod do WAN a PPP protokol

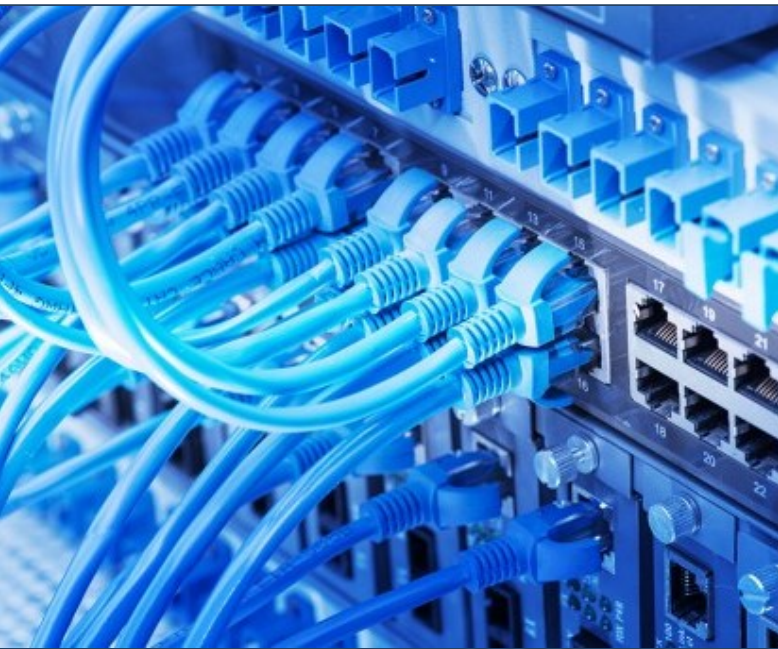
ENSA_07 WAN Concepts – Chapter **07**

+ PPP (ten je mimo CCNA v7)

Pavel Segeč



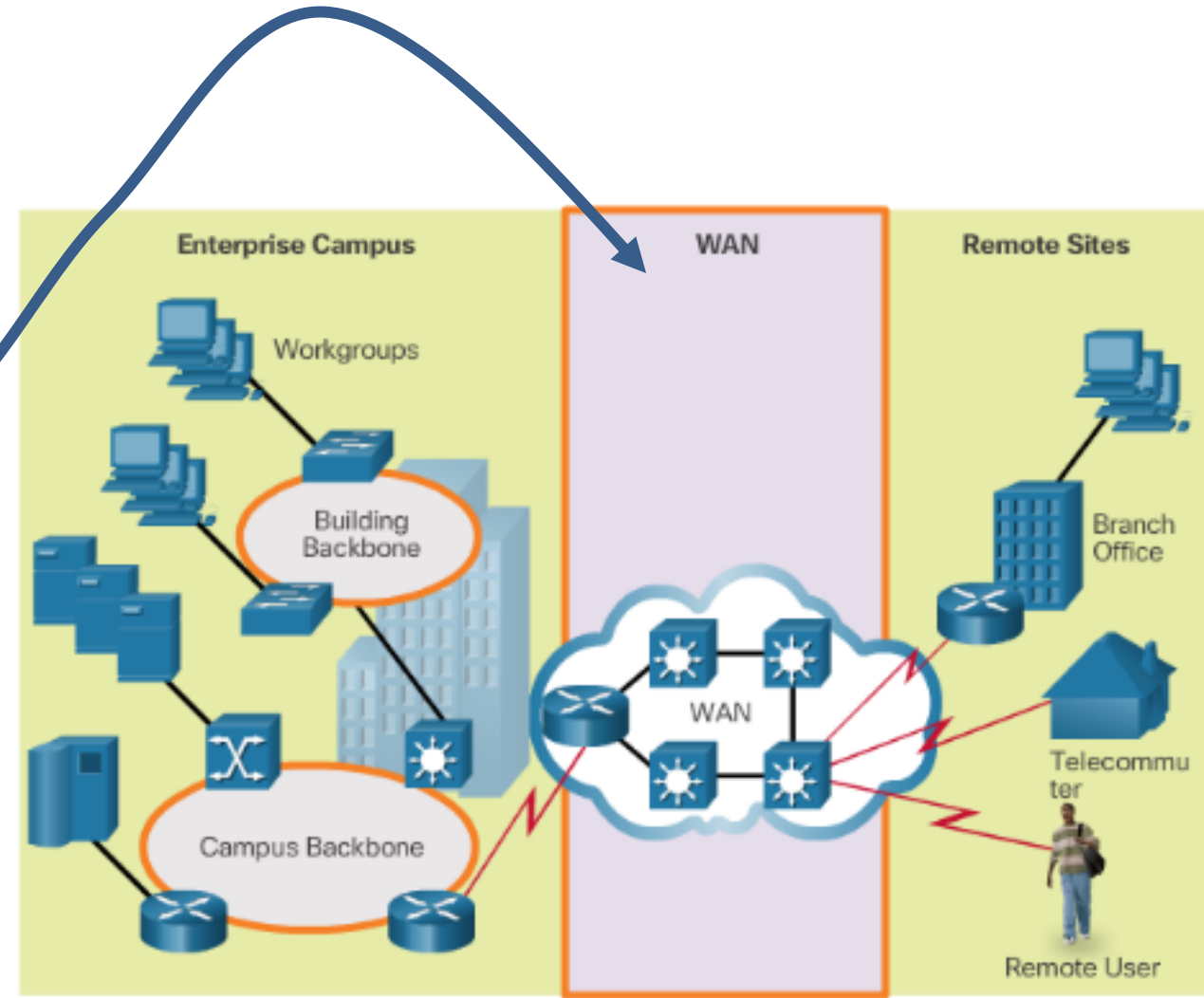
Networking
Academy



Poskytovanie integrovaných služieb pre podniky

Prečo potrebujeme WAN?

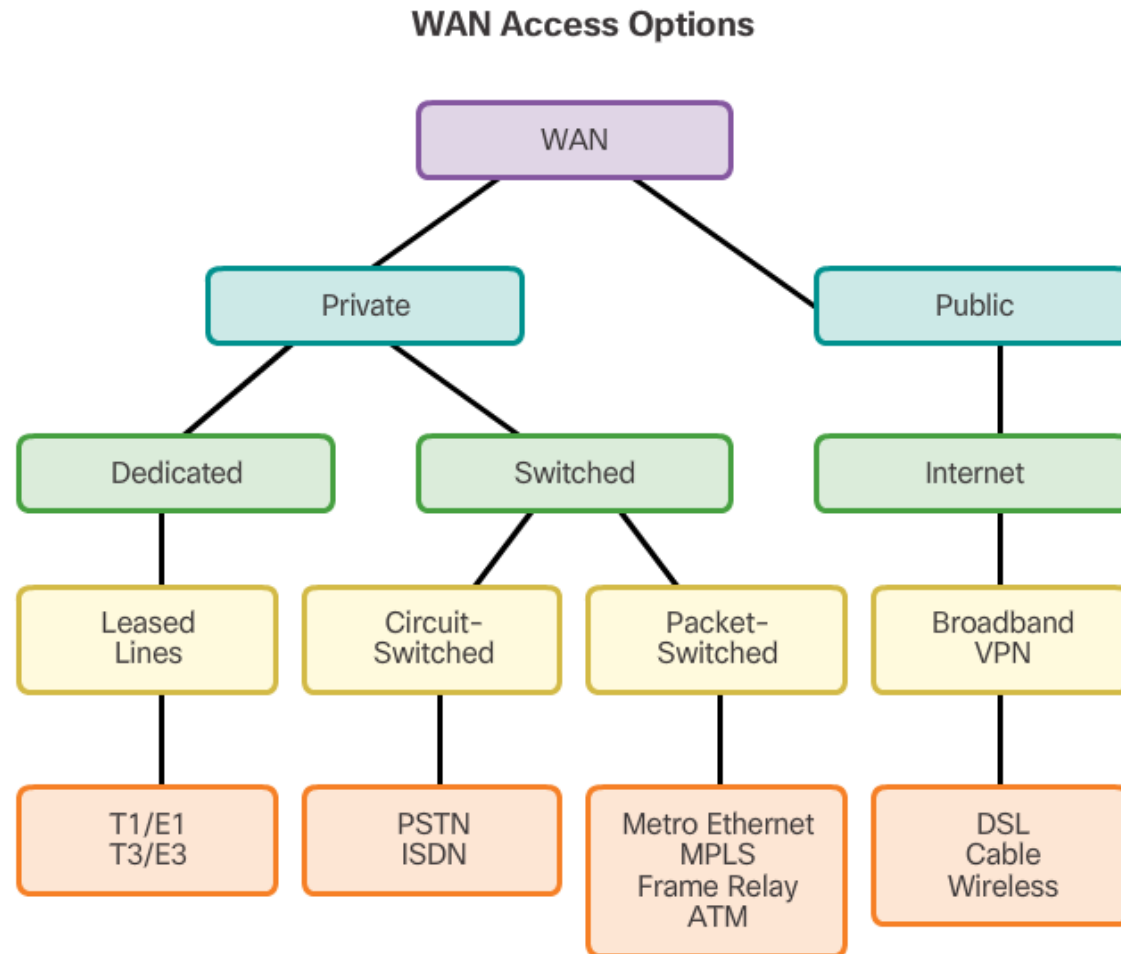
- LAN poskytuje vysokú rýchlosť a cenovo efektívne riešenie
- => ale LAN je obmedzená na geograficky malé územie
- => ako prepojiť LAN?
- = úloha WAN
- WAN (Wide Area Network)
 - Nie každý si môže vybudovať WAN
 - Napr. finančná náročnosť
 - Typicky preto poskytovaná špecializovanými firmami
 - Telekomunikačnými (telco)
 - ISP (internet service provider)



Sú WAN siete potrebné?

- **Spoločnosti potrebujú komunikovať medzi územne vzdialenými oblasťami.**
 - Príklad:
 - Regionálne pobočky musia byť schopné komunikovať s centrárou a zdieľať dáta.
 - Organizácie potrebujú zdieľať informácie so zákazníkmi v iných organizáciách.
 - Mobilný zamestnanci potrebujú komunikovať s materskou podnikovou sieťou (dáta, služby, aps. a pod.).
 - Transformácia do digitálneho biznisu, prístup na internet, v súčasnosti do Cloud-u
- **Domáci používatelia posielajú a prijímajú dáta bez ohľadu na vzdialenosť (Soho segment)**
 - Príklad:
 - Prístup na internet, k e-banke, e-nákupy, obchody.
 - Prístup k informáciám, databázam, webom, apod.
 - Hry, sociálny kontakt

Private vs. Public WAN - riešenia



■ Privátne WAN

- Služby WAN operátora ponúkané za výrazne vyšší poplatok ako verejné WAN
- Poskytujú garantovanú úroveň služby – Service Level Agreement
 - Spojenie je dedikované pre jedného zákazníka
 - Kapacita, dostupnosť, kvalita, bezpečnosť, stabilita, technická podpora, atď.

■ Verejné WAN

- Typicky širokopásmový prístup
- Negarantovaná služba
- Zdieľaná konektivita, ponúkané cez OverSubscription (môže byť FUP)

LAN vs WAN – sumár

LAN

- LAN poskytuje služby konektivity na malej vzdialenosti/ploche
- LAN sa používa na prepájanie lokálnych PC, serverov, periférii a podobne
- LAN sieť je typicky vlastnená firmou/podnikom
- Za LAN sa okrem ceny na vybudovanie typicky už nič neúčtuje
- LAN poskytuje služby na vysokých rýchlostiach

WAN

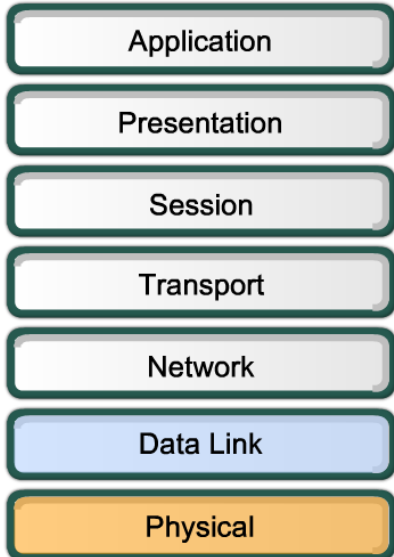
- WAN poskytuje služby konektivity cez rozľahlé/vzdialené geografické oblasti
- WAN sa používa na prepájanie vzdialených používateľov, pobočiek/oblastí, sietí
- WAN sieť je typicky vlastnená poskytovateľmi, nie firmami
 - ISP, hlasový, satelitný ..
- WAN služby sú za poplatok
- WAN poskytuje široké spektrum rýchlosti, garancií, cien



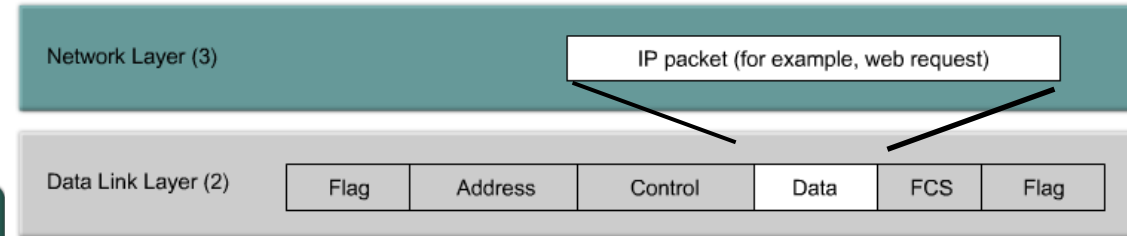
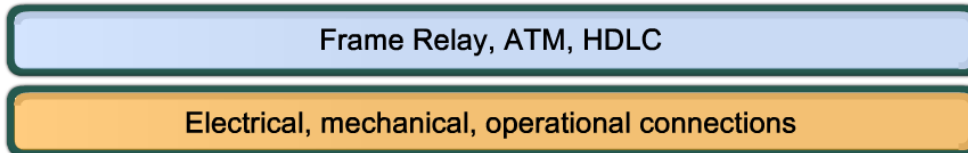
Technológie WAN sietí

WAN na ISO OSI

OSI Model



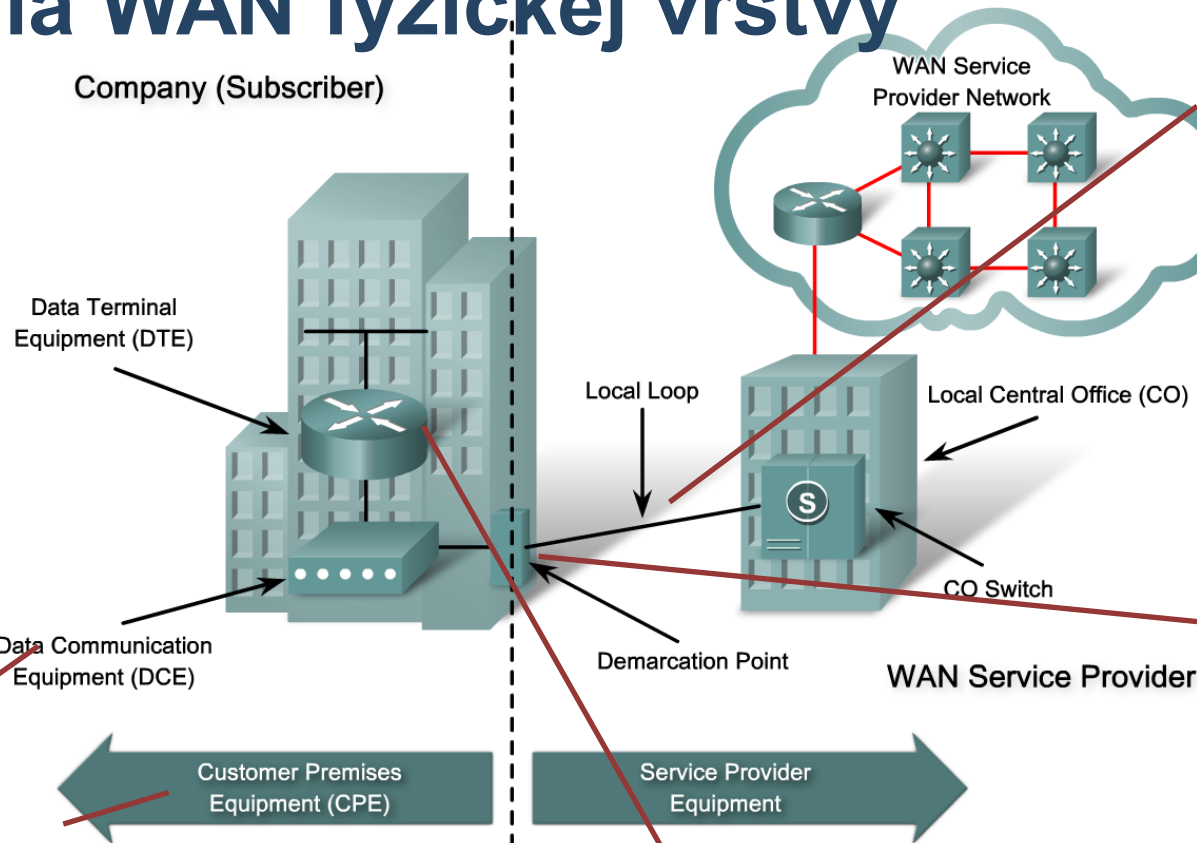
WAN Services



- WAN sú definované a pracujú na L1 a L2
 - Layer 1 definuje a popisuje elektrické, mechanické, operačné a funkcionálne parametre fyzickej linky
 - Layer 2 protokoly definujú prenos dát cez L1 linku

- Prenášajú PDU L3 vrstvy cez WAN linky
 - L3 => L2 enkapsulácia

Terminológia WAN fyzickej vrstvy



Local loop

- last mile
- technológia, ktorou sa pripájam na providera

Demarcation point

- Miesto kde oddeľujem zákaznícke zariadenia od zariadení telco providera
- tu končí zodpovednosť providera
- pripájam sa na Local loop

Data Communications Equipment (DCE)

- or data circuit-terminating equipment (DCE)
 - Modem, CSU
- rozhranie k SP, pripravuje používateľské dáta na prenos vhodný pre WAN
- vkladá dáta na loop

Customer Premises Equipment (CPE)

- zariadenia umiestnené u zákazníka
 - Vlastné alebo prenajaté
- typicky mimo zodpovednosť providera

Data Terminal Equipment (DTE)

- Zákaznicke zariadenie
 - router, terminal, computer, printer
- doručuje/generuje dáta zo zákazníckovej siete
- Pripája LAN na WAN na local loop cez DCE

Štandardy L1 vrstvy (medzi DCE a DTE)

- Tvorené:
 - International Organization for Standardization (ISO)
 - Electronics Industry Association (EIA)
 - International Telecommunication Union - Telecommunications Standardization Sector (ITU-T)
- L1 štandardy definujú:
 - **Mechanical/physical**
 - Počet pinov a typ konektoru
 - **Electrical**
 - Definuje napätové úrovne (0 a 1)
 - **Functional**
 - Špecifikuje funkcie, ktoré sú vykonávané pri manažovaní linky
 - **Procedural**
 - Špecifikuje sekvencie udalostí potrebných pri prenose dát

WAN - Štandardy L1 vrstvy (medzi DCE a DTE)

L1

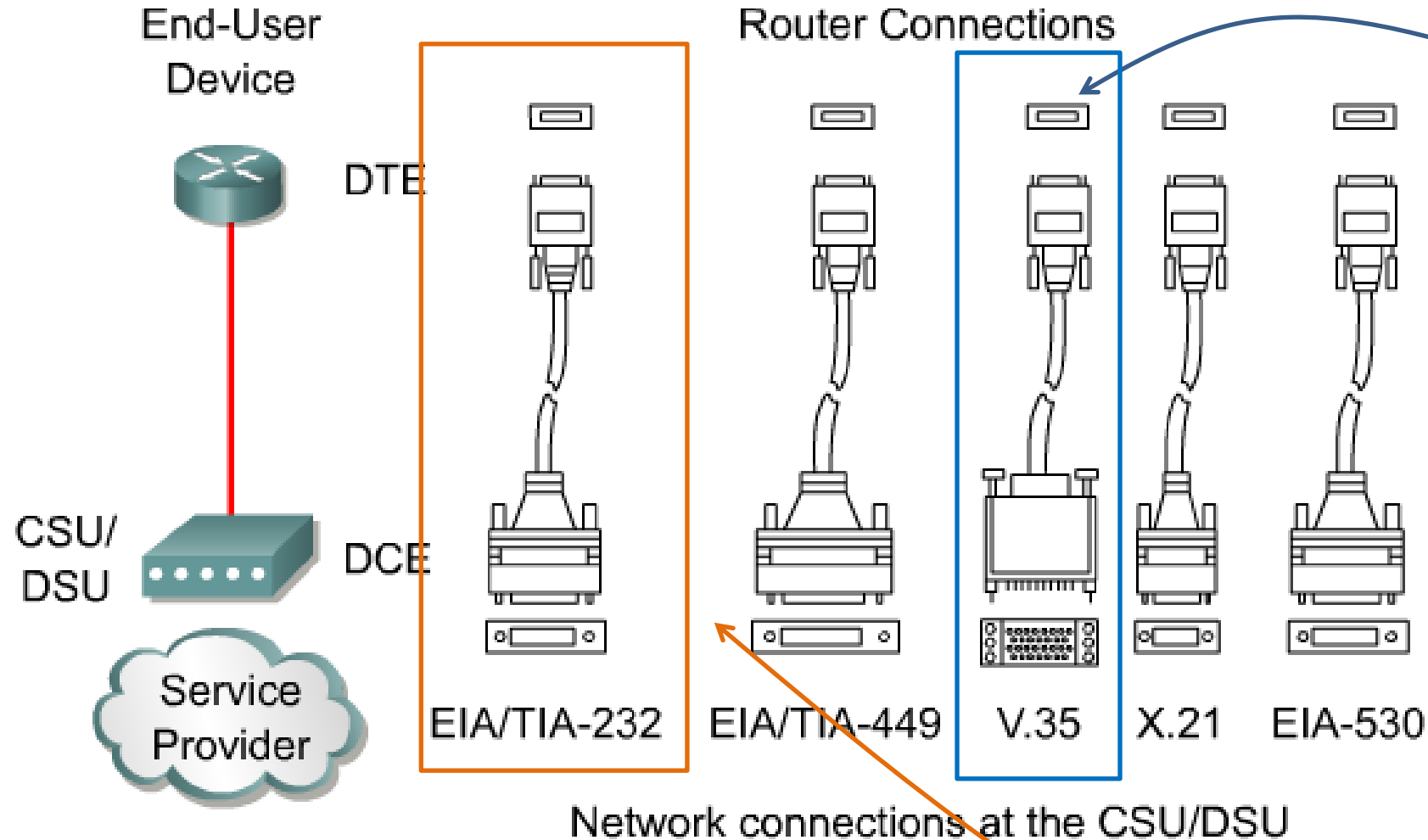
- V súčasnosti
 - Synchronous Digital Hierarchy (SDH)
 - Synchronous Optical Networking (SONET)
 - Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)
 - Dark fiber
- **Staršie (aj u nás v labe)**
 - EIA/TIA-232
 - This protocol allows signal speeds of up to 64 kb/s on a 25-pin D-connector over short distances. It was formerly known as RS-232. The ITU-T V.24 specification is effectively the same.
 - EIA/TIA-449/530
 - This protocol is a faster (up to 2 Mb/s) version of EIA/TIA-232. It uses a 36-pin D-connector and is capable of longer cable runs. There are several versions. This standard is also known as RS422 and RS-423.
 - EIA/TIA-612/613
 - This standard describes the High-Speed Serial Interface (HSSI) protocol, which provides access to services up to 52 Mb/s on a 60-pin D-connector.
 - **V.35**
 - This is the ITU-T standard for synchronous communications between a network access device and a packet network. Originally specified to support data rates of 48 kb/s, it now supports speeds of up to 2.048 Mb/s using a 34-pin rectangular connector.

L2 protokoly

- Aktuálne
 - Broadband (i.e., DSL and Cable)
 - Wireless
 - Ethernet WAN (Metro Ethernet)
 - Multiprotocol Label Switching (MPLS)
 - PPPoE
- Na pomedzí
 - **Point-to-Point Protocol (PPP)** (less used)
- Staré
 - **High-Level Data Link Control (HDLC)** (less used)
 - Frame Relay (legacy)
 - Asynchronous Transfer Mode (ATM) (legacy)

Vzt'ah k našim laboratórium

Konektory metal. sériových WAN médií



- CSU/DSU (modem) poskytuje voči DTE rozhrania ako V.35 alebo RS-232



WAN topológie

■ Point-to-Point

- Typicky riešené ako fyzické či logické spojenia bod-bod, ako napr. T1/E1 dedikované prenajaté okruhy (*dedicated leased-line*)

■ Full Mesh (a varianty, napr. partial meshed)

- Každý smerovač má fyzické či logické spojenie na každý iný smerovač, napr. MPLS VPN, či Frame Relay VC

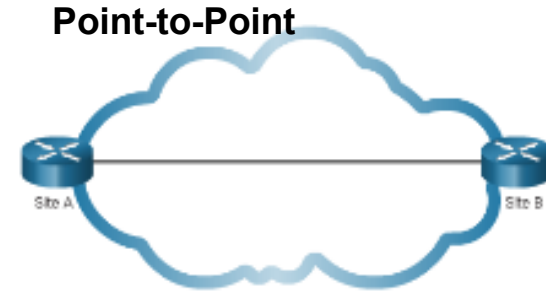
■ Hub-and-Spoke

- Point-to-multipoint topológia, kde sa všetky smerovače zo *Spoke* lokalít pripájajú na jedno rozhranie *Hub* smerovača
 - Lacnejší variant k *Full mesh*

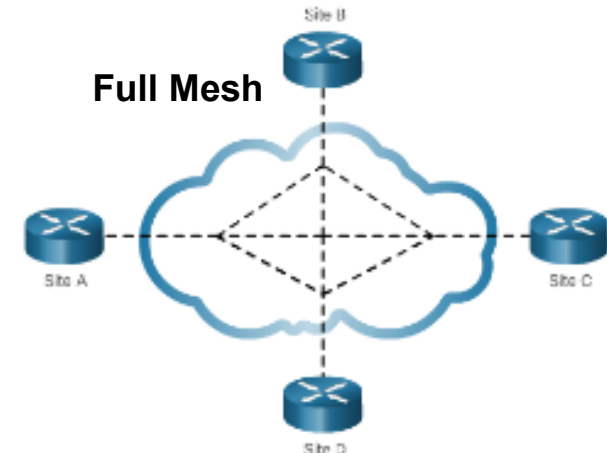
■ Zdvojený Hub-and-Spoke (Dual-homed)

- Ako Hub and Spoke, avšak s redundanciou Hub smerovača

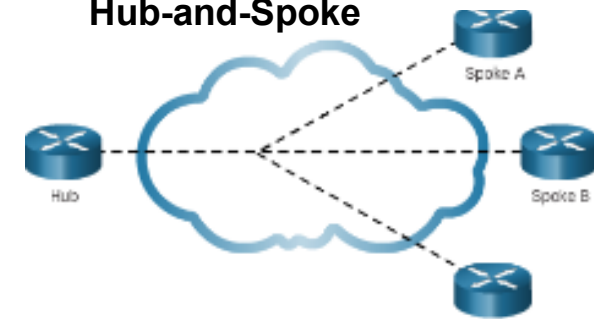
Point-to-Point



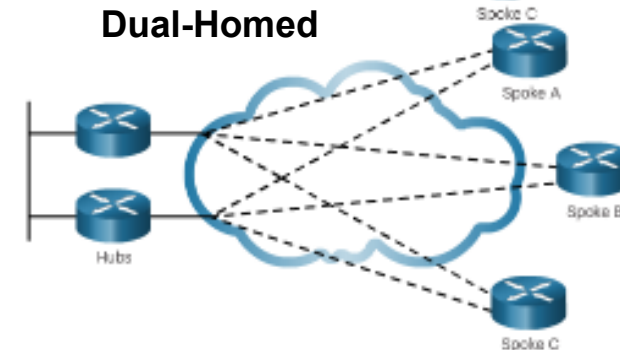
Full Mesh



Hub-and-Spoke

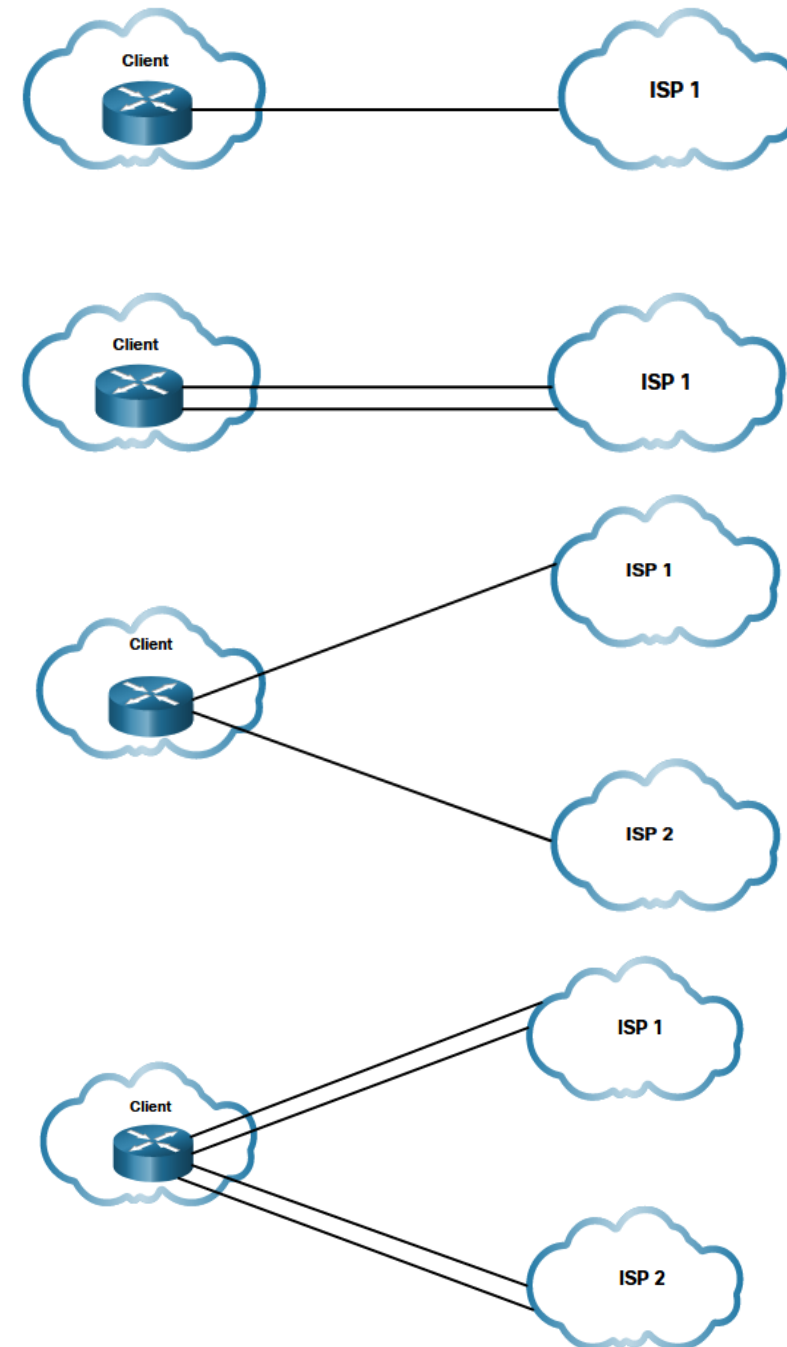


Dual-Homed



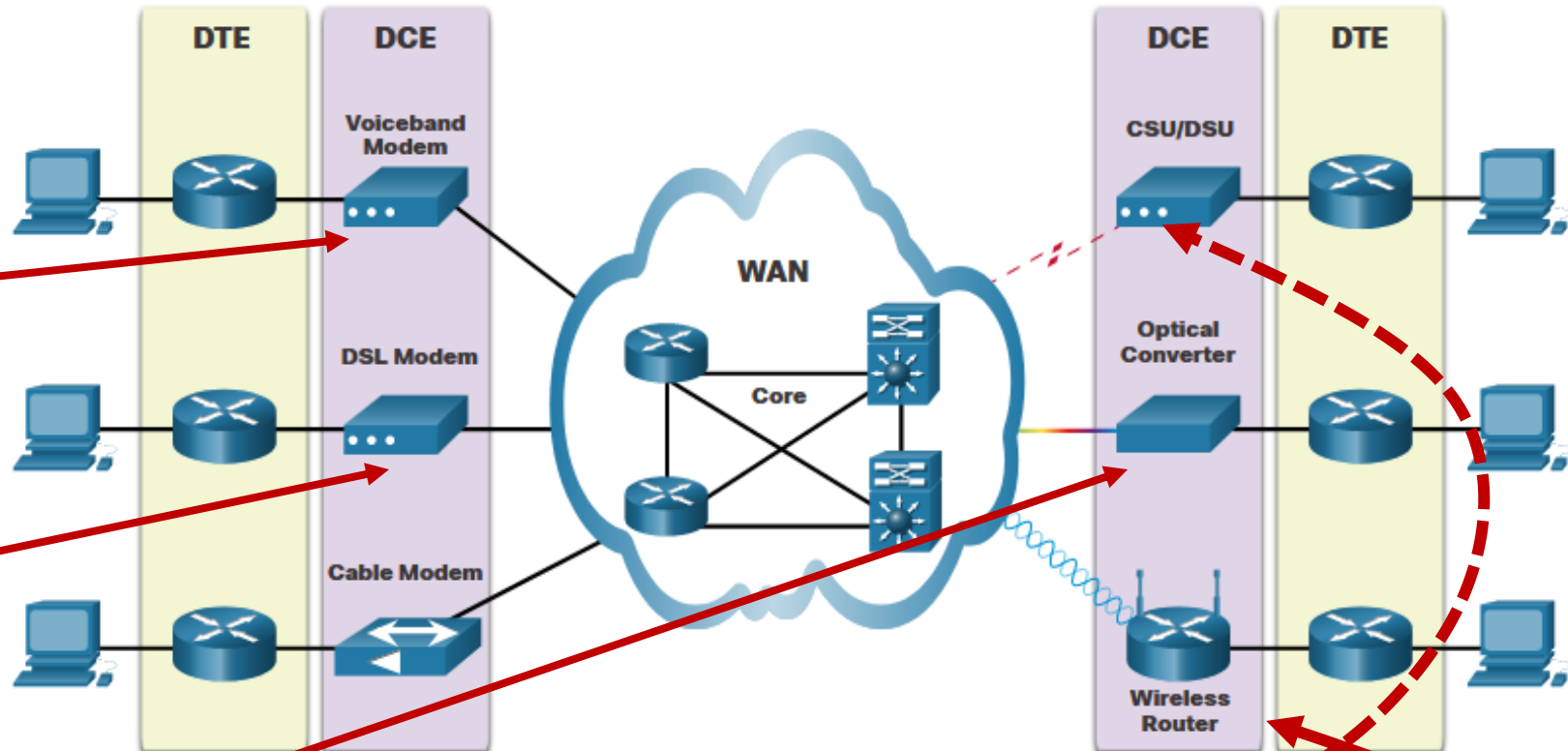
Riešenie konektivity na ISP

- **Single-homed**
 - Jedna linka na jedného ISP
 - Najlacnejšie, ale žiadna redundancia, je SPoF
- **Dual-homed**
 - Dve linky ale na toho istého ISP
 - Napr. Primar/Backup
 - Pridáva redundanciu a Load Balancing
 - Avšak je závislosť od toho istého ISP
- **Multihomed**
 - Pripojenie na viacerých ISP, drahšie riešenie
 - Ako Dual homed, ale odstraňuje závislosť na jednom ISP
- **Dual-multihomed**
 - Zdvojený multihomed
 - Najodolnejšie ale najdrahšie riešenie



WAN zariadenia

- Modem / Voiceband modem
 - História, prevod digitálneho signálu na frekvencie analógového signálu
- DSL modem / Cable modem
 - Broadband modemy, vysokorýchlostné modemy na always-on-konektivity



- Optické konvertery
 - Konverzia signálov, napr. optika / med'
- Access server (DSLAM)
 - Zariadenie riadiace volania o pripojenie (PPP/PPPoE dial-in a dial-out) zákazníkov, napr. pri DSL
 - Server or smerovač s množstvom modemov

- CSU/DSU
 - Channel Service Unit/Data service Unit
 - WAN modemy konvertujúce LAN dáta do formy vhodnej pre WAN prenos (napr. Ethernet do WAN T1/E1 TDM)
 - V prípade Cisco môže byť vo forme WIC karty či externé
- Smerovač
 - Aj wireless router, Access Point
- Prepínač

Príklad zariadení

- Riešené ako interné alebo externé zariadenia

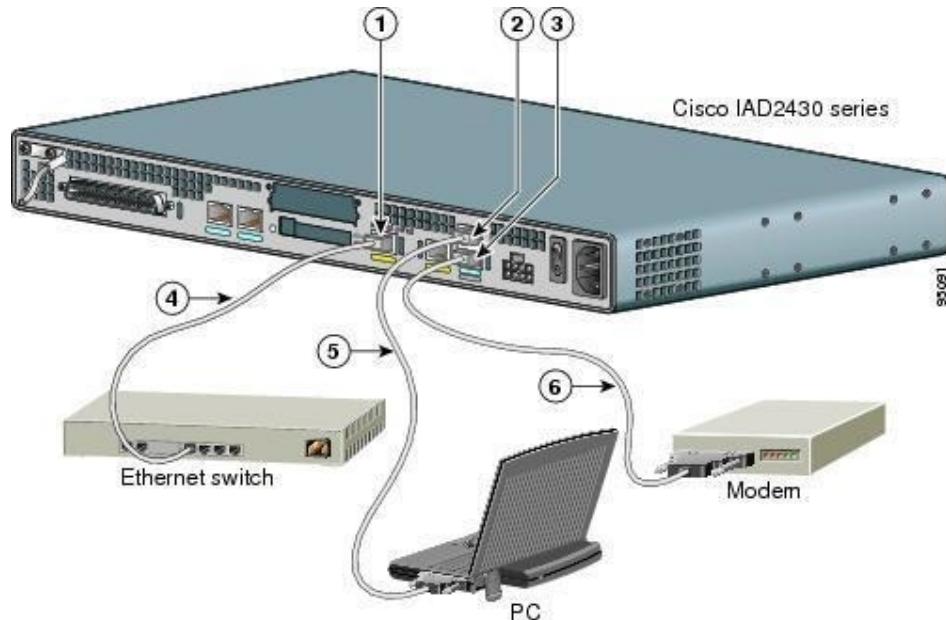


- Externý Cisco DOCSIS káblový modem

- Interná Cisco CSU/DSU Wan karta



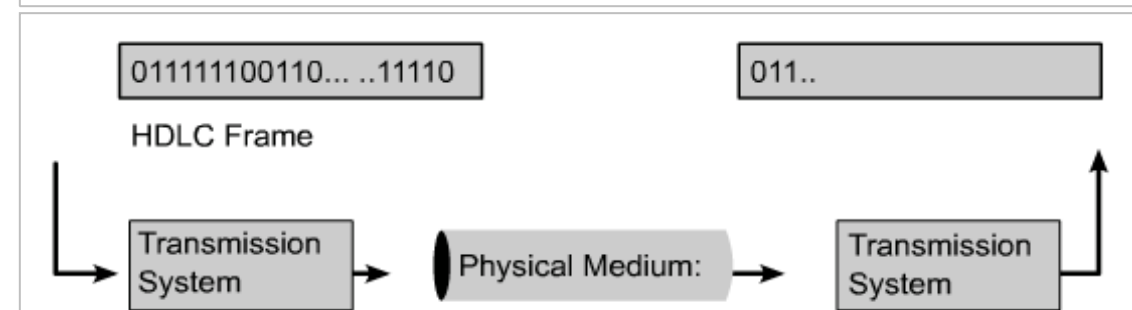
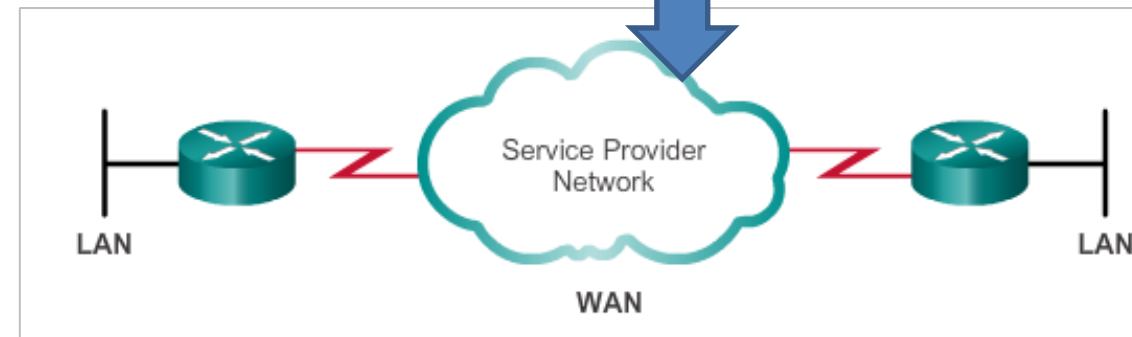
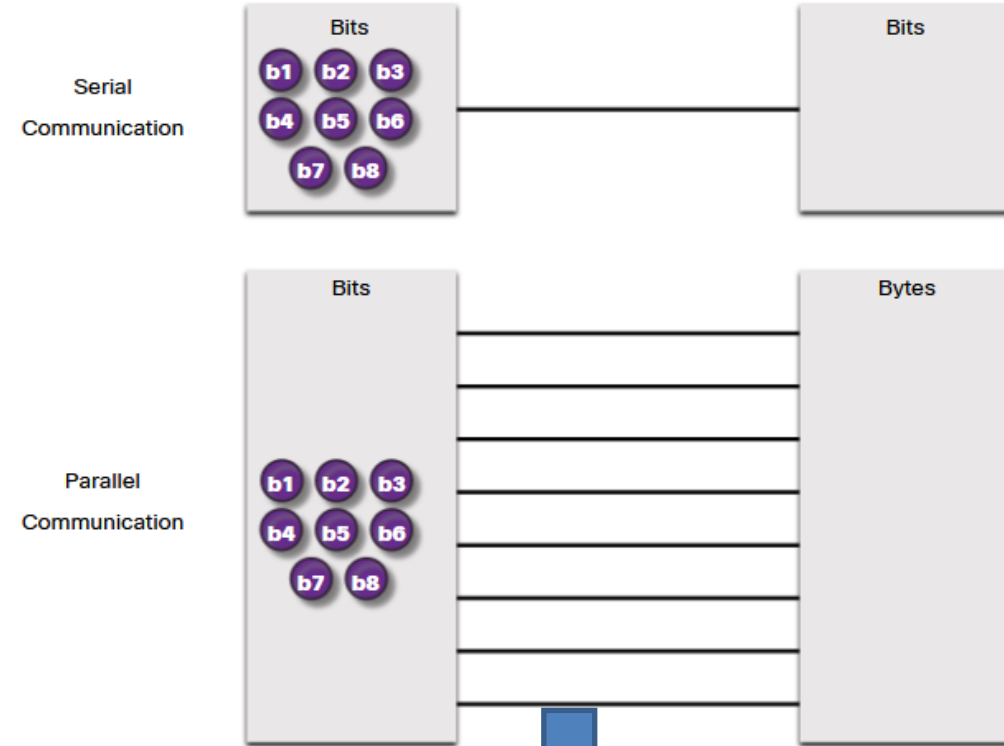
- DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer)



- Jedna z možností riešenia zapojenia

Komunikačné WAN linky

- Možné riešenie komunikácie na linke
 - Paralelne => Viac bitov naraz
 - Sériovo => bit po bite
- WAN => Typicky používa **sériovú komunikáciu**, nie paralelnu
 - Dôvody?
 - Problém synchronizácie (skew time)
 - Interferencie (Cross Talk)
 - Výhody?
 - Lacnejšie média, odpadá problém so synchronizáciou
 - Médium má dlhší dosah, nakoľko odpadá alebo sa ľahšie eliminuje CrossTalk

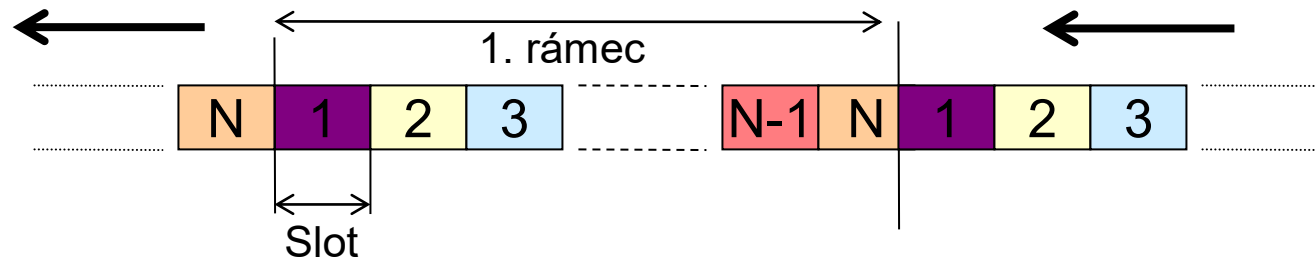




WAN prenosové a prepojovacie systémy

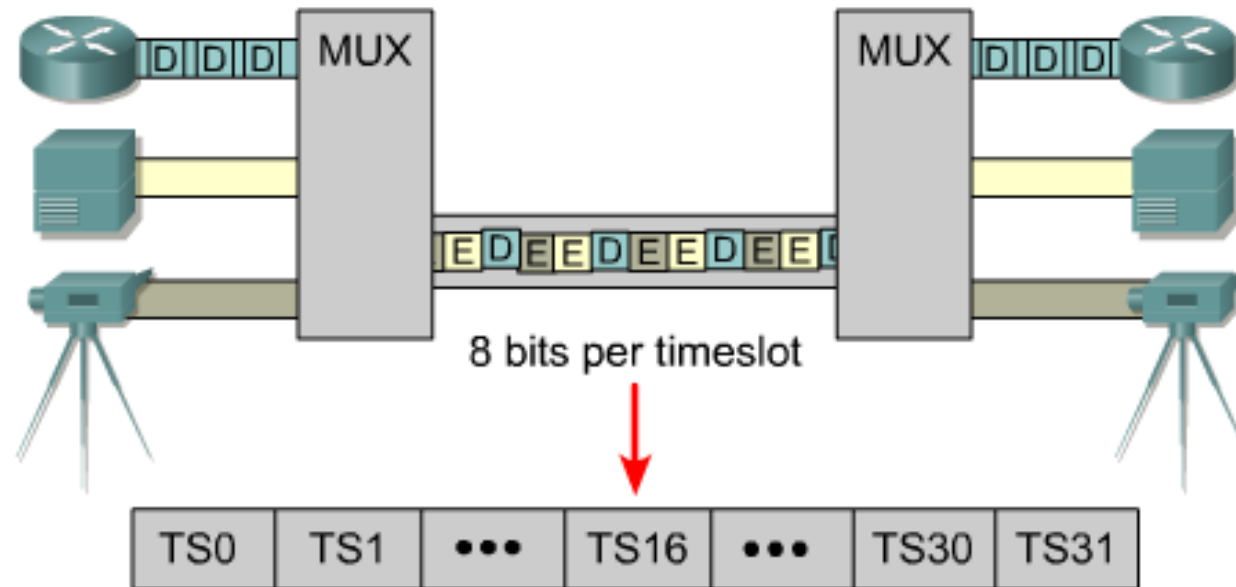
Ako sa využíva prenosová cesta a ako sa zostaví spojenie

Synchrónny prenos - Time-Division Multiplexing (TDM)



- Prenosová cesta sa rozdelí na tzv. časové sloty
- Pozícia slotu je presne určená v čase, obsah rovnomerne obsadzovaný pomocou synchrónneho časového multiplexovania
- Používané napr. v telefónnej sieti
- Výhody
 - Jeden slot pridelený jednému komunikujúcemu
 - Získam garanciu prenosovej šírky pásma
 - Prenášajú sa len „užitočné dáta“
- Nevýhody
 - Plytvanie prenosovými prostriedkami (ak nemám konšt. gener. dáta)
 - Pre dátové siete nie veľmi vhodné

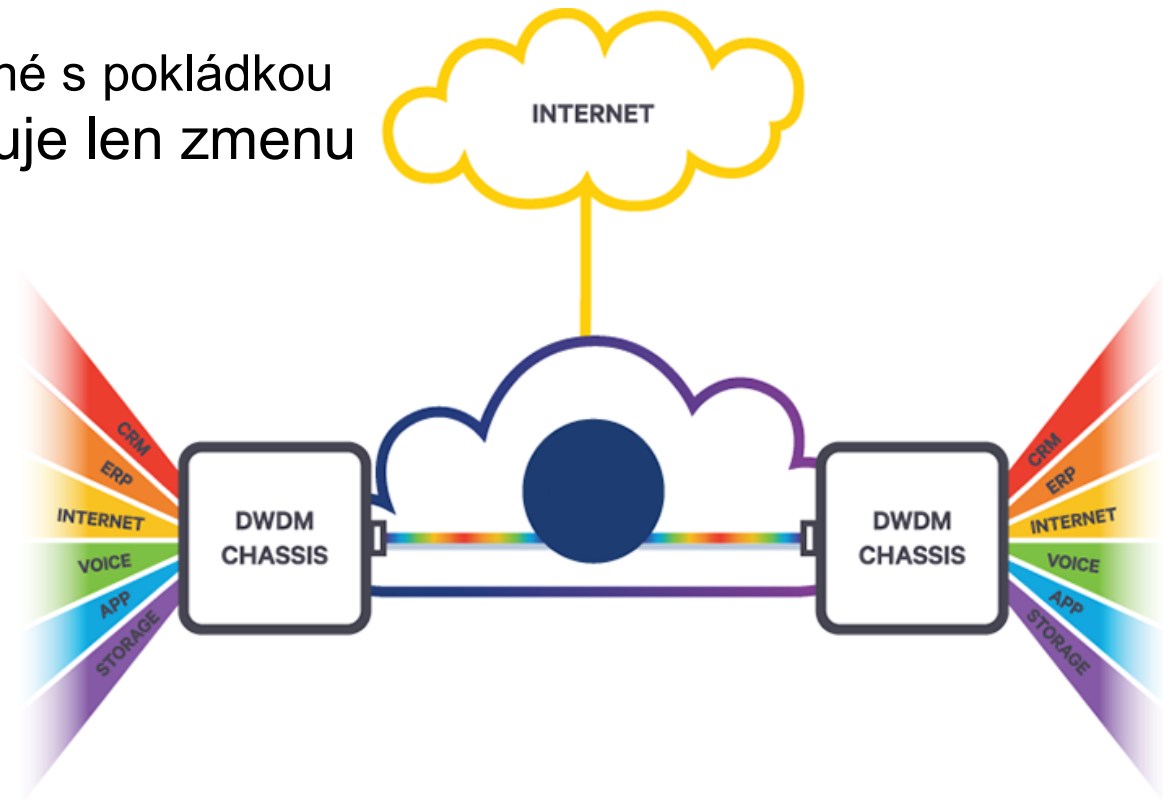
Synchronný prenos - Time-Division Multiplexing (TDM)



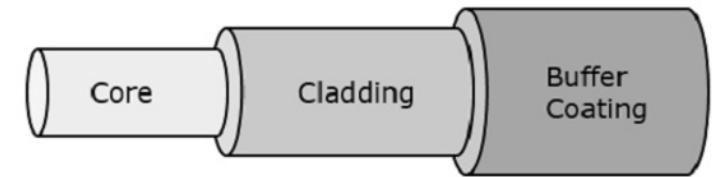
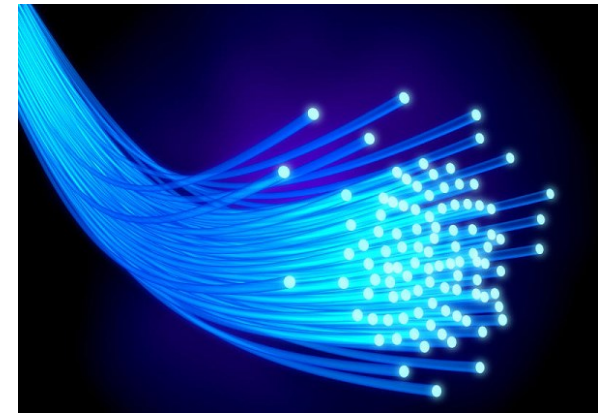
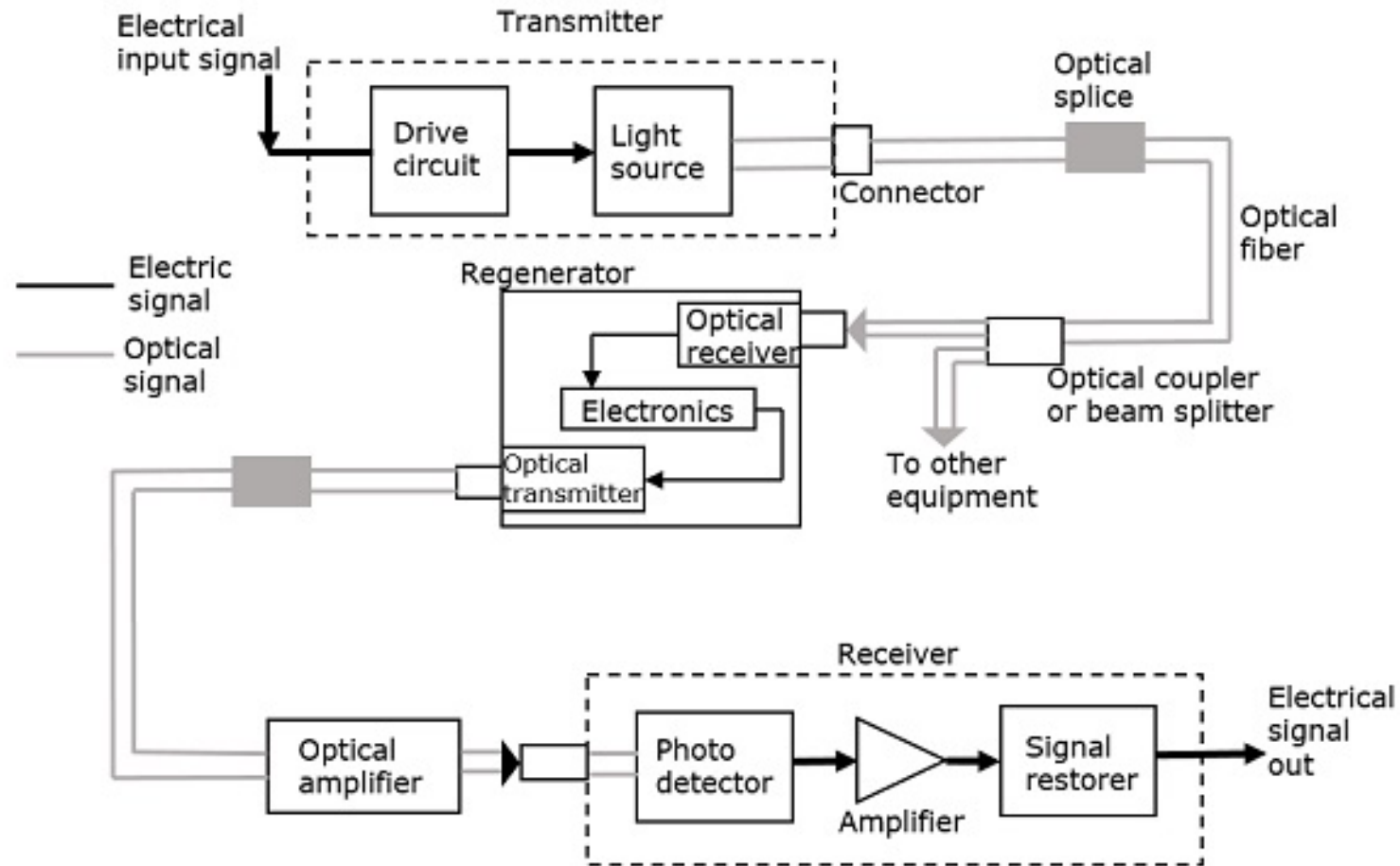
- Timeslots are always present even if data is not available for sending.
- Bandwidth is statically allocated to the application.
- Protocol independent (HDLC, PPP).

Súčasný trend – optika na L1

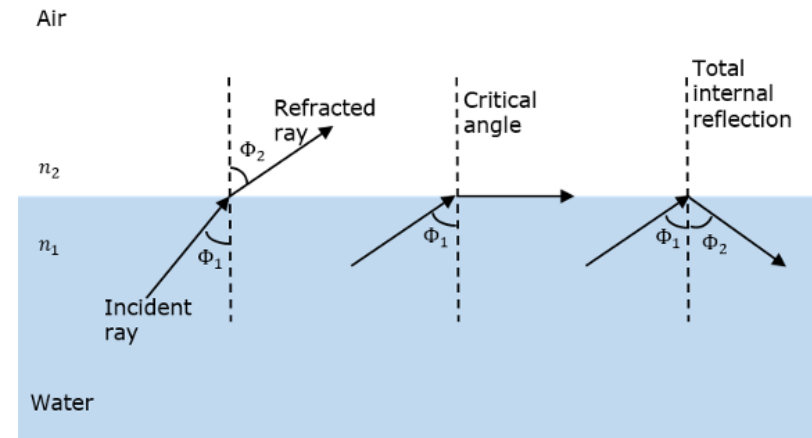
- ISP investujú do budovania optickej infraštruktúry
 - Drahšia ale dlhodobejšia investícia
 - Najdrahšie nie je médium ale procesy spojené s pokládkou
 - Upgrade zariadení => mnohokrát vyžaduje len zmenu „sieťoviek“ / tranceiverov
- DarkFiber
 - Prenájom celého vlákna
- Riešenia
 - DWDM - **Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)** – aktuálne veľmi používaná technológia
 - Zvyšuje kapacitu SDH/SONET
 - + môže používať TDM
 - Dve staršie technológie na L1
 - SDH - Synchronous Digital Hierarchy (SDH) – globálny štandard, využíva TDM
 - SONET - Synchronous Optical Networking (SONET) – americká verzia SDH



Komunikácia cez optiku

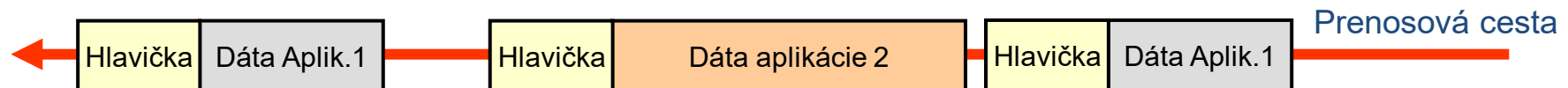


Parts of an Optical fiber

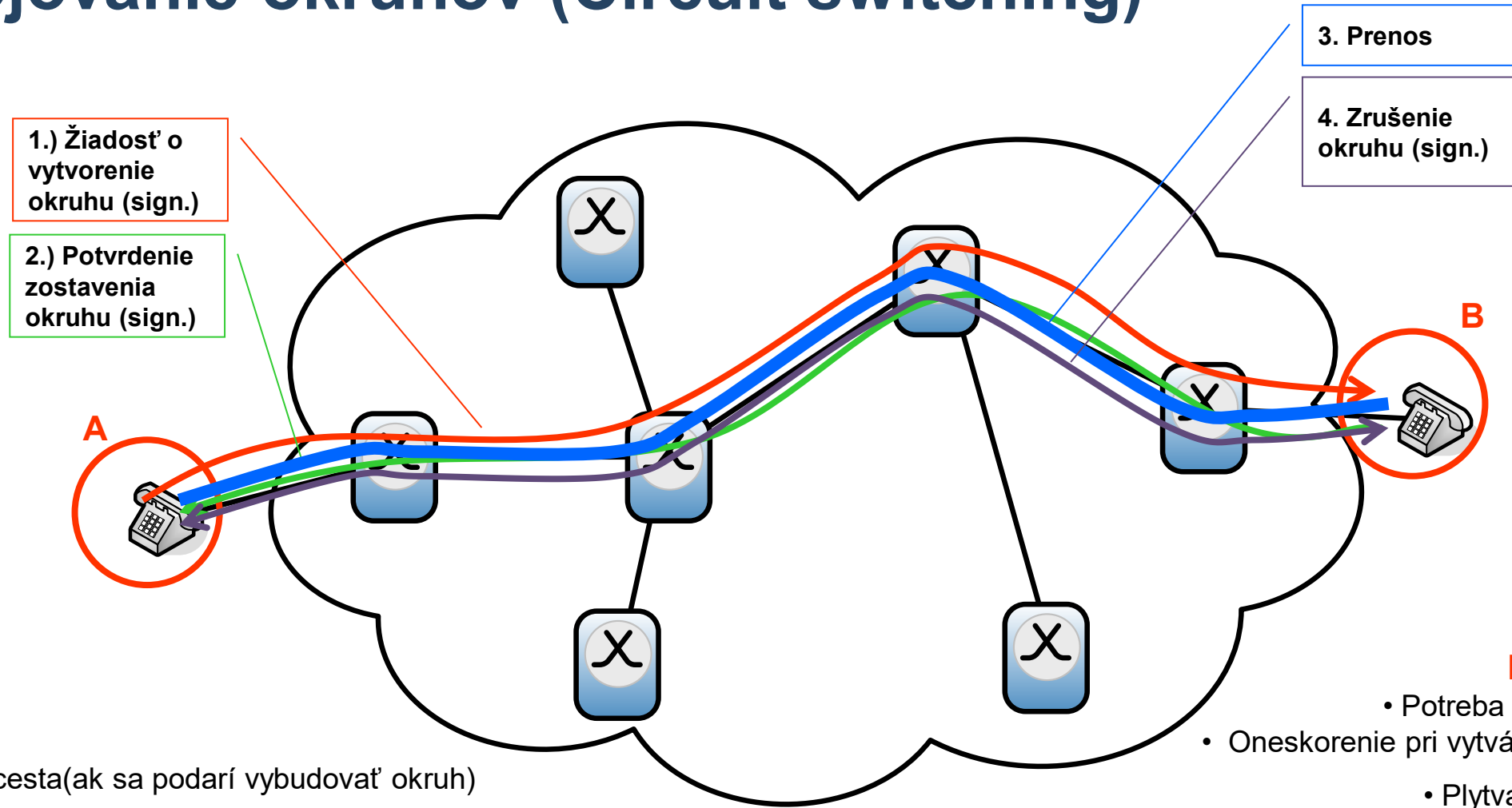


Paketový prenos (ako je cesta využívaná)

- Na prenos informácie dátové bloky (pakety) premenlivej dĺžky
- Každý paket
 - Nezávislý => Potrebujem dodať doplnkové info potrebné k prenosu paketu => Hlavička
- V sieti:
 - Žiadne garancie, nie sú vytvárané kanály
 - Prístup k prenosovým prostriedkom kedy je potrebné
 - Nemusím čakať na „slot“
 - Každý paket spracovávaný samostatne na základe údajov v hlavičke
 - Pakety môžu prísť poprehadzované
 - Dáta sa môžu stratiť
- **Nevýhody:**
 - Prenášam „neužitočné informácie“ (hlavička), potrebné na činnosť siete - protokolu
 - Negarantované prenosové pásmo, zaťaženie každého prenosového uzla
- **Výhody:**
 - Efektívne a ekonomické využitie prenosového pásma
 - Dáta sú prenášané len vtedy, keď sú nejaké určené k prenosu



Prepojovanie okruhov (Circuit switching)



Výhody:

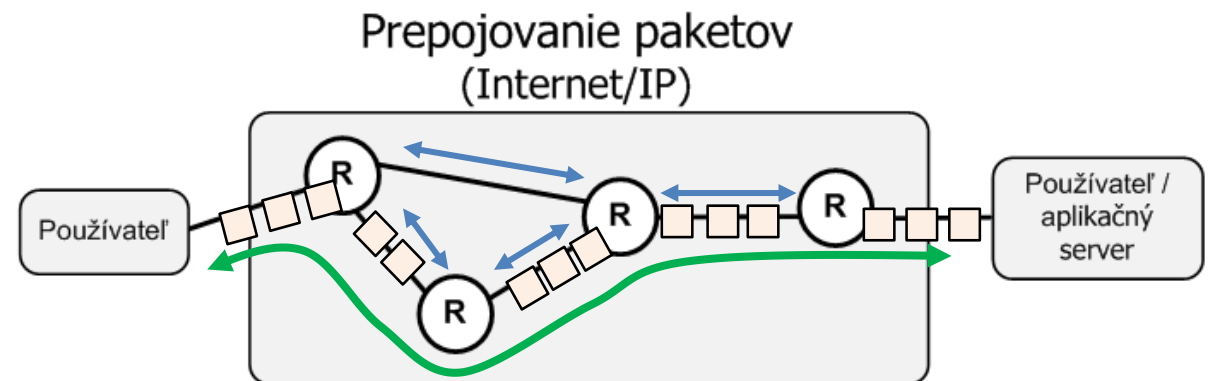
- Dedikovaná cesta (ak sa podarí vybudovať okruh)
- Garancia prenosového pásma
- Garancia QoS
- Rýchlosť systému pri prenose

Nevýhody:

- Potreba signalizácie
- Oneskorenie pri vytváraní okruhu
- Plytvanie zdrojmi (ak plne nevyužijem kapacitu)
- Raz zarezervované zdroje kým sa neuvolnia nie je možné použiť

Prepojovanie paketov (Packet switching)

- Princíp
 - Dáta sú pred vstupom do siete delené (segmentované) a smerované ako nezávislé dátové bloky
 - Špecificky nehovorí o L2,L3 alebo o L4 riešenie sa jedná
- Spojenie
 - Zostavenie
 - PVC (Permanent Virtual Circuit):
 - SVC (Switched Virtual Circuit:
 - Spoľahlivé: TCP, alebo Virtuálne okruhy (VC)
 - Nespoľahlivé: Ethernet, MPLS, IP, UDP
- Sieť potrebujú doplňujúce informácie => prenos „neužitočných dát“
- Typické príklady realizácie:
 - Ethernet WAN (Metro Ethernet),
 - Multiprotocol Label Switching (MPLS)
 - Frame Relay
 - Asynchronous Transfer Mode (ATM)

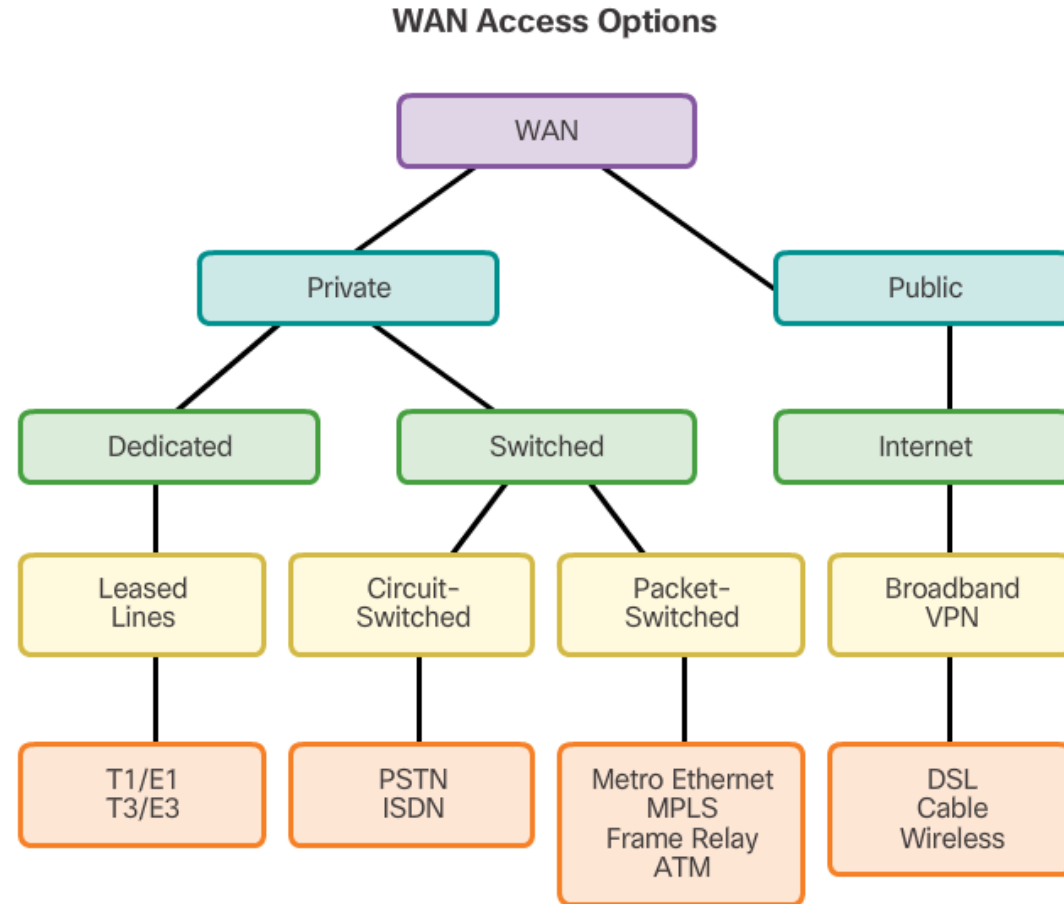




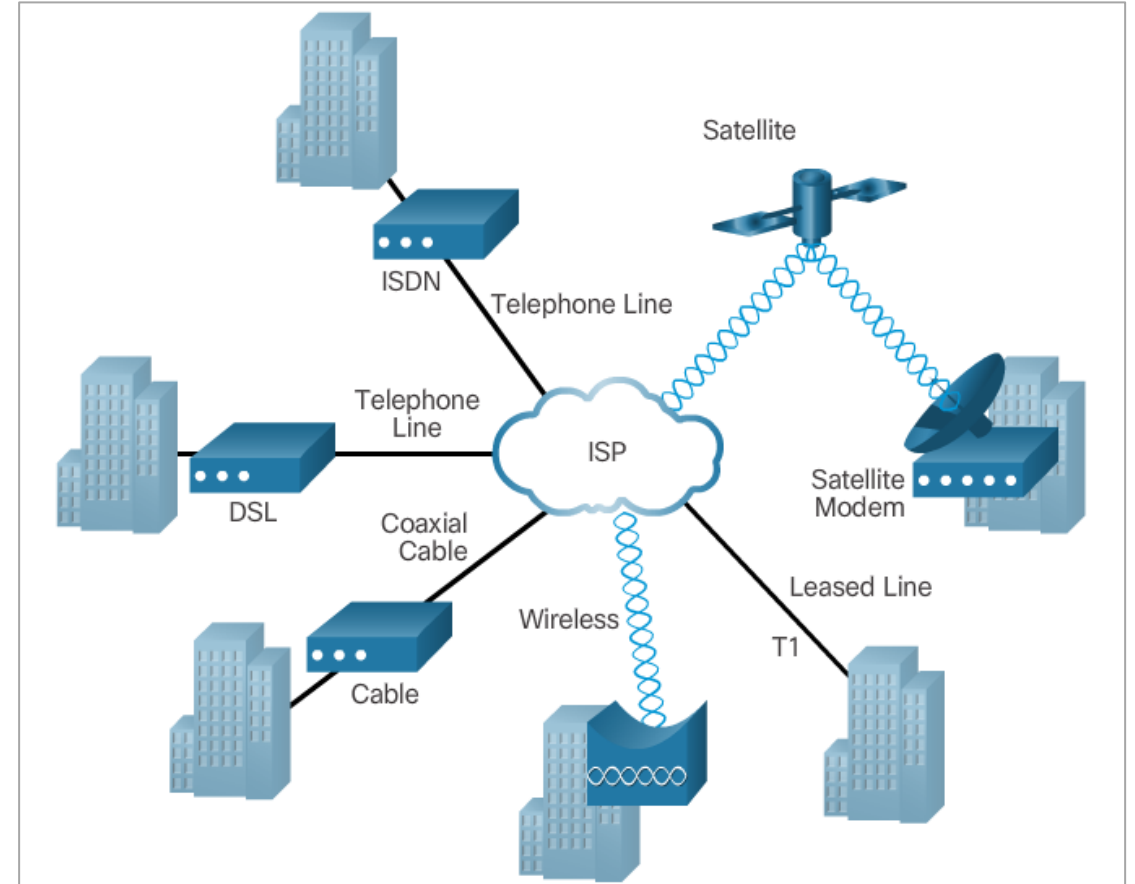
Spôsoby riešenia WAN a prístupu do WAN

Spôsoby riešenia prístupu do WAN

Možnosti prístupu



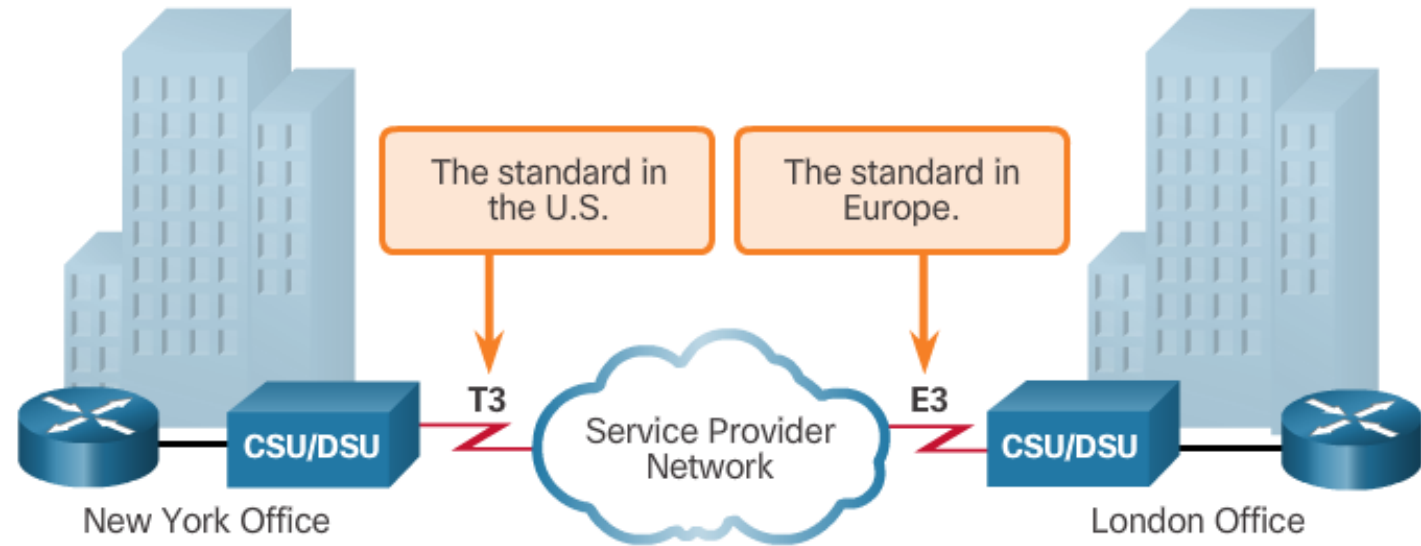
Riešenia prístupu do siete



Dôležité poznať a orientovať sa => nasleduje prehľad

Leased line (Prenajaté okruhy)

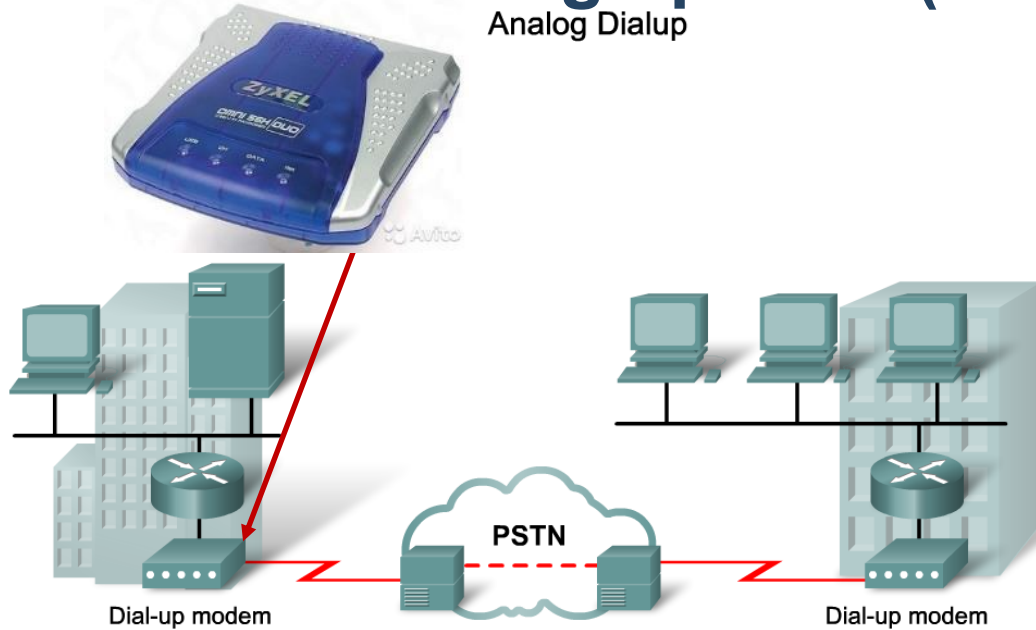
- Digitálna point-to-point linka
 - Skôr logická ako fyzická (TDM alebo WDM okruh)
 - Realizácia ako **T1(USA)/E1 (EU)** (máme v labe), SONET, SDH/PDH
- Permanentná dedikovaná kapacita
 - kapacita nie je zdieľaná
 - dobré parametre oneskorenia a chvenia
- Cena od rýchlosti
- Nižšia flexibilita



Line Type	Bit Rate Capacity
56	56 kb/s
64	64 kb/s
T1	1.544 Mb/s
E1	2.048 Mb/s
J1	2.048 Mb/s
E3	34.064 Mb/s
T3	44.736 Mb/s
OC-1	51.84 Mb/s
OC-3	155.54 Mb/s

Line Type	Bit Rate Capacity
OC-9	466.56 Mb/s
OC-12	622.08 Mb/s
OC-18	933.12 Mb/s
OC-24	1244.16 Mb/s
OC-36	1866.24 Mb/s
OC-48	2488.32 Mb/s
OC-96	4976.64 Mb/s
OC-192	9953.28 Mb/s
OC-768	39813.12 Mb/s

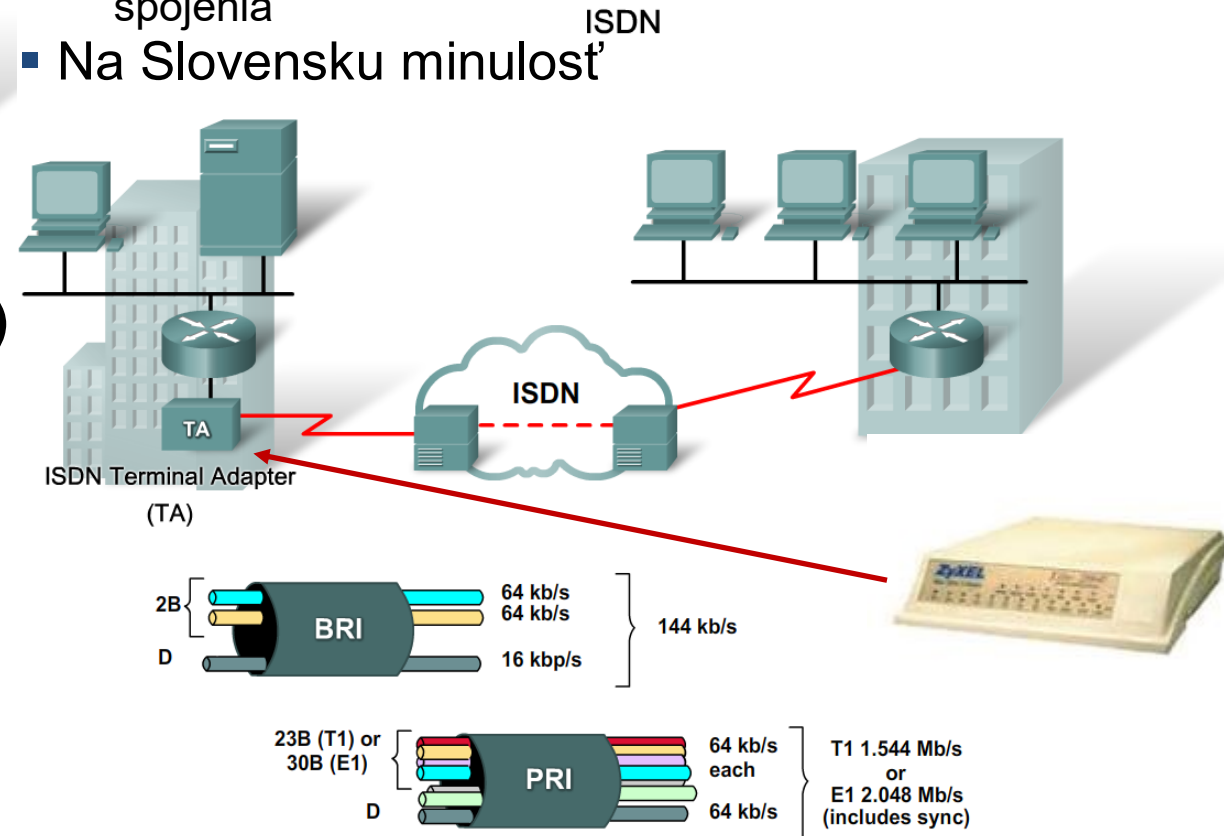
Circuit switching options (Prepojovanie okruhov)



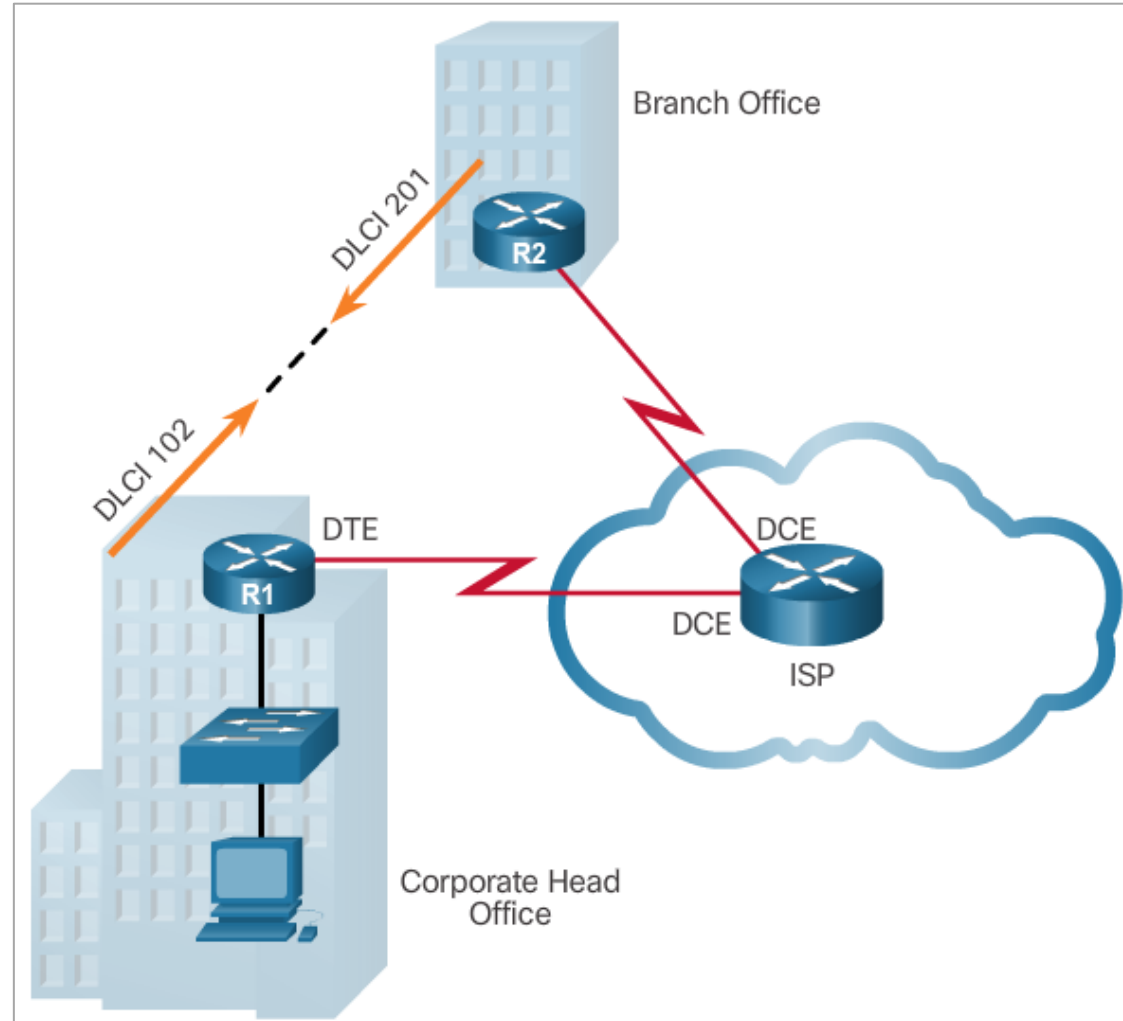
- Vyžaduje modemy a na druhej strane modemové servery
- Výhody:
 - Jednoduchosť, dostupnosť, nízka cena implementácie, rovnaké podmienky na linke (oneskorenie, jitter)
- Nevýhody:
 - Nízka rýchlosť (56kbps max.), dlhý čas zostavenia spojenia
- Na Slovensku minulosť

▪ Integrovaná sieť digitálnych služieb (ISDN)

- BRI prístup (2B+D): 144kbps max.
- PRI prístup (30B+2D): 2,048Mbps max.
- Vyššia kapacita, krátky čas zostavenia spojenia, dedikovaná kapacita
- Používa TDM
- Používaná často ako backup primárnej linky
 - Dial on Demand Routing (DDR)
- Na Slovensku minulosť



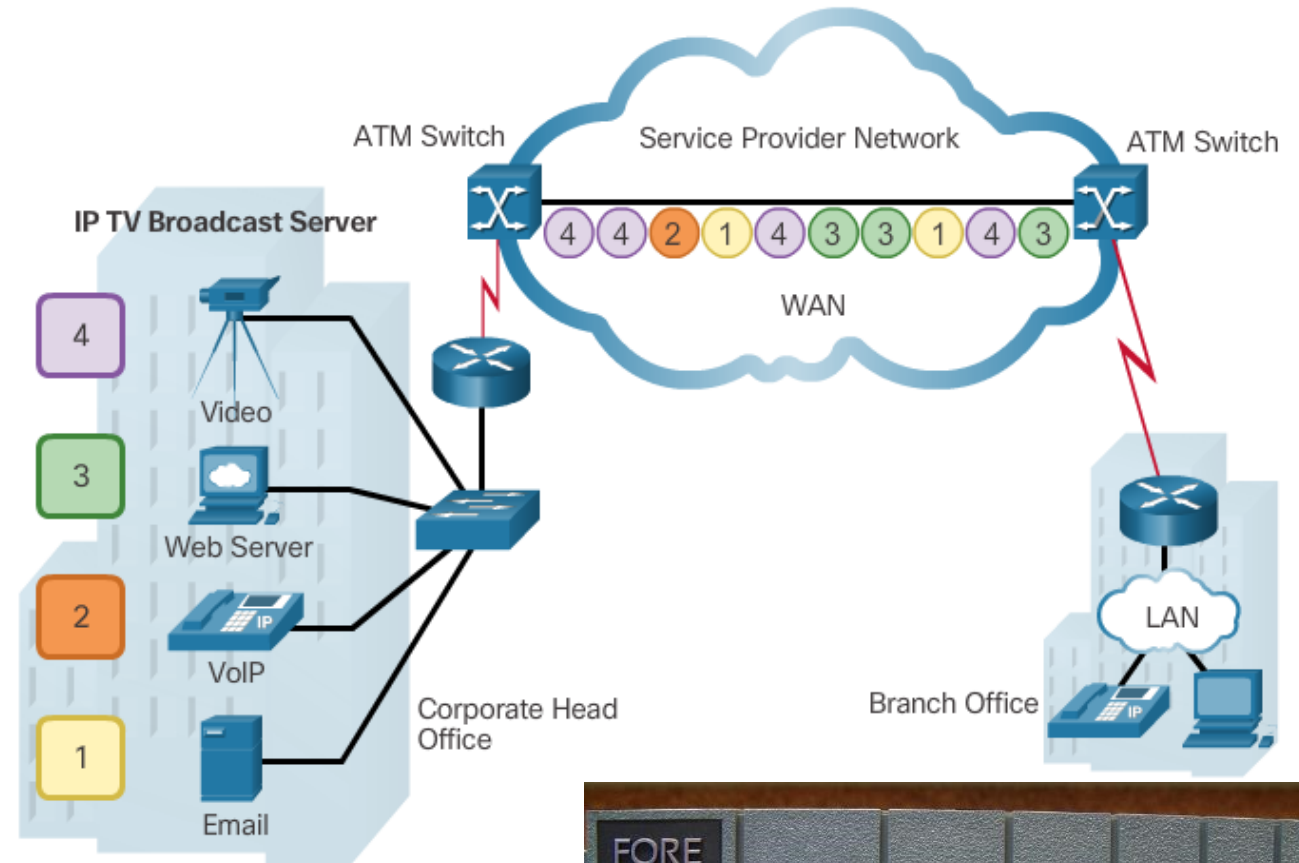
Frame relay (Prepojovanie paketov)



- Frame Relay
 - L2 technológia
 - Náhrada starších pomalých paketových X.25 sietí
 - Podporuje L2 kanály
 - PVC (Permanent Virtual Circuit)
 - SVC (Switched Virtual Circuit) kanály
 - Kanál mal identifikátor – DLCI (Data Link Connection Identifiers)
 - Smerovač R1 posielajúci dáta na R2 použije kanál s DLCI 102
 - Vloží do FR rámca adresu 102
 - Tú FR prepínač v sieti ISP použije na prepnutie smerom k R2
 - R2 v opačnom smere použije DLCI 201
 - Rýchlosť do zhruba 45Mbps (DS-3)
- Príklad: bežný smerovač z lab RB303 s WIC2T kartou a zapnutým FR protokolom
- Pozn.: z CCNA kurikula vypadlo v roku 2017

ATM (Asynchronous transfer mode)

- Paketová technológia so zostavovaním VC spojenia s prepínaním buniek (mini paketov fixnej dĺžky 53B)
- Veľmi komplexná a drahá technológia pre komplexné riešenie celých sietí
 - Telco prístup
- Mala byť univerzálna pre budúcnosť
 - Rýchlosť až do 622Mbps
- V súčasnosti už mŕtva ☹️

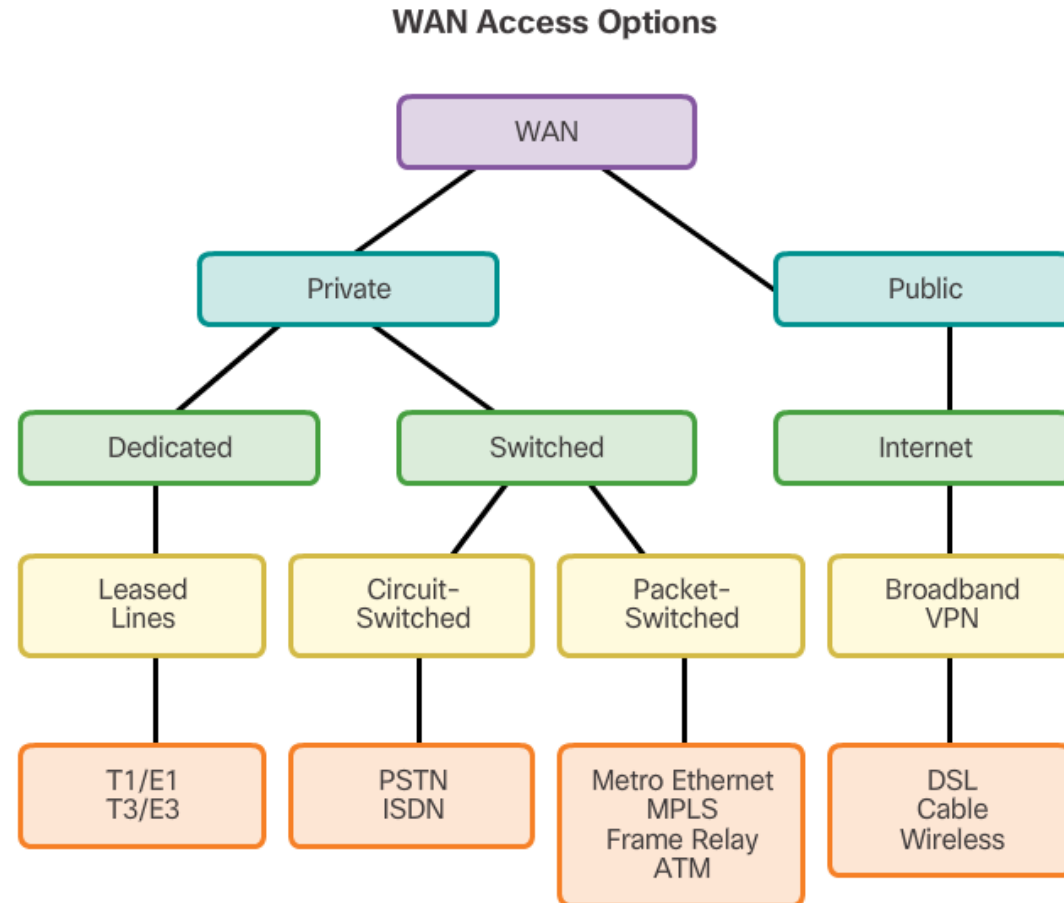




Spôsoby riešenia WAN – moderné prístupy

Moderné spôsoby riešenia WAN

Možnosti prístupu



■ Dedicovaný broadband

- Použitie optického vlákna
- Tzv. „Dark fiber“ => prenajaté alebo zakúpené od dodávateľa.

■ Packet-switched

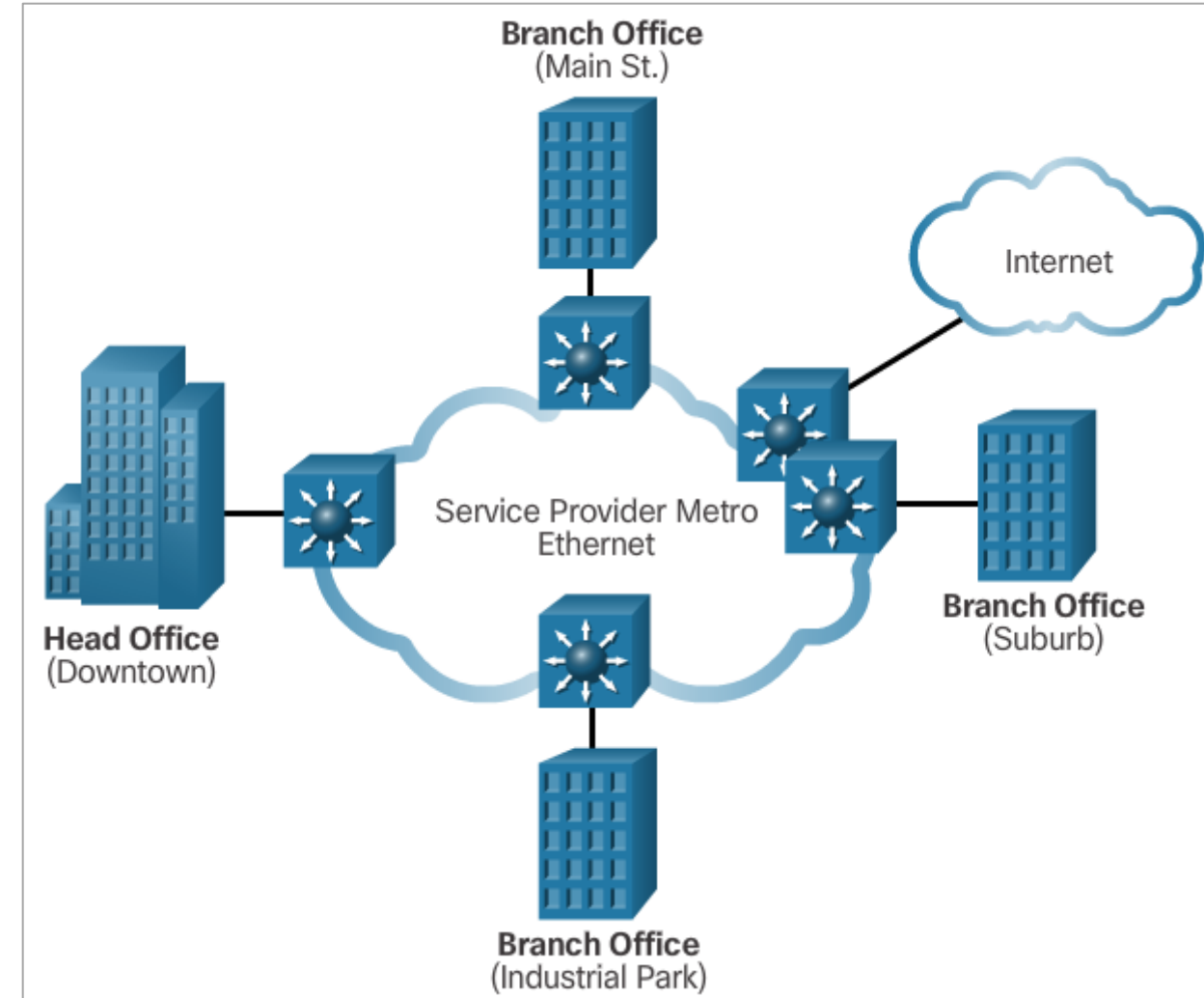
- Metro Ethernet => Ethernet v MAN/WAN => Populárne aj v SR
- MPLS (MultiProtocol Label Switching)
 - Rozšírená realizácia privátnych WAN

■ Internet-based broadband

- Všetky technológie používané na lokálne negarantované pripojenia do internetu (ISP)
 - Wireless (WiFi, LTE, 5G, Wimax, proprietary ...), DSL, Cable modem, ...

Metro Ethernet

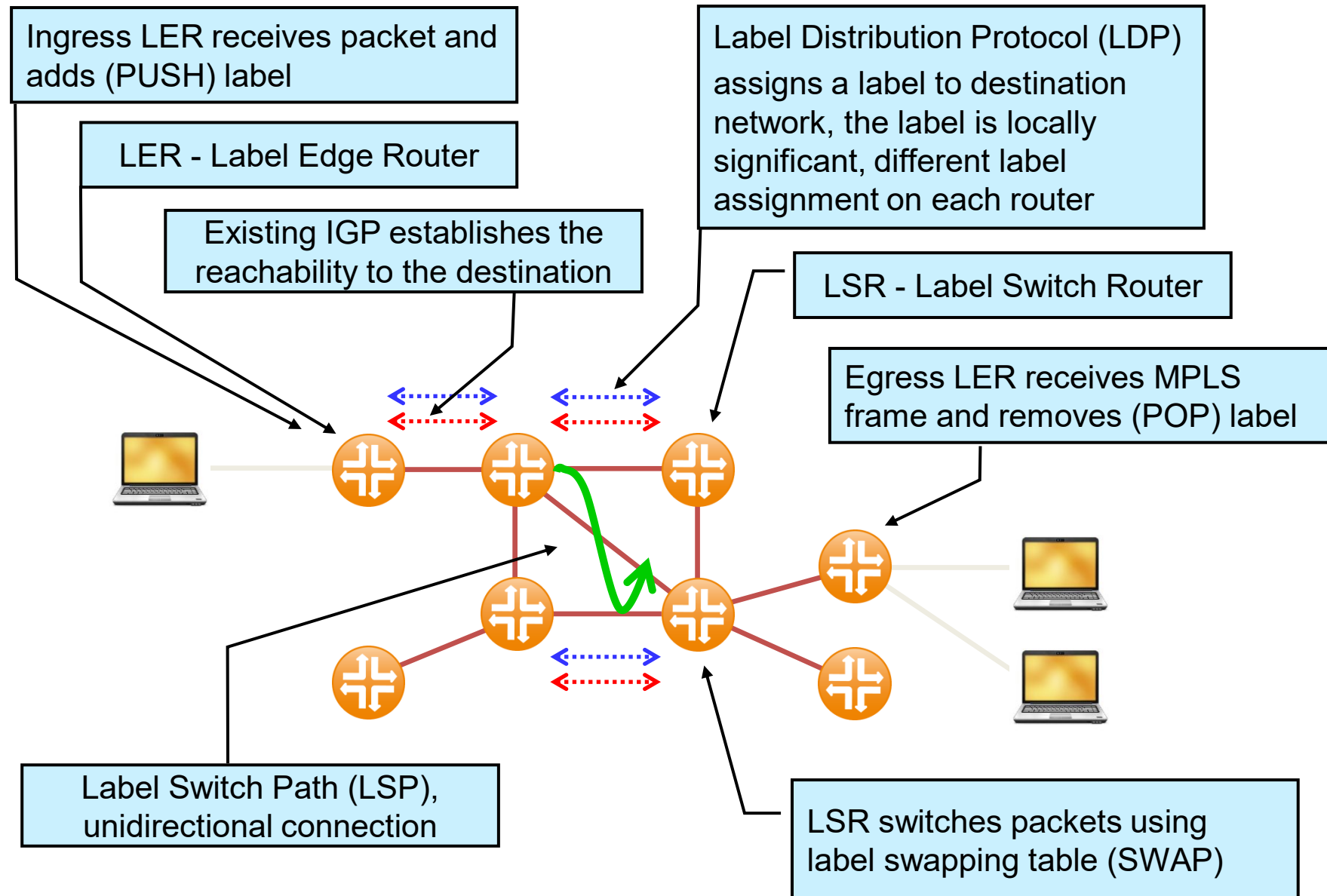
- Na Slovensku rozšírené u ISP pre realizáciu privátnych WAN služieb
 - Nahrádza staršie FR a ATM
 - Účel: Prepojenie lokalít na L2 úrovni (Ethernet to Ethernet)
- Využíva
 - Na L1: využíva optiku na vzdialené
 - Na L2: q-in-q (double dot1q), Ethernet over MPLS
- Veľmi jednoduché, výkonné a efektívne riešenie
 - Ako bežný ethernet, jednoduchá integrácia do dátových sietí
- Obchodné mená
 - Metropolitan Ethernet (MetroE)
 - Ethernet over MPLS (EoMPLS)
 - Virtual Private LAN Service (VPLS) – L2 VPN



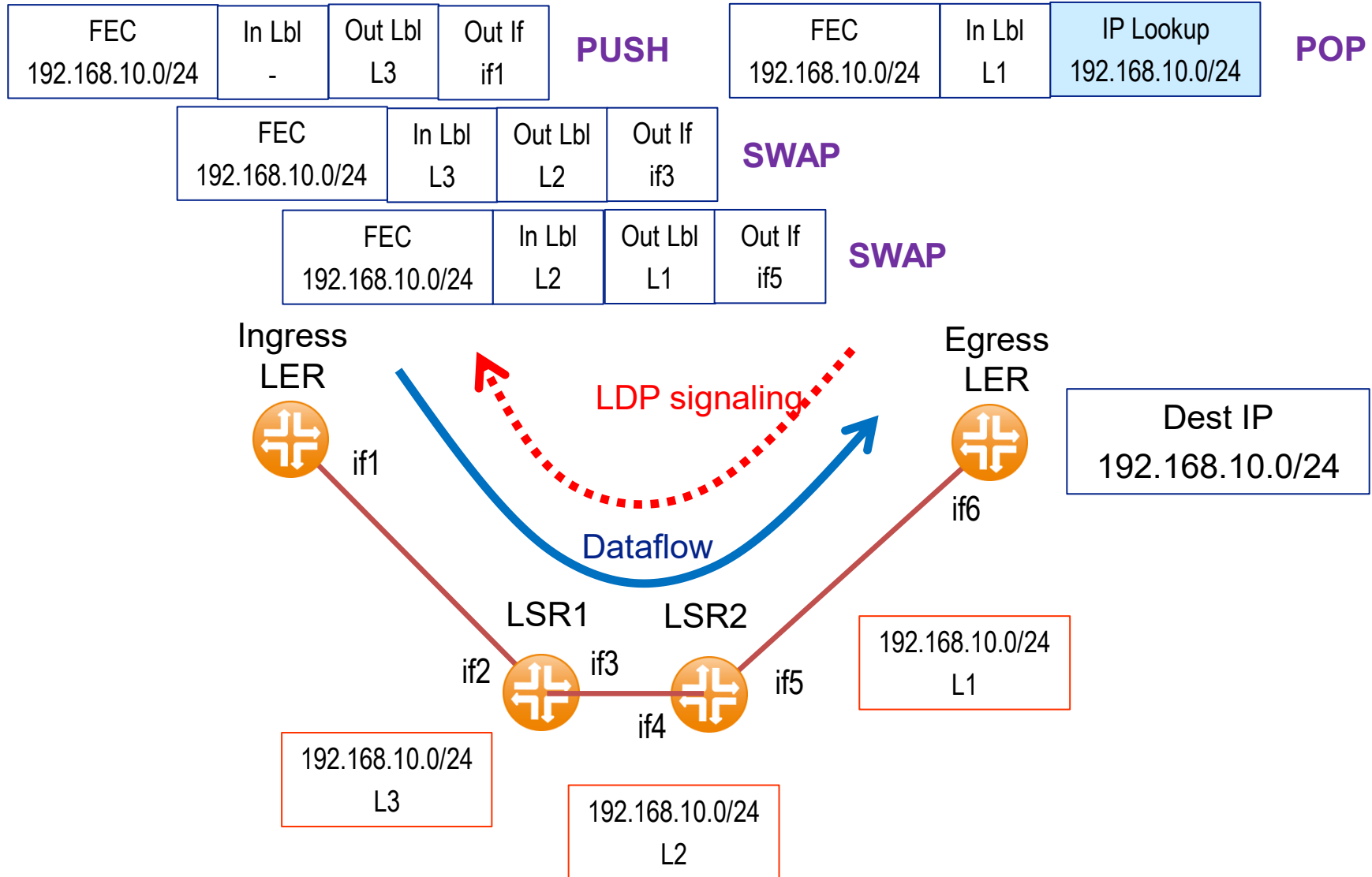
MPLS koncept

- MPLS

- je vysokovýkonná L2,5 WAN technológia, veľmi rozšírená, drahá
- Nesmeruje ale **prepína** pakety zo smerovača na smerovač
 - na základe návestia (MPLS label)
- Viac na ASI predmet Projektovanie sietí 1



MPLS Label Switching

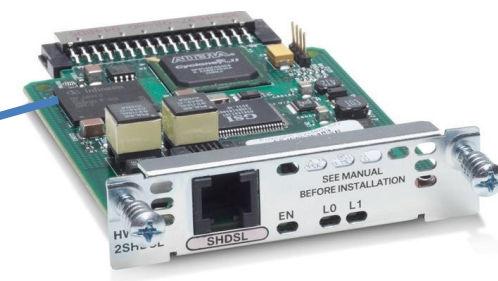
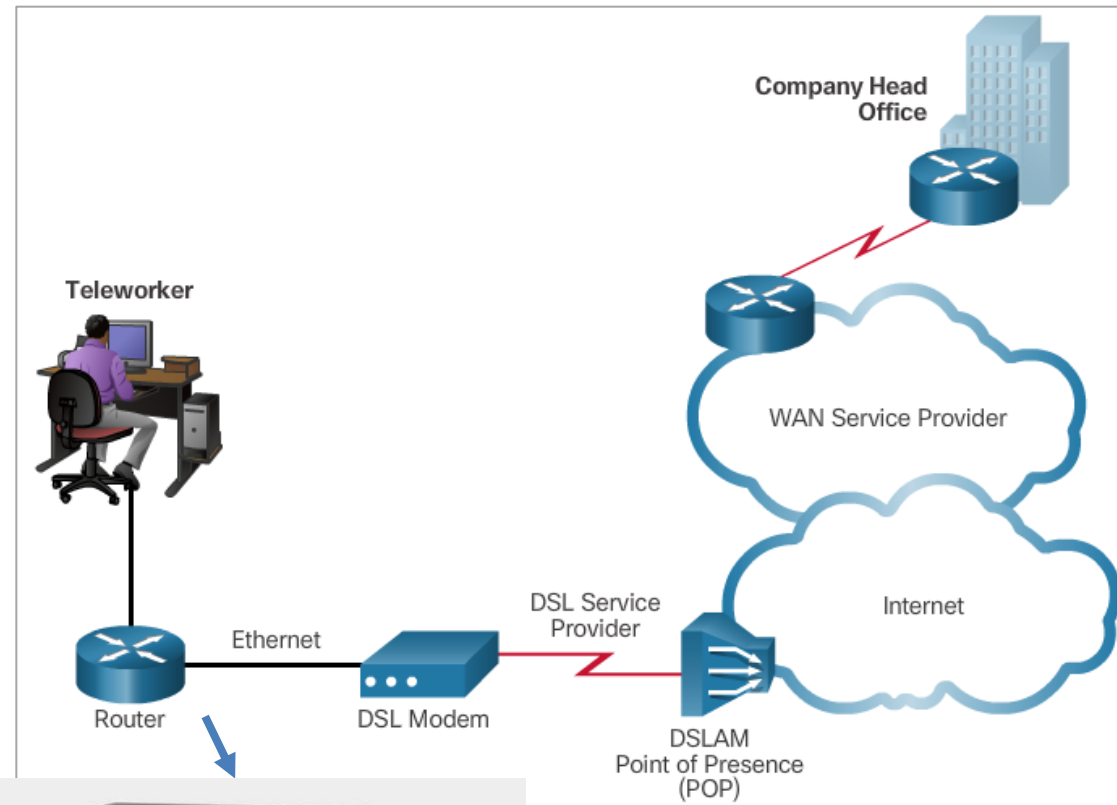




Spôsoby riešenia WAN – moderné širokopásmové prístupy do Internetu

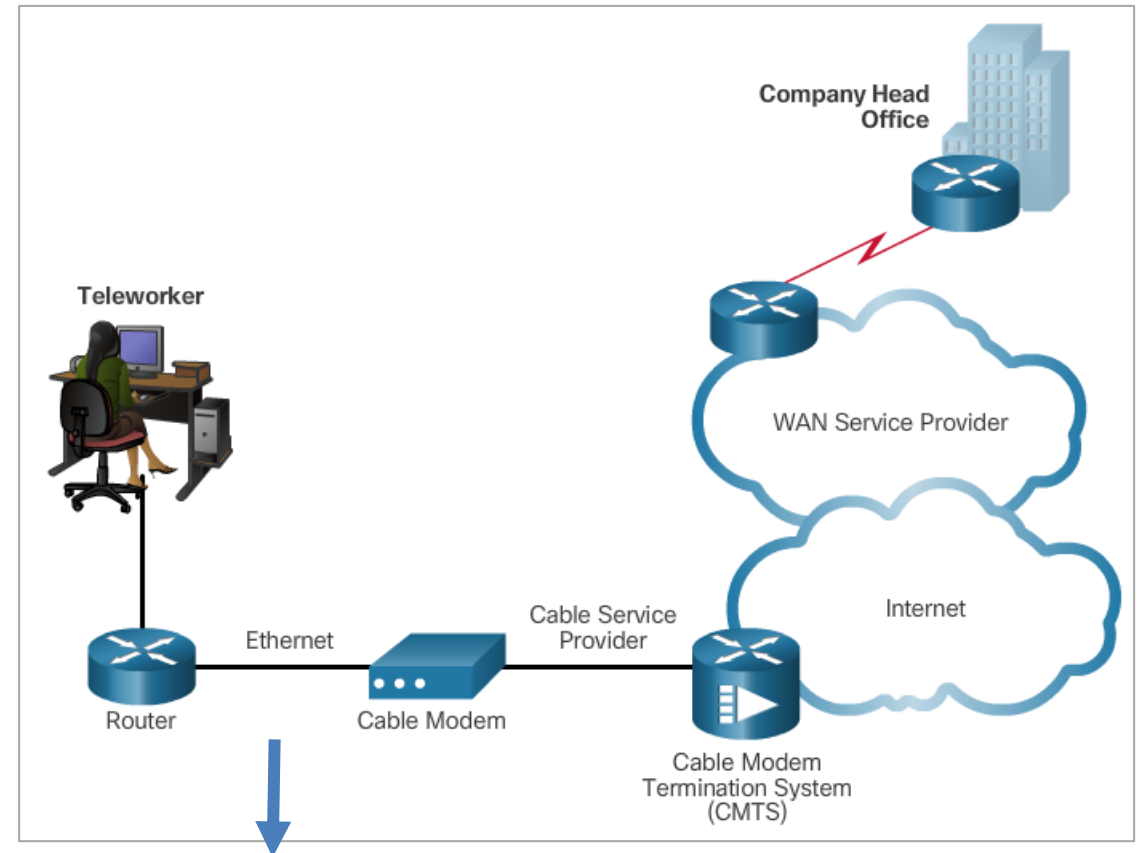
Digital Subscriber Line (xDSL)

- Veľmi populárna širokopásmová *Always-on* technológia
- Využíva existujúce krútené telefónne páry na širokopásmový vysokorýchlostný prenos dát a poskytnutie IP služby
 - Do 80Mbps
- DSL modem konvertuje Ethernet na DSL signál, ktorý je prenášaný na DSLAM



Cable

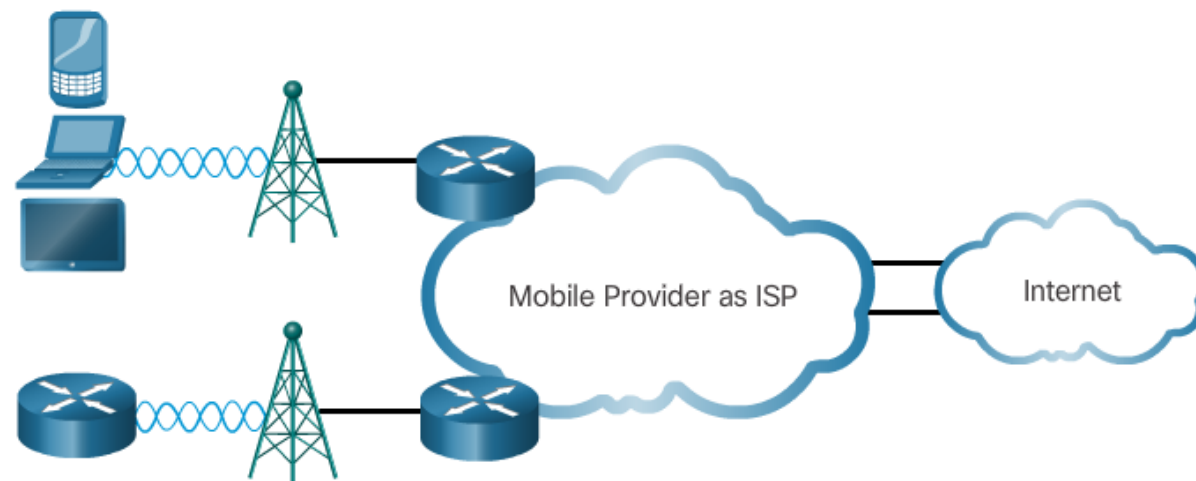
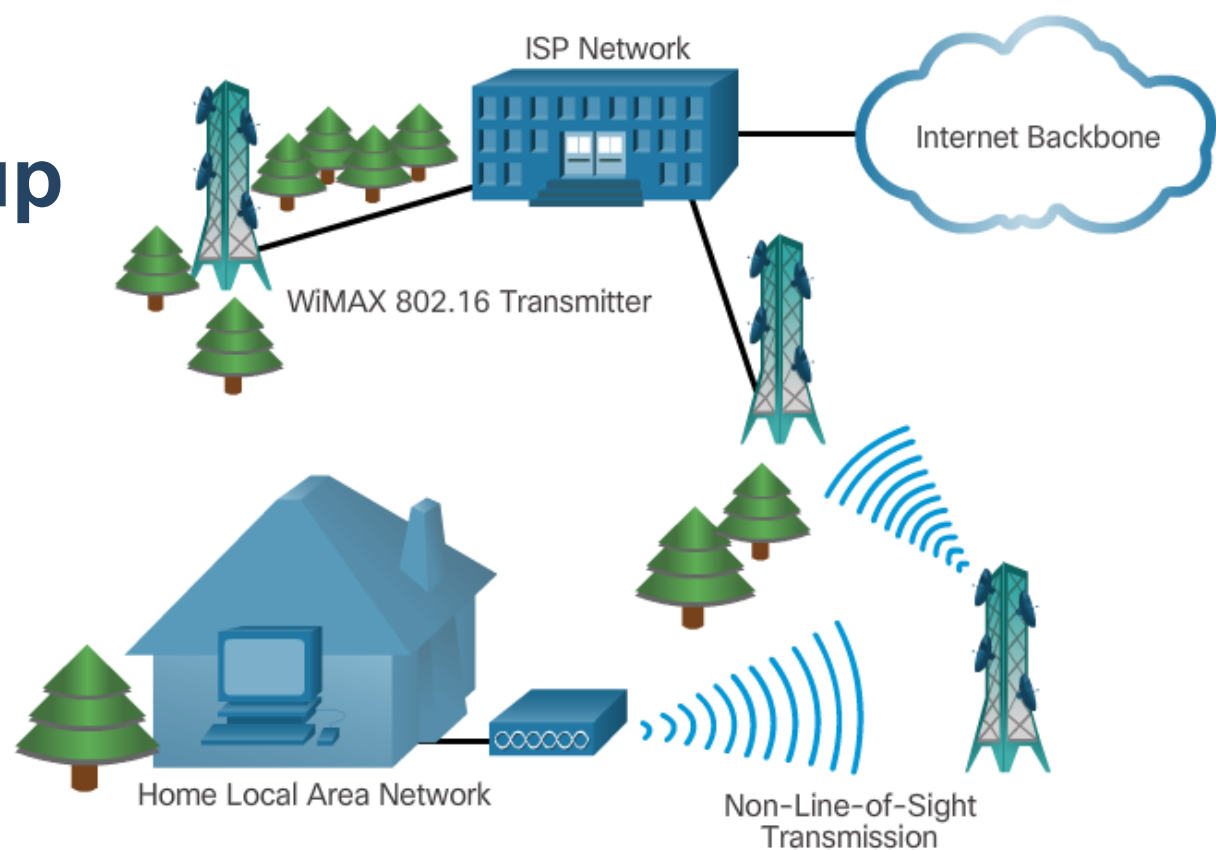
- Prístup do siete cez infraštruktúru káblových TV rozvodov (pôvodne TV operátorov)
- Always-on technológia



Bezdrôtový (Wireless) prístup

Aktuálne trendy v širokopásmových bezdrôtových technológiách:

- **Municipal Wi-Fi**
 - Koncept pokrytia celého mesta voľne dostupným WiFi (univerzálna služba)
- **WiMAX – Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)**
 - Podľa kurikúl:
 - is a new technology that is just beginning to come into use
 - => na SK mŕtva
 - Do 72Mbps
- **Internet cez Satelit**
- **Telefónne mobilné siete**
 - **3G/4G Wireless** – Skratka pre 3 a 4 generáciu mobilných prístupových bezdrôtových sietí.
 - **Long-Term Evolution (LTE)** – Novšia a rýchlejšia technológia, ktorá je súčasťou 4G sietí.
 - Populárny tethering cez MBT či ako backup primárnych liniek



Výber WAN riešenia

- Účel prehľadu?
- Odpoveď na otázky:
 - Aký je účel WAN?
 - Na čo bude WAN slúžiť?
 - Použiť privátne či verejné WAN riešenie?
 - Aké je geografické pokrytie?
 - Aké sú požiadavky na prevádzku?
 - Čím sa pripojiť do siete a aké sú obmedzenia tej ktorej technológie?
 - Čo je lokálne dostupné?
 - Koľko trvá zriadenie?
 - Aká je cena riešenia (zriadenie + poplatky)?





UNIVERSITY OF ŽILINA
Faculty of Management Science
and Informatics

HDLC/PPP L2 WAN protokoly



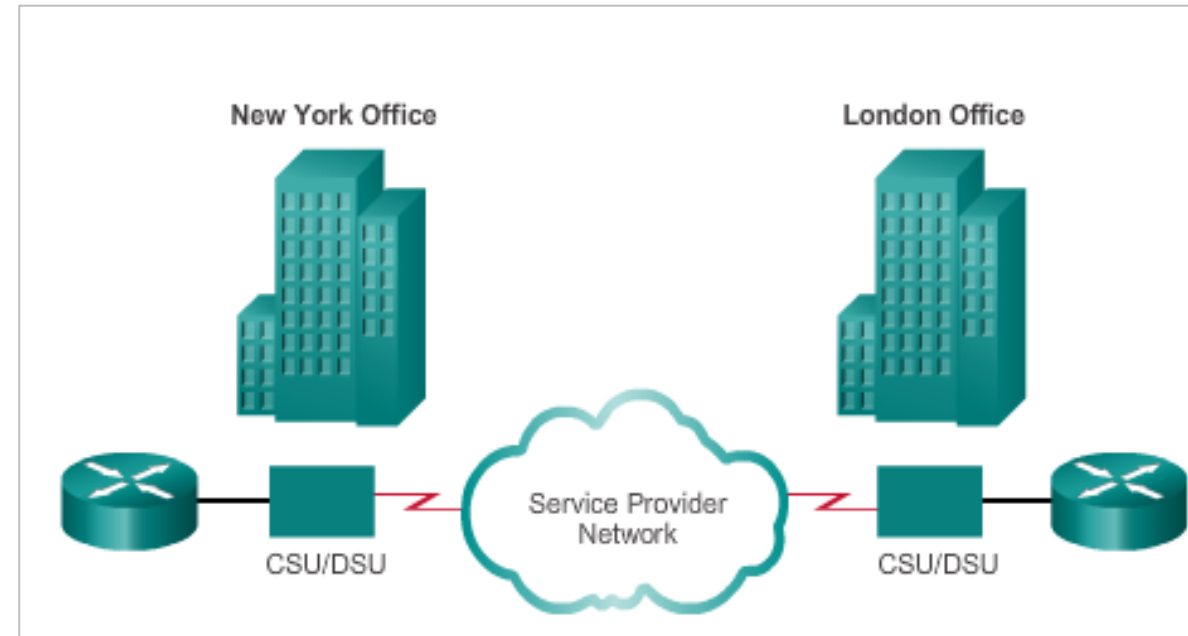
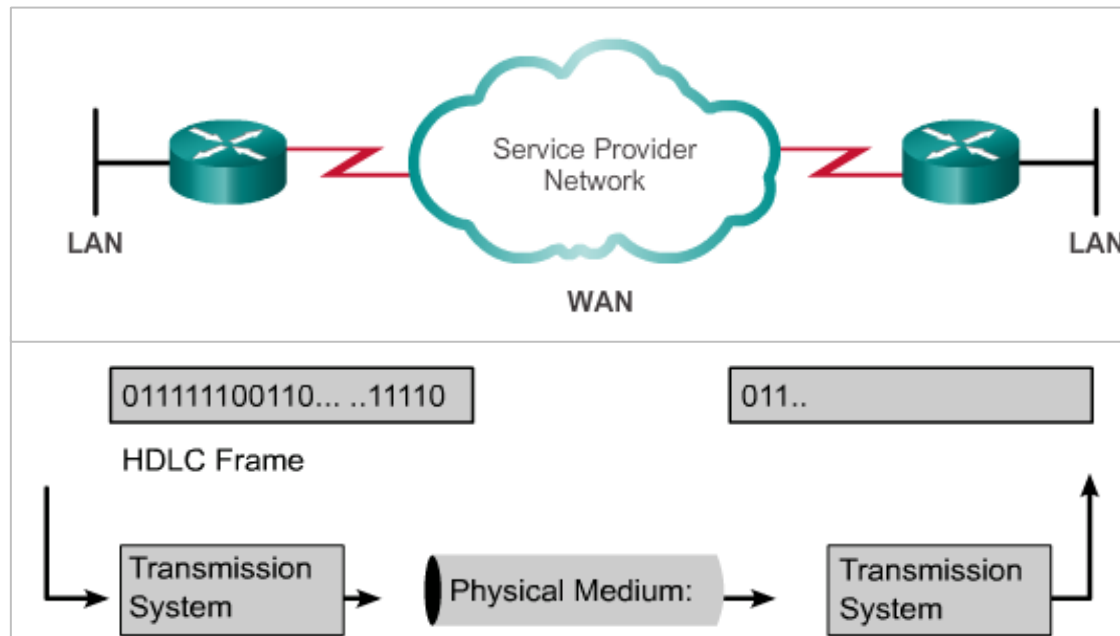
Point-to-Point metalické komunikačné WAN linky

- WAN

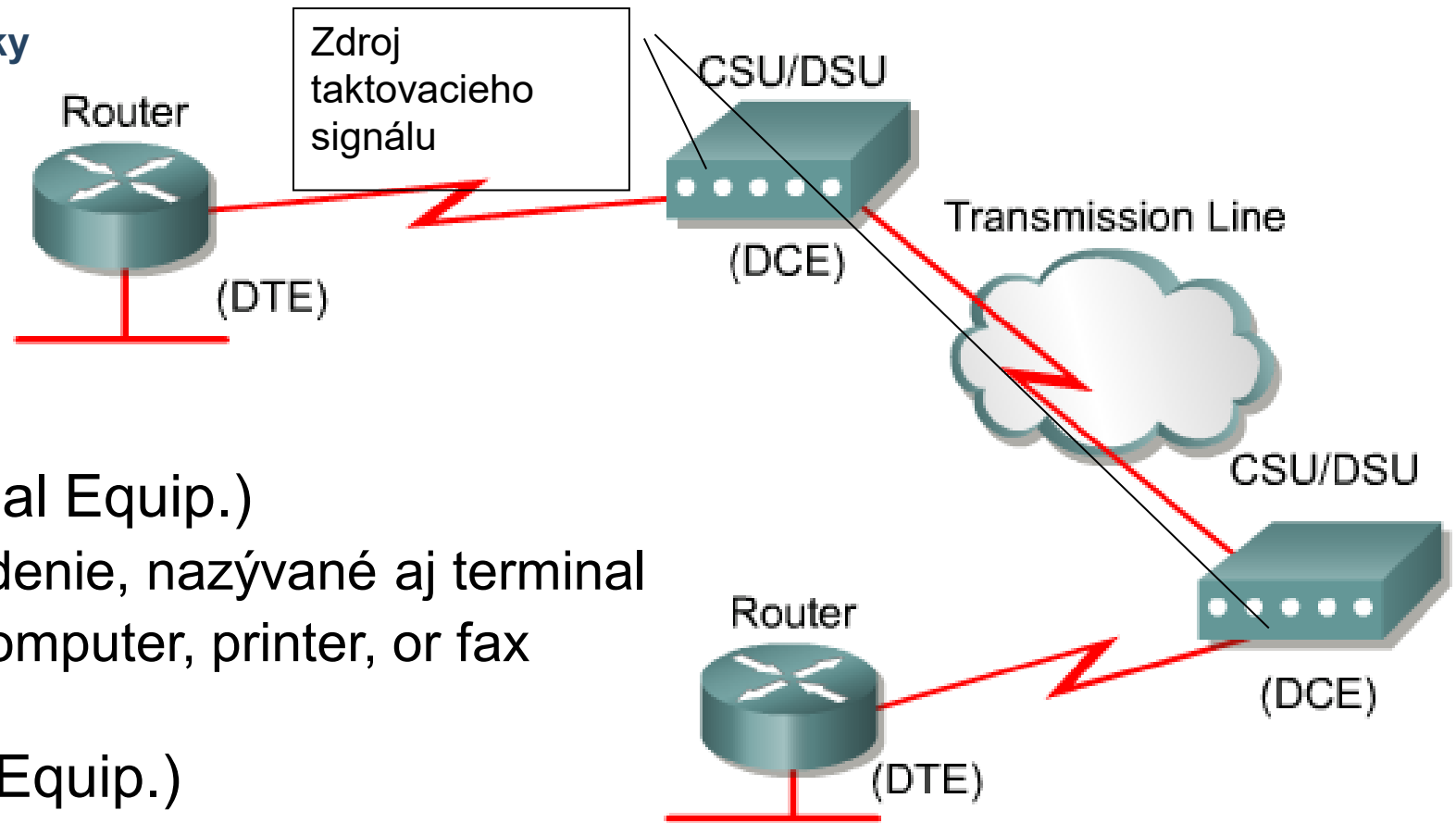
- Typicky používa sériovú komunikáciu, nie paralélnu
 - Lacnejšie média, odpadá problém so synchronizáciou
 - Médium má dlhší dosah, nakoľko odpadá CrossTalk
- Na WAN linke sú dáta zapuzdrené odosielajúcim smerovačom (DTE)
 - Prijímajúci smerovač použije rovnaký Wan protokol na odpuzdrenie

- Point-to-point linky

- Prepájajú geograficky vzdialené oblasti
- Typicky nie sú vlastnené danou firmou ale prenajímané
- Používateľovi ponúkajú celú svoju kapacitu na dobu prenájmu (leased-lines)
- Preto sú typicky o dosť drahšie ako zdieľané služby



DTE a DCE

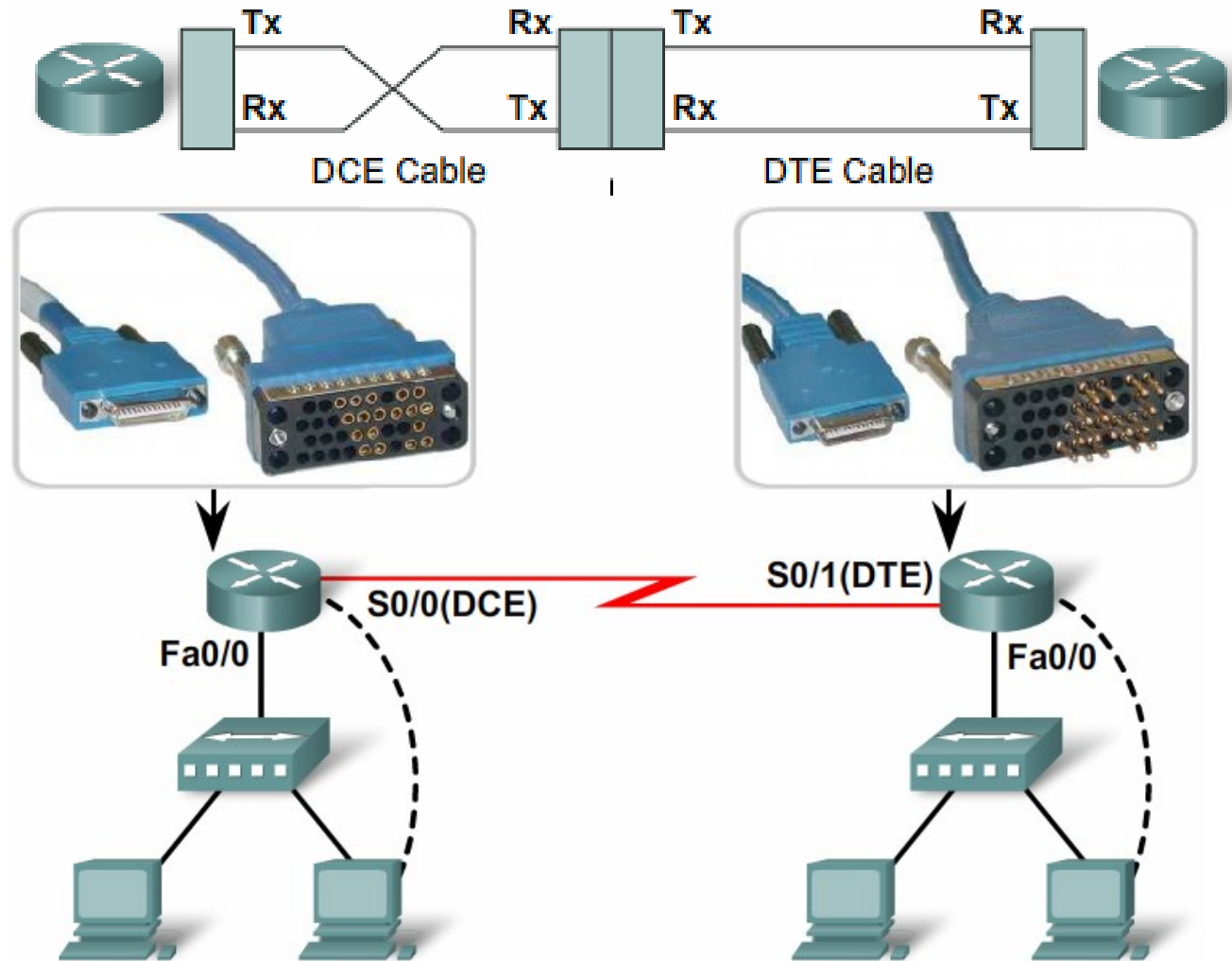


- DTE (Digital Terminal Equip.)
 - Typický CPE zariadenie, nazývané aj terminal
 - Router, terminal, computer, printer, or fax machine
- DCE (Data Circuit Equip.)
 - Modem or CSU/DSU
 - Zariadenie, kt. konvertuje dáta odosielané z DTE do formy vhodnej pre prenos cez WAN prenosové prostriedky poskytovateľa
 - U nás v labe WIC 2A/S karta vložená do smerovača



DTE a DCE – zapojenie v labe (V.35 back to back)

Null modem



DTE-DCE

- Synchronne sériové linky musia mať clock
 - Zvyčajne poskytuje **DCE zariadenie**
- Ak prepájam dve DTE zariadenia (napr. routre v labe) cez synchronne rozhranie
 - Jeden musí byť zdrojom hodin. taktu
 - Default je router DTE zariadenie
 - Musím zmeniť konfiguráciou na DCE
 - Podľa typu pripojeného kábla
 - **Clock-rate 128000**
 - Novšie boxy robia automaticky

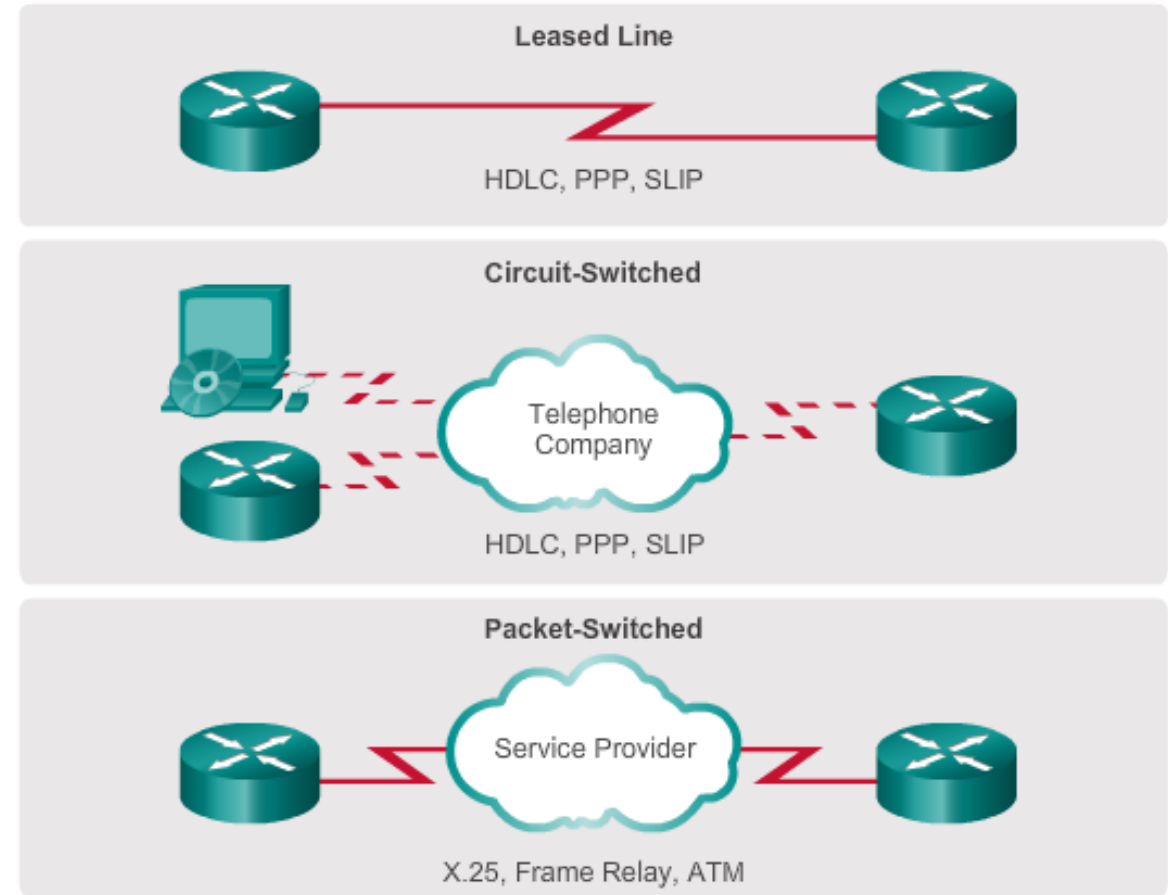


High Level Data Link (HDLC) protokol

L2 komunikácia cez sériové linky

- Pre serial WAN bolo vyvinutých viacero protokolov
 - **HDLC**, PPP, SLIP, FR, apod.
- **High-level data link control (HDLC)** protokol
 - Definovaný ISO 9 (ISO3239)
 - Bitovo orientovaný data link protokol
 - Point-to-point protokol
 - Bezchybový
 - Full duplex
 - Definuje ako enkapsulovať dáta na synchronných seriových linkách
 - Využíva L1 Clocking
 - Umožňuje riadenie toku (flow control) cez potvrdzovanie a systém Okna

WAN Encapsulation Protocols



HDLC verzie

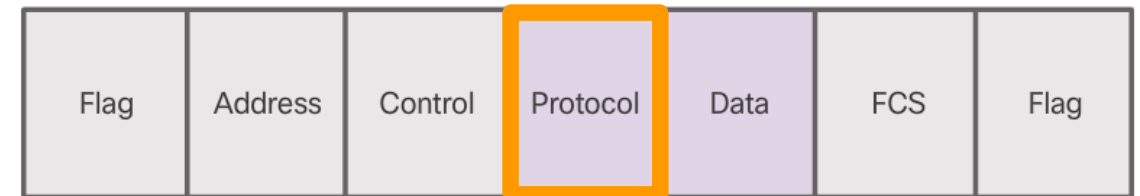
- Standard HDLC (ISO štandard)
 - Nepodporuje prenos viacerých L3 protokolov cez L2 linku
 - Nemá spôsob ako by príjemcovi naznačil, čo je nesené v HDLC rámci
- Cisco HDLC (cHDLC)
 - Pôvodne Proprietárna Cisco verzia HDLC, teraz defacto štandard
 - Rámec nesie proprietárne pole 'type' alebo tiež tzv. protocol pole.
 - Pole umožňuje prenášať dáta viacerých L3 protokolov cez tú istú L2 linku.
 - cHDCL je spúšťaná ako **default** enkapsulácia na sériových rozhraniach.

Standard HDLC



Supports only single-protocol environments.

Cisco HDLC



Uses a protocol data field to support multiprotocol environments.

```

Opening Flag, 8 bits [01111110], [7E Hex]
Address, 8 bits [ môže byť viac]
Control, 8 bits, or 16 bits
Data [Payload], Variabilná dĺžka
CRC, 16 bits, or 32 bits
Closing Flag, 8 bits [01111110], [7E hex]
    
```

Wireshark sniff

The screenshot shows the Wireshark interface with a capture file named 'r1.cap'. The packet list pane displays the following entries:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
6	9.994000	1.0.0.1	1.0.0.2	ICMP	Echo (ping) request
7	10.885000	N/A	N/A	CDP	Device ID: Lavy Port ID: Serial1/0

The packet details pane for frame 6 shows the following structure:

- Frame 6 (104 bytes on wire, 104 bytes captured)
 - Arrival Time: Mar 19, 2009 21:50:38.966000000
 - [Time delta from previous captured frame: 0.015000000 seconds]
 - [Time delta from previous displayed frame: 0.015000000 seconds]
 - [Time since reference or first frame: 9.994000000 seconds]
 - Frame Number: 6
 - Frame Length: 104 bytes
 - Capture Length: 104 bytes
 - [Frame is marked: False]
 - [Protocols in frame: chdlc:ip:icmp:data]
 - [Coloring Rule Name: ICMP]
 - [Coloring Rule String: icmp]
 - Cisco HDLC**
 - Address: Unicast (0x0f)
 - Protocol: IP (0x0800)
 - Internet Protocol, Src: 1.0.0.1 (1.0.0.1), Dst: 1.0.0.2 (1.0.0.2)**
 - Version: 4
 - Header length: 20 bytes
 - Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00)
 - Total Length: 100
 - Identification: 0x0000 (0)
 - Flags: 0x00
 - Fragment offset: 0
 - Time to live: 255
 - Protocol: ICMP (0x01)
 - Header checksum: 0xb996 [correct]
 - Source: 1.0.0.1 (1.0.0.1)
 - Destination: 1.0.0.2 (1.0.0.2)
 - Internet Control Message Protocol**

The status bar at the bottom indicates: File: "C:\Program Files\Dynamips\sample_labs\simple-5-2960\1.cap" 3576 Bytes 00:00:39 Packets: 25 Displayed: 25 Marked: 0 Profile: Default

Konfigurácia HDLC enkapsulácie

```
Router (config) # interface serial X/Y  
Router (config-if) # encapsulation hdlc
```

- cHDLC je defaultná WAN schéma na sériových WIC/HWIC rozhraniach
- Voči DTE iných výrobcov sa odporúča použiť PPP

Overenie HDLC

```
! stav liniek => L1 + L2 info  
Router# show interface serial X/Y/X  
Router# show ip interface brief  
  
! Ci je moje rohranie DCE or DTE  
Router# show controller serial X/Y/X
```

- Príkazy na overenie

Diagnostika sériového rozhrania

```
Router# sh interfaces serial 0/0
Serial0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is PowerQUICC Serial
  Internet address is 1.1.1.1/8
  MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation HDLC, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Last input 00:00:01, output 00:00:01, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: weighted fair
  Output queue: 0/1000/64/0 (size/max total/threshold/drops)
    Conversations 0/1/256 (active/max active/max total)
    Reserved Conversations 0/0 (allocated/max allocated)
    Available Bandwidth 1158 kilobits/sec
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    13 packets input, 1488 bytes, 0 no buffer
    Received 13 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
    19 packets output, 2508 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 4 interface resets
    0 unknown protocol drops
```

Diagnostika sériového rozhrania

```
Router# sh ip interface brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Serial0/0	1.1.1.1	YES	manual	up	up
FastEthernet0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Serial0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down

L1

L2

Diagnostika sériového rozhrania

```
Router# sh controllers serial 0/0
Interface Serial0/0
Hardware is PowerQUICC MPC860
DCE 530, clock rate 64000
idb at 0x82561E58, driver data structure at 0x82569574
SCC Registers:
General [GSMR]=0x2:0x00000030, Protocol-specific [PSMR]=0x8
Events [SCCE]=0x0000, Mask [SCCM]=0x001F, Status [SCCS]=0x00
Transmit on Demand [TODR]=0x0, Data Sync [DSR]=0x0
Interrupt Registers:
Config [CICR]=0x00367F80, Pending [CIPR]=0x00000000
Mask [CIMR]=0x40204000, In-srv [CISR]=0x00000000
Command register [CR]=0x0
Port A [PADIR]=0x0000, [PAPAR]=0x0000
    [PAODR]=0x0000, [PADAT]=0x0000
Port B [PBDIR]=0x00000, [PBPAR]=0x00000
    [PBODR]=0x00000, [PBDAT]=0x28400
Port C [PCDIR]=0x000, [PCPAR]=0x000
    [PCSO]=0x000, [PCDAT]=0x000, [PCINT]=0x000
Receive Ring
    rmd(680126B0): status 9000 length 60C address 376DCA4
    rmd(680126B8): status 9000 length 60C address 376D624
    rmd(680126C0): status 9000 length 60C address 376CFA4
    rmd(680126C8): status 9000 length 60C address 376C924
```


Diagnostika sériového rozhrania (nielen s HDLC)

- **Modrá – L1 problém, Oranžová – L2 problém**
- Možné stavy rozhraní a riešenie z pohľadu lab podmienok
 - Serial x is **administratively down**, line protocol is **down**.
 - No shutdown
 - Serial x is **down**, line protocol is **down**
 - Typicky nie je pripojené médium, alebo druhá strana je shutdown
 - Serial x is **up**, line protocol is **down**
 - Smerovače nemajú navzájom zhodné L2 WAN protokoly – „nerozumejú si“
 - Serial x is **up**, line protocol is **down** (disabled).
 - ..
 - Serial x is **up**, line protocol is **up** (looped).
 - Diagnostické účely, admin si môže dať vrátiť rámce v slučke späť
 - Serial x is **up**, line protocol is **up** nejde ping/konektivita
 - Chyba s konfiguráciou na L3



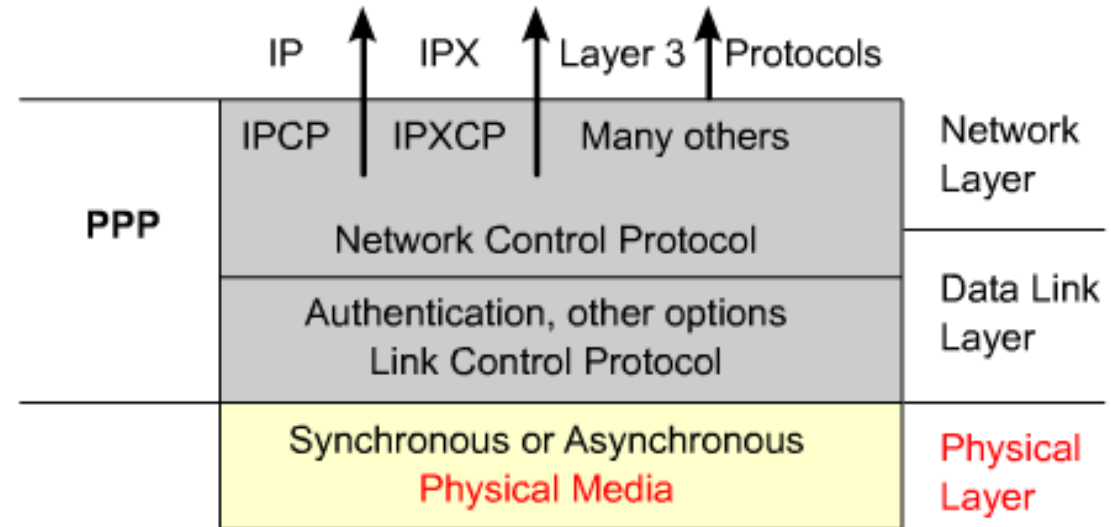
Point-to-Point protocol (PPP)

Point to Point Protocol (PPP)

- IETF štandardizovaná schéma pre sériovú synchrónnu aj asynchrónnu komunikáciu (RFC1661, RFC1662)
 - Vhodné do mixovaného prostredia rôznych výrobcov
- PPP komponenty:
 - HDLC rámeč
 - Definuje enkapsuláciu datagramov cez ppp linku – HDLC U rámeč
 - PPP datagram má len tri polia – Protocol, Information, Padding, nie je úplným rámcom
 - PPP datagramy sa preto vkladajú do iného „kontajnera“, veľmi často HDLC U rámce
 - Link Control Protocol (LCP)
 - Založenie, konfigurácia, testovanie a ukončenie spojenia
 - Network Control Protocols (NCPs)
 - Založenie a konfigurácia L3 protokolov cez ppp linku
 - Internet Protocol Control Protocol, Appletalk Control Protocol, Novell IPX Control Protocol, Cisco Systems Control Protocol, SNA Control Protocol, and Compression Control Protocol.

Fyzická vrstva

- PPP pracuje cez:
 - DSL
 - PPPoE, PPPoA
 - Ethernet, WiFi
 - PPPoE
 - Asynchronous serial
 - Dialup
 - Synchronous serial
 - SONET/SDH
 - High-Speed Serial Interface (HSSI)
 - Integrated Services Digital Network (ISDN)

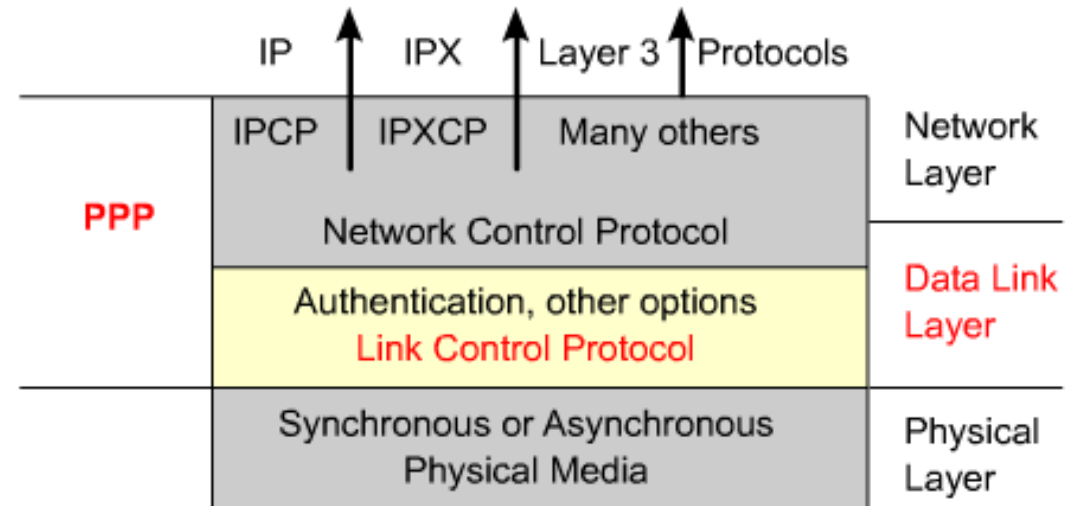


With its lower-level functions, PPP can use:

- Synchronous physical media
- Asynchronous physical media like those that use basic telephone service for modem dialup connections.

L2 – Link Control Protocol

- LCP
 - Podporný protokol pre základný manažment PPP prepoja
 - Používa sa na založenie, konfiguráciu a testovanie spojenia cez linku
 - Je umiestnený v stacku nad L1 vrstvou



- PPP offers a rich set of services that control setting up a data link.
- These services are options in LCP and are primarily negotiation and checking frames to implement the point-to-point controls an administrator specifies for the call.

Funkcie Link Control Protocol

■ Autentifikácia (Authentication)

- RFC 1334,
 - Password Authentication Protocol (PAP)
 - Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP).
- **Kompresia** (Compression)
 - Zvyšuje priepustnosť pomalších liniek, protokol na druhej strane robí dekompresiu
 - Cisco podporuje aspoň tieto dva (+ďalšie) kompresné protokoly:
 - Stacker
 - Predictor

■ Kontrola chýb a kvality linky (Error detection and link quality)

- Allow to identify fault conditions. The Quality and Magic Number options help ensure a reliable, loop-free data link.

■ Multilink

- Niečo ako EtherChannel ale nad Serial rozhraniami
- Pakety sú fragmentované a poslané paralelne cez viaceré linky

■ PPP Callback

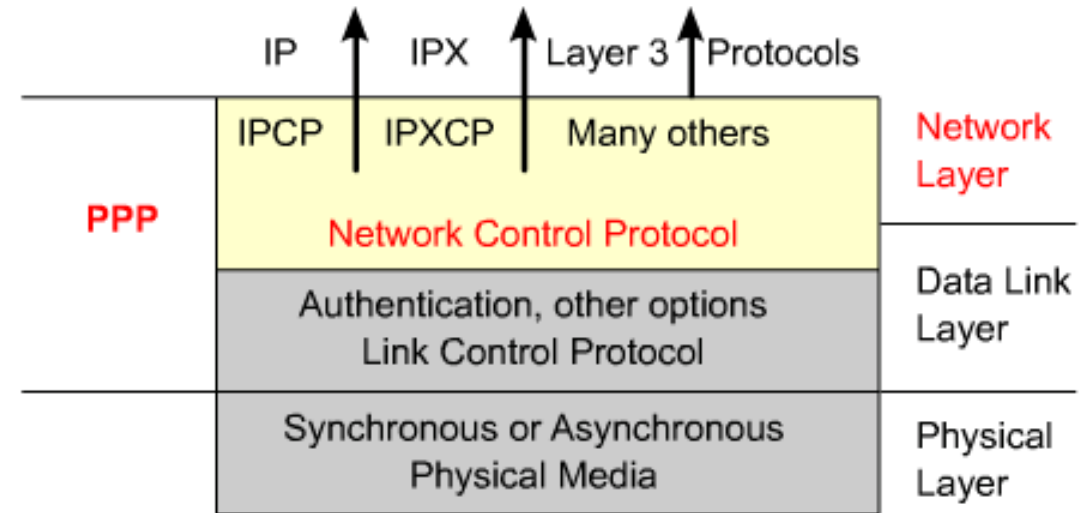
- Podpora vytáčania spojenia (dial-out) a odpovedania
 - Smerovač môže byť tzv. callback client or callback server.
 - Klient iniciuje spojenie, môže požadovať aby server zavolať späť, v tom prípade ukončí hovor a čaká
 - Callback server čaká na inicializačné spojenie, po skončení volá späť klientovi

■ Iné funkcie LCP

- Dohoduje veľkosť rámcov
- Deteguje všeobecné konfiguračné chyby
- Ukončuje linku
- Určuje kedy linka pracuje správne a kedy s chybovosťou

L2 - Network Control Protocol

- Natívne umožňuje prenos viacerých L3 protokolov cez L2 WAN PPP linku
 - Pre každý L3 protokol existuje samostatný NCP protokol
- Obe PPP strany sa musia pomocou príslušného NCP dohodnúť na konkrétnom L3 protokole a jeho parametroch

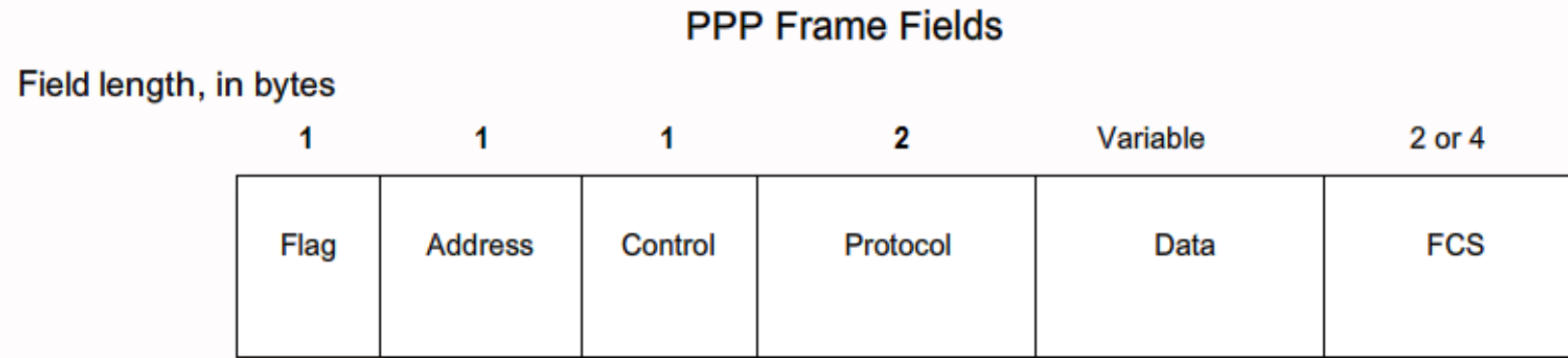


- With its higher-level functions, PPP carries packets from several network-layer protocols in NCPs.
- These are functional fields containing standardized codes to indicate the network-layer protocol type that PPP encapsulates.

Architektúra PPP – LCP, NCP

- LCP aj NCP sú dodatočné správy, ktoré sa prenášajú v PPP rámcoch ako akékoľvek iné pakety
 - Nie sú to ďalšie typy rámcov
 - Hoci sa PPP zobrazuje ako vrstvovo štruktúrovaný (LCP na nižšej vrstve, NCPs na vyššej, L3 protokoly nad NCPs), neznamená to, že by sa L3 vkladali do NCPs a NCPs do LCP
 - Hierarchické vrstvenie v prípade PPP len vyjadruje, ktorý protokol je nižší, ktorý je vyšší, a kedy je možné daný protokol prenášať
 - Všetky nižšie protokoly musia úspešne dospieť do aktívneho stavu
 - Pre NCP protokoly sa zaužívalo názvoslovie <L3>CP, kde <L3> je meno konkrétneho vyššieho protokolu
 - T.j. IPCP pre IP, IP6CP pre IPv6, CDPCP pre CDP, IPXCP pre IPX, ...

PPP rámeč

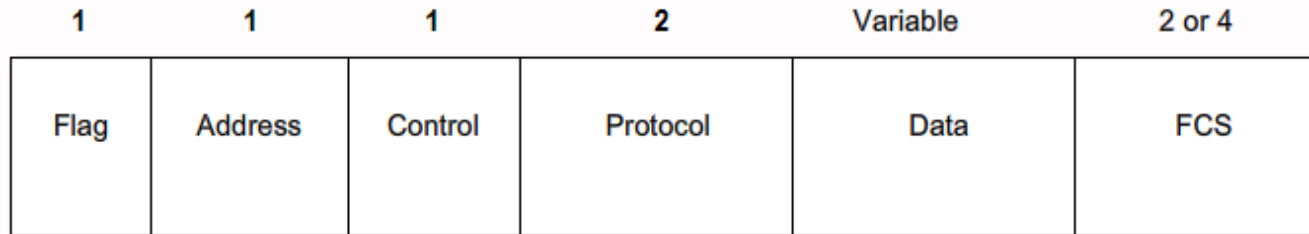


Indicates the beginning or end of a frame and consists of the binary sequence 01111110 to identify a PPP frame. The value is set to 0x7E (bit sequence 01111110) to signify the start and end of a PPP frame. In successive PPP frames, only a single Flag character is used.

PPP rámeč (2)

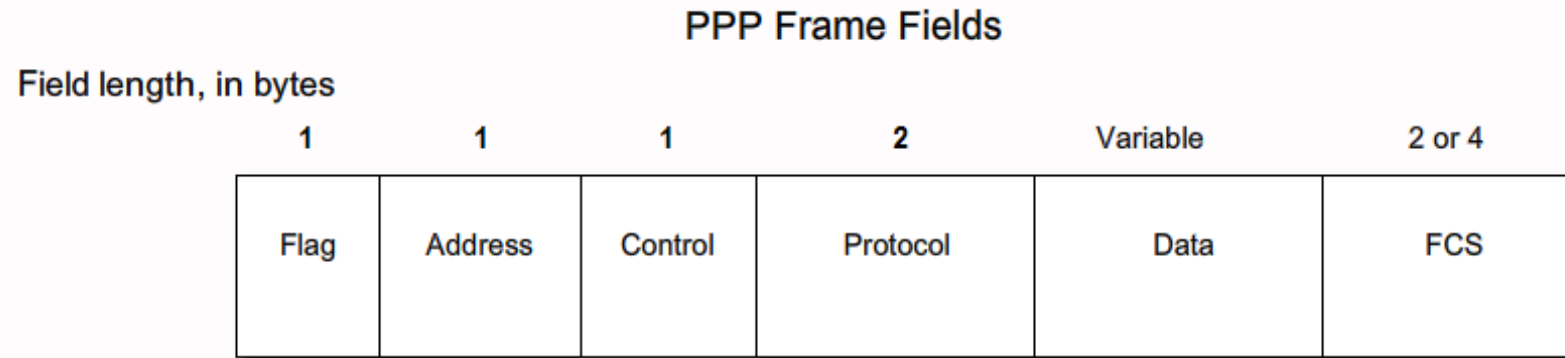
PPP Frame Fields

Field length, in bytes



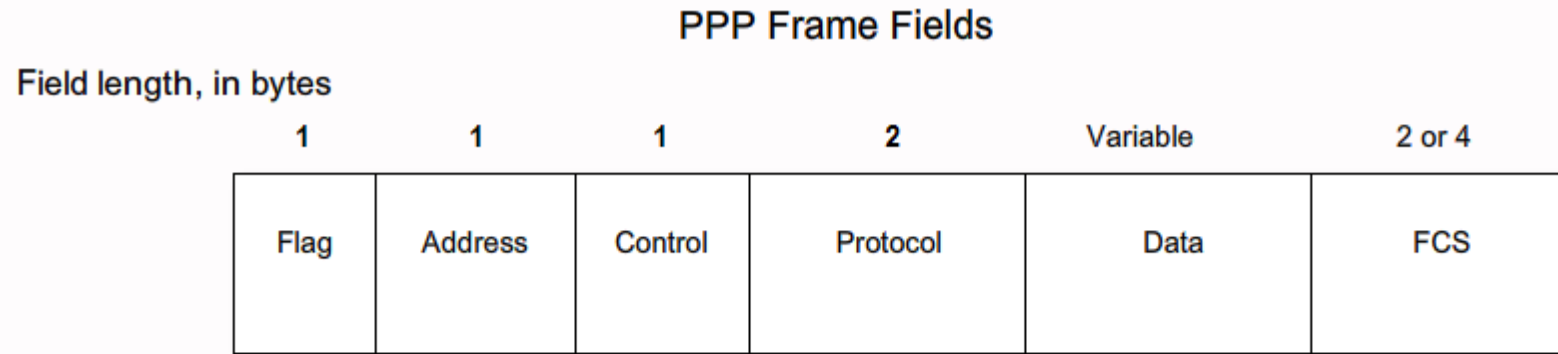
Consists of the standard broadcast address, which is the binary sequence 11111111. PPP does not assign individual station addresses. In HDLC environments, the Address field is used to address the frame to the destination node. On a point-to-point link, the destination node does not need to be addressed. Therefore, for PPP, the Address field is set to 0xFF, the broadcast address. If both PPP peers agree to perform address and control field compression during LCP negotiation, the Address field is not included.

PPP rámeč (3)



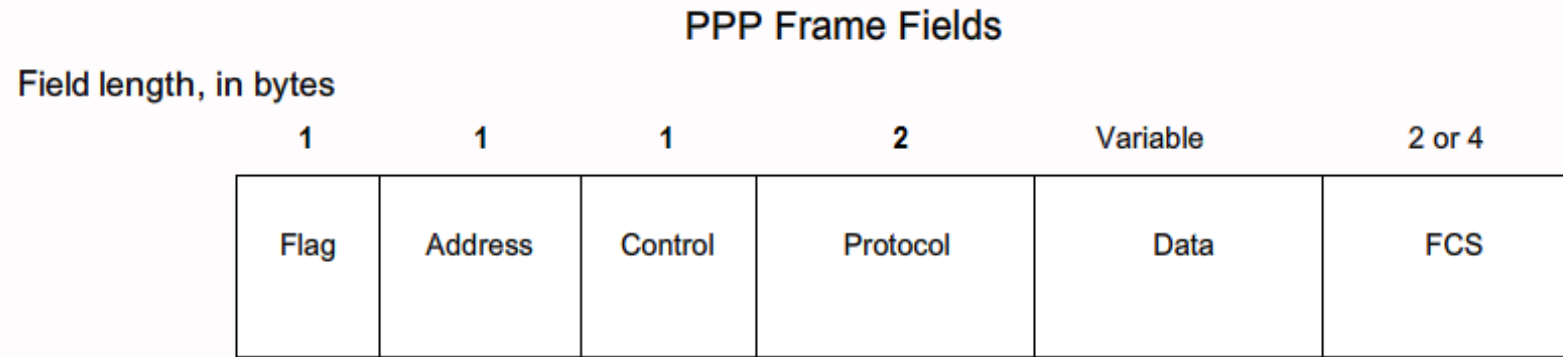
1 byte that consists of the binary sequence 00000011, which calls for transmission of user data in an unsequenced frame. This provides a connectionless link service that does not require you to establish data links or link stations.

PPP rámeček (4)



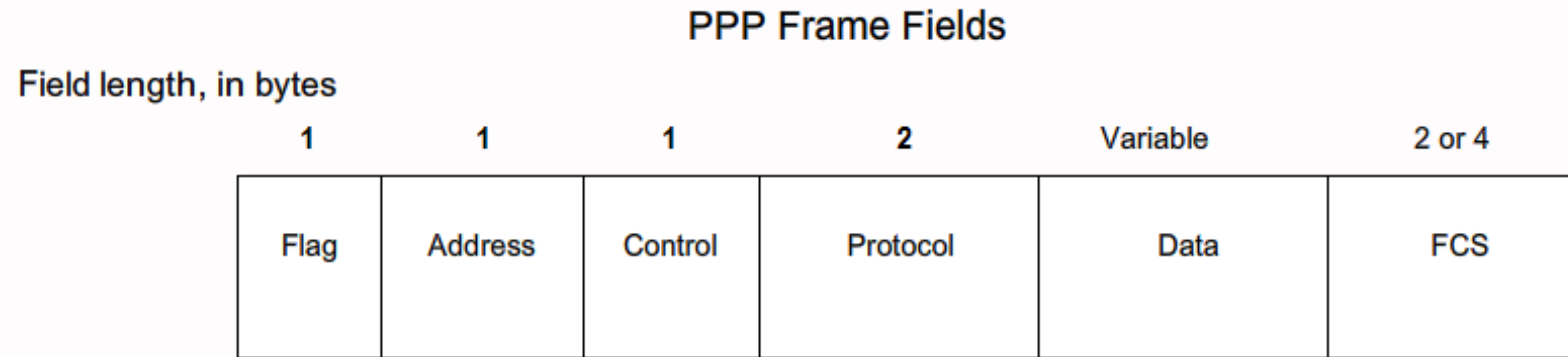
2 bytes that identify the protocol encapsulated in the data field of the frame. The 2-byte Protocol ID field identifies the protocol of the PPP payload. If both PPP peers agree to perform protocol field compression during LCP negotiation, the Protocol ID field is one byte for Protocol IDs in the range 0x00-00 to 0x00-FF.

PPP rámeček (5)



0 or more bytes that contain the datagram for the protocol specified in the protocol field. The 2 bytes of the frame check sequence (FCS) field, followed by the closing flag, marks the end of the data field. The default maximum length of the data field is 1500 bytes.

PPP rámeč (6)



A 16-bit checksum that is used to check for bit level errors in the PPP frame. If the receiver's calculation of the FCS does not match the FCS in the PPP frame, the PPP frame is silently discarded. By prior agreement, consenting PPP implementations can use a 32-bit (4-byte) FCS for improved error detection.

PPP rámeček - wireshark

The image shows a Wireshark capture of a network packet. The main pane displays a list of 23 captured packets. The first packet (No. 1) is a PPP LCP Echo Request. The subsequent packets (Nos. 2-15) show the PPP LCP and IPCP configuration process, including requests and acknowledgments. Packets 16 and 17 are CDP frames from a device named 'Lavy' on port 'Serial1/0'. Packets 18-23 show a series of ICMP Echo (ping) requests and replies between IP addresses 1.0.0.1 and 1.0.0.2.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
1	0.000000	N/A	N/A	PPP LCP	Echo Request
2	4.451000	N/A	N/A	PPP LCP	Configuration Request
3	4.472000	N/A	N/A	PPP LCP	Configuration Request
4	4.474000	N/A	N/A	PPP LCP	Configuration Ack
5	4.483000	N/A	N/A	PPP LCP	Configuration Ack
6	4.491000	N/A	N/A	PPP IPCP	Configuration Request
7	4.491000	N/A	N/A	PPP CDPC	Configuration Request
8	4.502000	N/A	N/A	PPP IPCP	Configuration Request
9	4.502000	N/A	N/A	PPP CDPC	Configuration Request
10	4.505000	N/A	N/A	PPP IPCP	Configuration Ack
11	4.505000	N/A	N/A	PPP CDPC	Configuration Ack
12	4.505000	N/A	N/A	PPP CDPC	Configuration Ack
13	4.505000	N/A	N/A	PPP IPCP	Configuration Ack
14	5.517000	N/A	N/A	PPP LCP	Echo Request
15	5.523000	N/A	N/A	PPP LCP	Echo Reply
16	6.042000	N/A	N/A	CDP	Device ID: Lavy Port ID: Serial1/0
17	7.032000	N/A	N/A	CDP	Device ID: Lavy Port ID: Serial1/0
18	8.130000	1.0.0.1	1.0.0.2	ICMP	Echo (ping) request
19	8.141000	1.0.0.2	1.0.0.1	ICMP	Echo (ping) reply
20	8.150000	1.0.0.1	1.0.0.2	ICMP	Echo (ping) request
21	8.153000	1.0.0.2	1.0.0.1	ICMP	Echo (ping) reply
22	8.156000	1.0.0.1	1.0.0.2	ICMP	Echo (ping) request
23	8.159000	1.0.0.2	1.0.0.1	ICMP	Echo (ping) reply

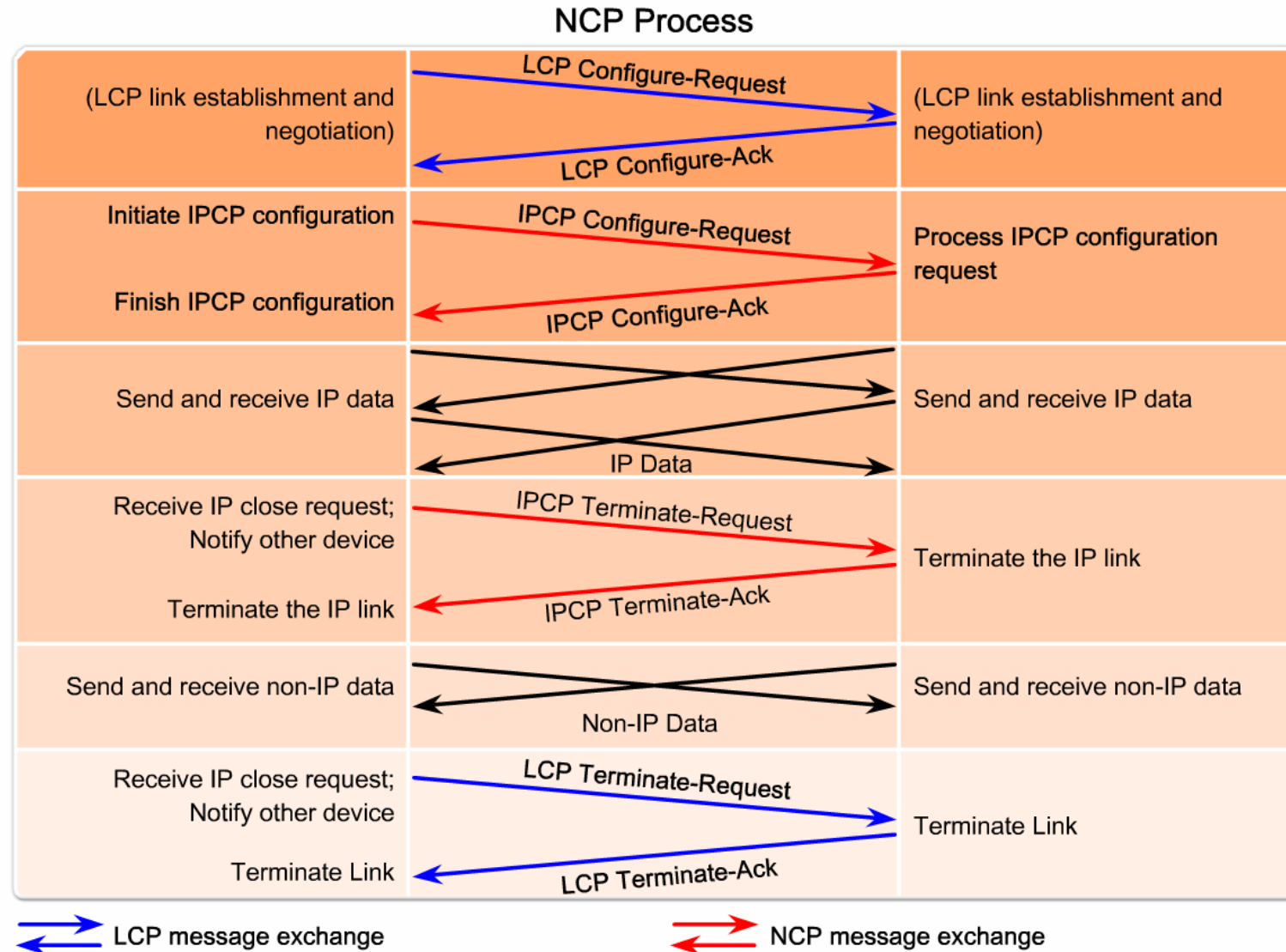
Frame 1 (16 bytes on wire, 16 bytes captured)

- Point-to-Point Protocol
 - Address: 0xff
 - Control: 0x03
 - Protocol: Link Control Protocol (0xc021)
- PPP Link Control Protocol
 - Code: Echo Request (0x09)
 - Identifier: 0x02
 - Length: 12
 - Magic number: 0x011066a3
 - Message (4 bytes)

Založenie PPP spojenia - fázy

- Tri fázy aktivácie PPP spojenia
 - **Fáza vytvorenia spoja (povinná fáza)**
 - LCP overí prítomnosť PPP na oboch stranách linky
 - Pomocou LCP sa dojednávajú konfiguračné parametre ako maximálna podporovaná veľkosť rámcov (Maximum Receive Unit, MRU), kompresia vybraných polí PPP rámca, spôsob autentifikácie, prípadne spôsob overenia kvality linky
 - **Fáza autentifikácie a overenia kvality linky (voliteľná fáza)**
 - Ak sa uzly dohodli na autentifikácii, prípadne kontrole kvality linky, táto fáza sa realizuje hneď, ako je ukončené vytvorenie spoja ešte pred tým, ako sa začnú prenášať používateľské dáta
 - Ak táto fáza skončí neúspešne, linka neprejde do fázy vyjednaní konkrétnych L3 protokolov pomocou NCPs a nebude mať dovolené prenášať žiadne používateľské dáta
 - **Fáza negociácie sieťových protokolov (povinná fáza)**
 - Pomocou NCP protokolov sa dohodne, aké L3 protokoly sa budú na PPP spojení prenášať a aké prevádzkové parametre tieto protokoly budú mať
 - **Fáza ukončenia spoja (povinná fáza)**
- Prenos je možný až po úspešných predchádzajúcich fázach

Činnost' LCP a NCP pre IP (IPCP)



Overenie PPP – linka OK

```
Lavy#debug ppp negotiation
```

```
PPP protocol negotiation debugging is on
```

```
*Mar 1 03:22:41.579: Ser/0 PPP: Phase is ESTABLISHING
```

```
*Mar 1 03:22:41.579: Ser/0 LCP: O CONFREQ [Open] id 59 len 10
```

```
*Mar 1 03:22:41.579: Ser/0 LCP: MagicNumber 0x00D57203
```

```
(0x050600D57203)
```

```
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: I CONFACK [REQsent] id 59 len 10
```

```
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: MagicNumber 0x00D57203
```

```
(0x050600D57203)
```

```
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: I CONFREQ [ACKrcvd] id 221 len 18
```

```
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: MagicNumber 0x01D571FE
```

```
(0x050601D571FE)
```

```
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: EndpointDisc 1 Pravy
```

```
(0x1308015072617679)
```

```
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: O CONFACK [ACKrcvd] id 221 len 18
```

```
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: MagicNumber 0x01D571FE
```

```
(0x050601D571FE)
```

```
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: EndpointDisc 1 Pravy
```

```
(0x1308015072617679)
```

```
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: State is Open
```

```
*Mar 1 03:22:41.591: Ser/0 PPP: Phase is FORWARDING, Attempting
```

```
Forward
```

```
*Mar 1 03:22:41.591: Ser/0 PPP: Phase is ESTABLISHING, Finish LCP
```

```
*Mar 1 03:22:41.591: Ser/0 PPP: Phase is UP
```

```
*Mar 1 03:22:41.591: Ser/0 IPCP: O CONFREQ [Closed] id 1 len 10
```

```
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 IPCP: Address 1.1.1.1 (0x030601010101)
```

```
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 CDPCP: O CONFREQ [Closed] id 1 len 4
```

```
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 PPP: Process pending ncp packets
```

```
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 CDPCP: I CONFREQ [REQsent] id 1 len 4
```

```
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 CDPCP: O CONFACK [REQsent] id 1 len 4
```

```
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 IPCP: I CONFREQ [REQsent] id 1 len 10
```

```
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 IPCP: Address 1.1.1.2 (0x030601010102)
```

```
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 IPCP: O CONFACK [REQsent] id 1 len 10
```

```
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 IPCP: Address 1.1.1.2 (0x030601010102)
```

```
*Mar 1 03:22:41.603: Ser/0 IPCP: I CONFACK [ACKsent] id 1 len 10
```

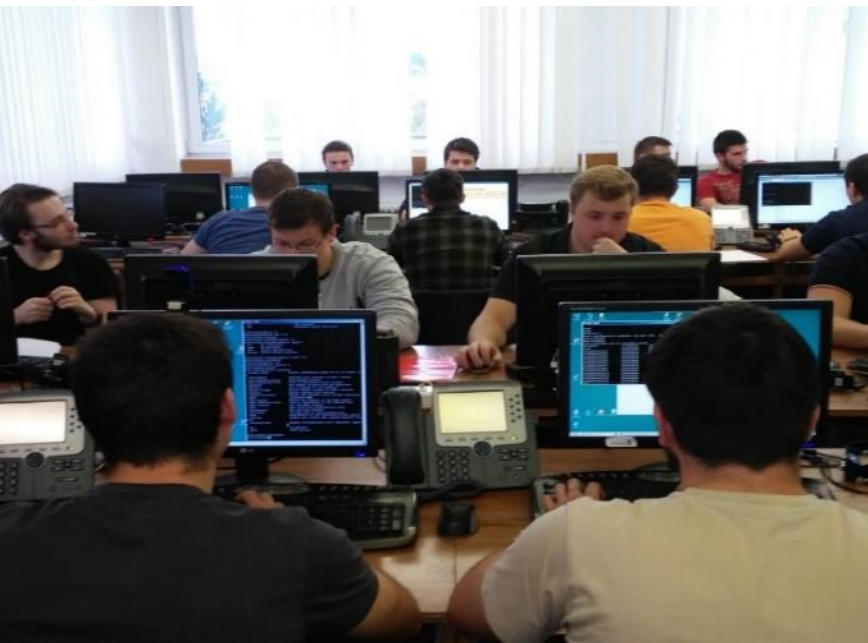
```
*Mar 1 03:22:41.607: Ser/0 IPCP: Address 1.1.1.1 (0x030601010101)
```

```
*Mar 1 03:22:41.607: Ser/0 IPCP: State is Open
```

```
*Mar 1 03:22:41.611: Ser/0 CDPCP: I CONFACK [ACKsent] id 1 len 4
```

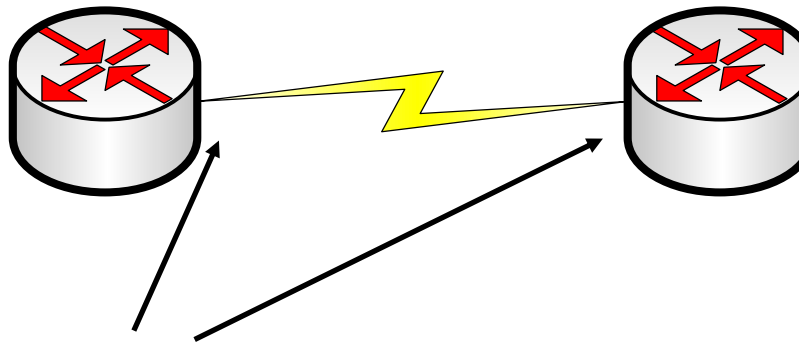
```
*Mar 1 03:22:41.611: Ser/0 CDPCP: State is Open
```

```
*Mar 1 03:22:41.627: Ser/0 IPCP: Install route to 1.1.1.2
```



Konfigurácia PPP protokolu

Spustenie PPP



```
Router(config-if)#encapsulation ppp
```

```
Router#sh int s 1/0
```

```
Serial1/0 is up, line protocol is up
```

```
Hardware is M4T
```

```
Internet address is 1.1.1.1/8
```

```
MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec,  
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
```

```
Encapsulation PPP, LCP Open
```

```
Open: IPCP, CDPCP, crc 16, loopback not set
```

```
Keepalive set (10 sec)
```

```
Restart-Delay is 0 secs
```

```
Router#sh ip int brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	unassigned	YES	unset	administratively down	down
FastEthernet0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Serial1/0	1.1.1.1	YES	manual	up	up

Základné overenie a diagnostika stavu PPP

```
Router#show interface
```

```
Router#show interface serial
```

```
R2# show interfaces serial 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is GT96K Serial
  Internet address is 10.0.1.2/30
  MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
     reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation PPP, LCP Open
  Open: IPCP, IPV6CP, CCP, CDPCP, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  CRC checking enabled
  Last input 00:00:02, output 00:00:02, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters 01:29:06
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output
drops: 0
  Queueing strategy: weighted fair
```

Ďalšie konfiguračné možnosti PPP

- Kompresia

```
Router(config-if)# compress ?  
  lzs          lzs compression type  
  mppc        MPPC compression type  
  predictor  predictor compression type  
  stac       stac compression algorithm
```

- Kvalita

```
Router(config-if)# ppp quality ?  
  <0-100>    Minimum percent of traffic successful  
  reject     Reject Link Quality Monitoring negotiation
```

- Load balance


```
Router(config-if)# ppp multilink ?  
  endpoint    Configure the local Endpoint Discriminator  
  group       Put interface in a multilink bundle  
  mrru        Configure multilink MRRU values  
  multiclass  Configure support for Multiclass Multilink  
  queue       Specify link queuing parameters
```


PPP ladenie

Kompresia

Monitorovanie kvality

- Príkaz `ppp quality percentage` nastavuje úroveň kvality linky
- Ak je prekročená (a teda porušená), linka sa zhodí




```
hostname R1
!
interface Serial 0/0/0
 ip address 10.0.1.1 255.255.255.252
 ipv6 address 2001:db8:cafe:1::1/64
 encapsulation ppp
 compress predictor
```

```
hostname R2
!
interface Serial 0/0/0
 ip address 10.0.1.2 255.255.255.252
 ipv6 address 2001:db8:cafe:1::2/64
 encapsulation ppp
 compress predictor
```

```
Router(config-if)# compress [predictor | stac]
```

Keyword	Description
predictor	(Optional) Specifies that a predictor compression algorithm will be used.
stac	(Optional) Specifies that a Stacker (LZS) compression algorithm will be used.



```
hostname R1
!
interface Serial 0/0/0
 ip address 10.0.1.1 255.255.255.252
 ipv6 address 2001:db8:cafe:1::1/64
 encapsulation ppp
 ppp quality 80
```

```
hostname R2
!
interface Serial 0/0/0
 ip address 10.0.1.2 255.255.255.252
 ipv6 address 2001:db8:cafe:1::2/64
 encapsulation ppp
 ppp quality 80
```

```
Router(config-if)# ppp quality percentage
```

Keyword	Description
Percentage	Specifies the link quality threshold. Range is 1 to 100.

PPP Multilink



```
hostname R3
!
interface Multilink 1
 ip address 10.0.1.1 255.255.255.252
 ipv6 address 2001:db8:cafe:1::1/64
 ppp multilink
 ppp multilink group 1
!
interface Serial 0/1/0
 no ip address
```

```
 encapsulation ppp
 ppp multilink
 ppp multilink group 1
!
interface Serial 0/1/1
 no ip address
 encapsulation ppp
 ppp multilink
 ppp multilink group 1
```

```
hostname R4
!
interface Multilink 1
 ip address 10.0.1.2 255.255.255.252
 ipv6 address 2001:db8:cafe:1::2/64
 ppp multilink
 ppp multilink group 1
```

```
!
interface Serial 0/0/0
 no ip address
 encapsulation ppp
 ppp multilink
 ppp multilink group 1
!
interface Serial 0/0/1
 no ip address
 encapsulation ppp
 ppp multilink
 ppp multilink group 1
```

Overenie a diagnostika

```
Router# show ppp multilink
```

```
R3# show ppp multilink

Multilink1
  Bundle name: R4
  Remote Endpoint Discriminator: [1] R4
  Local Endpoint Discriminator: [1] R3
  Bundle up for 00:01:20, total bandwidth 3088, load 1/255
  Receive buffer limit 24000 bytes, frag timeout 1000 ms
    0/0 fragments/bytes in reassembly list
    0 lost fragments, 0 reordered
    0/0 discarded fragments/bytes, 0 lost received
    0x2 received sequence, 0x2 sent sequence
  Member links: 2 active, 0 inactive (max 255, min not set)
    Se0/1/1, since 00:01:20
    Se0/1/0, since 00:01:06
  No inactive multilink interfaces
R3#
```

Overenie a diagnostika - debug

```
Router# debug ppp ?
authentication CHAP and PAP authentication
bap BAP protocol transactions
cbcp Callback Control Protocol negotiation
elog PPP ELOGs
error Protocol errors and error statistics
forwarding PPP layer 2 forwarding
mppe MPPE Events
multilink Multilink activity
negotiation Protocol parameter negotiation
packet Low-level PPP packet dump
```

```
Router# undebug all
```

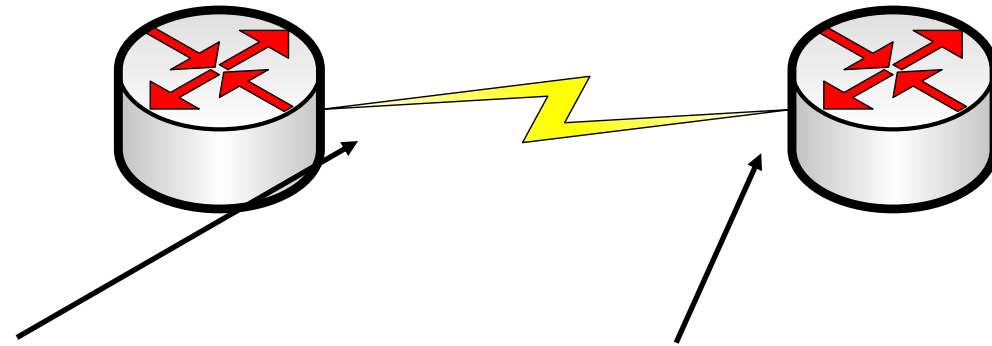
Overenie PPP – linka OK

```
Router# debug ppp packet
PPP packet display debugging is on
Router#
*Mar 1 01:28:47.975: Se1/0 LCP: O ECHOREQ [Open] id 2 len 12 magic 0x006CEBBF
*Mar 1 01:28:48.003: Se1/0 LCP-FS: I ECHOREP [Open] id 2 len 12 magic 0x016CEB4A
*Mar 1 01:28:48.003: Se1/0 LCP-FS: Received id 2, sent id 2, line up
*Mar 1 01:28:52.067: Se1/0 LCP-FS: I ECHOREQ [Open] id 2 len 12 magic 0x016CEB4A
*Mar 1 01:28:52.067: Se1/0 LCP-FS: O ECHOREP [Open] id 2 len 12 magic 0x006CEBBF
*Mar 1 01:28:58.215: Se1/0 LCP: O ECHOREQ [Open] id 3 len 12 magic 0x006CEBBF
*Mar 1 01:28:58.227: Se1/0 LCP-FS: I ECHOREP [Open] id 3 len 12 magic 0x016CEB4A
*Mar 1 01:28:58.227: Se1/0 LCP-FS: Received id 3, sent id 3, line up
*Mar 1 01:29:02.287: Se1/0 LCP-FS: I ECHOREQ [Open] id 3 len 12 magic 0x016CEB4A
*Mar 1 01:29:02.287: Se1/0 LCP-FS: O ECHOREP [Open] id 3 len 12 magic 0x006CEBBF
```

Overenie PPP – linka OK

```
Lavy#debug ppp negotiation
PPP protocol negotiation debugging is on
*Mar 1 03:22:41.579: Ser/0 PPP: Phase is ESTABLISHING
*Mar 1 03:22:41.579: Ser/0 LCP: O CONFREQ [Open] id 59 len 10
*Mar 1 03:22:41.579: Ser/0 LCP: MagicNumber 0x00D57203
(0x050600D57203)
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: I CONFACK [REQsent] id 59 len 10
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: MagicNumber 0x00D57203
(0x050600D57203)
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: I CONFREQ [ACKrcvd] id 221 len 18
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: MagicNumber 0x01D571FE
(0x050601D571FE)
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: EndpointDisc 1 Pravy
(0x1308015072617679)
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: O CONFACK [ACKrcvd] id 221 len 18
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: MagicNumber 0x01D571FE
(0x050601D571FE)
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: EndpointDisc 1 Pravy
(0x1308015072617679)
*Mar 1 03:22:41.587: Ser/0 LCP: State is Open
*Mar 1 03:22:41.591: Ser/0 PPP: Phase is FORWARDING, Attempting
Forward
*Mar 1 03:22:41.591: Ser/0 PPP: Phase is ESTABLISHING, Finish LCP
*Mar 1 03:22:41.591: Ser/0 PPP: Phase is UP
*Mar 1 03:22:41.591: Ser/0 IPCP: O CONFREQ [Closed] id 1 len 10
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 IPCP: Address 1.1.1.1 (0x030601010101)
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 CDPCP: O CONFREQ [Closed] id 1 len 4
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 PPP: Process pending ncp packets
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 CDPCP: I CONFREQ [REQsent] id 1 len 4
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 CDPCP: O CONFACK [REQsent] id 1 len 4
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 IPCP: I CONFREQ [REQsent] id 1 len 10
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 IPCP: Address 1.1.1.2 (0x030601010102)
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 IPCP: O CONFACK [REQsent] id 1 len 10
*Mar 1 03:22:41.595: Ser/0 IPCP: Address 1.1.1.2 (0x030601010102)
*Mar 1 03:22:41.603: Ser/0 IPCP: I CONFACK [ACKsent] id 1 len 10
*Mar 1 03:22:41.607: Ser/0 IPCP: Address 1.1.1.1 (0x030601010101)
*Mar 1 03:22:41.607: Ser/0 IPCP: State is Open
*Mar 1 03:22:41.611: Ser/0 CDPCP: I CONFACK [ACKsent] id 1 len 4
*Mar 1 03:22:41.611: Ser/0 CDPCP: State is Open
*Mar 1 03:22:41.627: Ser/0 IPCP: Install route to 1.1.1.2
```

Príklad 1 (chyba)



```
Router(config-if)#encapsulation ppp
```

```
Ostane default cHDLC
```

```
Router#sh int s 1/0
```

```
Serial1/0 is up, line protocol is down
```

```
Hardware is M4T
```

```
Internet address is 1.1.1.1/8
```

```
MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec,
```

```
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
```

```
Encapsulation PPP, LCP Open
```

```
Open: IPCP, CDPCP, crc 16, loopback not set
```

```
Keepalive set (10 sec)
```

```
Restart-Delay is 0 secs
```

```
Router#sh ip int brief
```

Interface Protocol	IP-Address	OK?	Method	Status
FastEthernet0/0	unassigned	YES	unset	administratively down down
FastEthernet0/1	unassigned	YES	unset	administratively down down
Serial1/0	1.1.1.1	YES	manual	up down

Overenie PPP - Príklad 1

```
Router#debug ppp packet
```

```
*Mar 1 01:15:13.815: Se1/0 PPP: O pkt type 0x0207, datagramsize 324
*Mar 1 01:15:13.827: Se1/0 PPP: I pkt type 0x008F, datagramsize 324 link[illegal]
*Mar 1 01:15:13.827: Se1/0 UNKNOWN(0x008F): Non-NCP packet, discarding
*Mar 1 01:15:15.847: Se1/0 LCP: O ECHOREQ [Open] id 19 len 12 magic 0x0035EB56
*Mar 1 01:15:15.847: Se1/0 LCP: echo_cnt 2, sent id 19, line up
*Mar 1 01:15:18.979: Se1/0 PPP: I pkt type 0x008F, datagramsize 24 link[illegal]
*Mar 1 01:15:18.979: Se1/0 UNKNOWN(0x008F): Non-NCP packet, discarding
*Mar 1 01:15:26.087: Se1/0 LCP: O ECHOREQ [Open] id 20 len 12 magic 0x0035EB56
*Mar 1 01:15:26.087: Se1/0 LCP: echo_cnt 3, sent id 20, line up
*Mar 1 01:15:28.983: Se1/0 PPP: I pkt type 0x008F, datagramsize 24 link[illegal]
*Mar 1 01:15:28.983: Se1/0 UNKNOWN(0x008F): Non-NCP packet, discarding
*Mar 1 01:15:29.983: Se1/0 PPP: I pkt type 0x008F, datagramsize 18 link[illegal]
*Mar 1 01:15:29.983: Se1/0 UNKNOWN(0x008F): Non-NCP packet, discarding
```


Overenie PPP - Príklad 1

```
Router# debug ppp negotiation
PPP protocol negotiation debugging is on
*Mar  1 01:17:39.171: Se1/0 LCP: Timeout: State Listen
*Mar  1 01:17:39.175: Se1/0 LCP: O CONFREQ [Listen] id 164 len 10
*Mar  1 01:17:39.179: Se1/0 LCP:      MagicNumber 0x0062F739 (0x05060062F739)
*Mar  1 01:17:41.187: Se1/0 LCP: Timeout: State REQsent
*Mar  1 01:17:41.191: Se1/0 LCP: O CONFREQ [REQsent] id 165 len 10
*Mar  1 01:17:41.191: Se1/0 LCP:      MagicNumber 0x0062F739 (0x05060062F739)
*Mar  1 01:17:43.203: Se1/0 LCP: Timeout: State REQsent
*Mar  1 01:17:43.207: Se1/0 LCP: O CONFREQ [REQsent] id 166 len 10
*Mar  1 01:17:43.207: Se1/0 LCP:      MagicNumber 0x0062F739 (0x05060062F739)
*Mar  1 01:17:45.219: Se1/0 LCP: Timeout: State REQsent
*Mar  1 01:17:45.219: Se1/0 LCP: O CONFREQ [REQsent] id 167 len 10
*Mar  1 01:17:45.219: Se1/0 LCP:      MagicNumber 0x0062F739 (0x05060062F739)
*Mar  1 01:17:47.235: Se1/0 LCP: Timeout: State REQsent
*Mar  1 01:17:47.239: Se1/0 LCP: O CONFREQ [REQsent] id 168 len 10
*Mar  1 01:17:47.239: Se1/0 LCP:      MagicNumber 0x0062F739 (0x05060062F739)
*Mar  1 01:17:49.251: Se1/0 LCP: Timeout: State REQsent
```

we're talking ppp, but the other end doesn't.



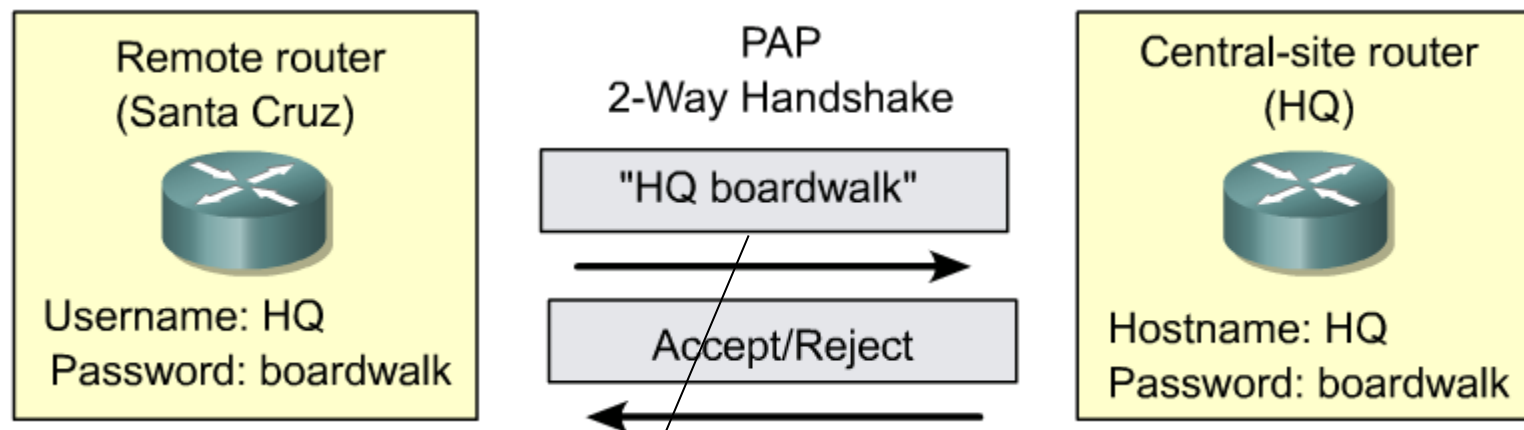
PPP autentifikácia

RFC 1334

Autentifikácia v PPP

- PPP podporuje autentifikáciu (overenie identity) komunikujúcich uzlov
- Tradične PPP v Cisco IOS podporuje dva mechanizmy
 - Password Authentication Protocol (**PAP**)
 - Challenge Handshake Authentication Protocol (**CHAP**)
 - Voliteľne je možné používať aj pokročilejšie druhy autentifikácie pomocou Extensible Authentication Protocol (**EAP**)
- Iné
 - MS-PAP
 - MS-CHAP
 - EAP

Password Authentication Protocol (PAP)



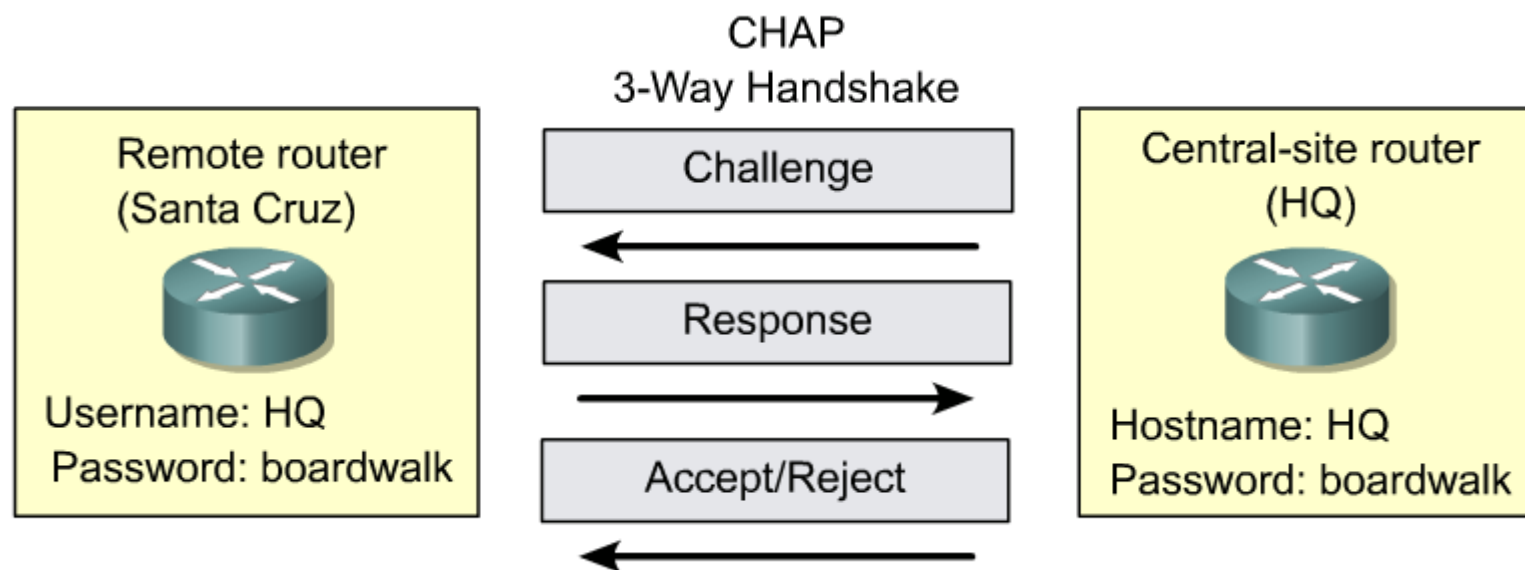
- Heslo posielané ako text
- Opakovane posielané až kým druhá strana nepotvrdí = PROBLÉM (trial-and-error attacks)

- PAP je jednoduchý plain-text autentifikačný protokol
 - Strana, ktorá má preukázať svoju identitu (klient), pošle svoje meno a heslo
 - Strana, ktorá požaduje preukázanie identity (ISP), toto meno a heslo overí a informuje klienta o (ne)úspechu
 - Proces autentifikácie začína klient

Password Authentication Protocol (PAP)

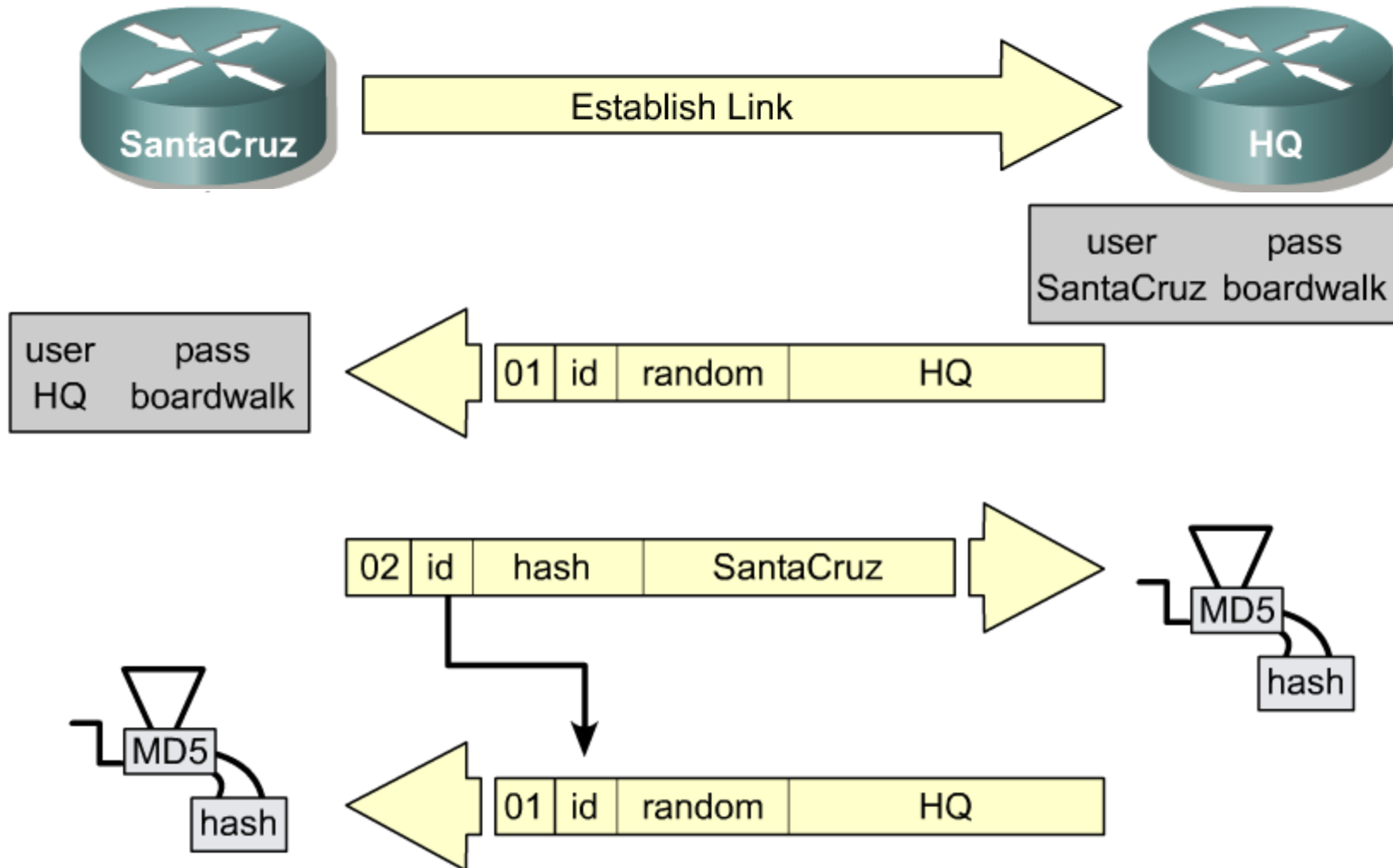
- PAP je jednoduchý a funkčný „*two-way handshake*“ protokol
- Avšak má zásadné nevýhody
 - Citlivé údaje prenáša ako plain text
 - Autentifikácia začína ako aktivita klienta a ISP nemá možnosť priebežne si klientovu identitu opätovne overiť
 - Pri opakovanom prihlásení sa prenášajú tie isté údaje, ktoré možno zachytiť a replikovať
 - Klient môže proces opakovať veľa krát za sebou
- Tieto nevýhody rieši CHAP

Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP)



- CHAP je „*three way handshake*“ kryptografický autentifikačný protokol na báze zdieľaného hesla a výzvy
- CHAP poskytuje ochranu voči „playback“ útokom
 - používa náhodný challenge mechanizmus
- Heslo nie je posielané
 - je zdieľané medzi autentifikujúcimi smerovačmi

Autentifikačný proces v CHAP

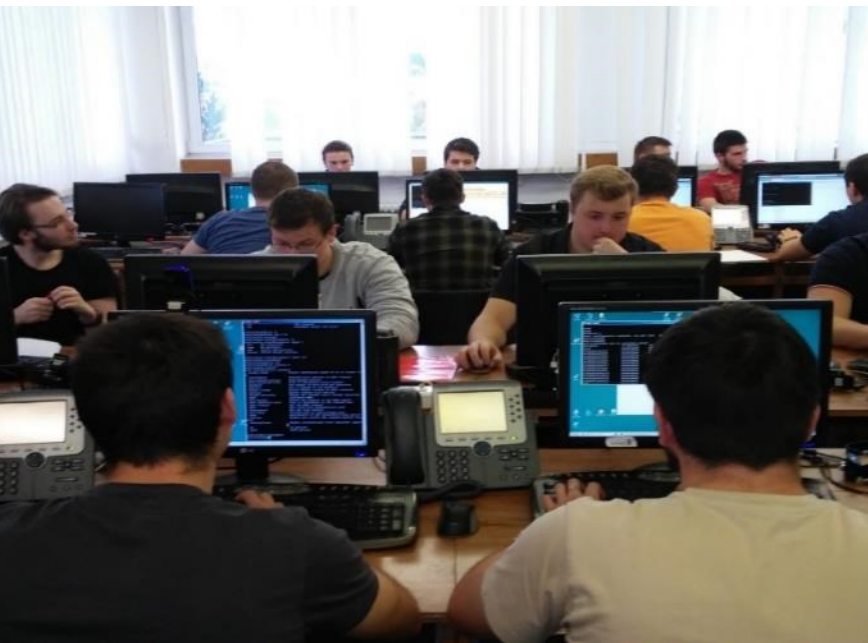


Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP)

- Algoritmus CHAP má oproti PAP zásadné výhody
 - Citlivé údaje sa nikdy neprenášajú v plain-text tvare
 - Z prenesených viditeľných údajov sa nedá rozumne usúdiť na tvar zdieľaného hesla
 - Pretože hodnota náhodného reťazca (výzvy – challenge) sa pri každej autentifikácii mení, je vylúčený replay attack
 - Autentifikáciu môže ISP kedykoľvek zopakovať, pretože je to práve ISP, ktorý začína autentifikačný dialóg
- Je tu však i istá, skôr teoretická, nevýhoda
 - Pri obojstrannej autentifikácii (klient voči ISP, ISP voči klientovi) je nutné použiť to isté zdieľané heslo

Iné metódy - Protokol EAP (Extensible Authentication Protocol)

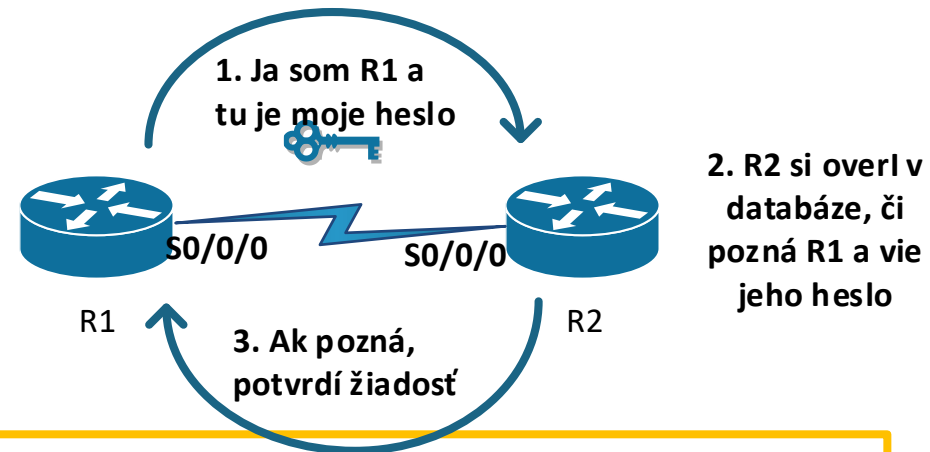
- EAP = framework
 - Umožňuje používať rôzne auth. Mechanizmy
 - EAP –TLS (RFC 2716), EAP Fast, Protected EAP,
 - **EAP-MD5 = PPP CHAP** (podpora je požadovaná)
- TWH ako CHAP
- LCP v autentifikačnej fáze nerobí autentifikáciu => len sa dohodne, že to bude cez EAP
 - Mechanizmus sa dohodne cez EAP
- EAP MD5
 - Strana overujúca totožnosť druhej strany zašle správu EAP-Request
 - Ak druhá strana súhlasí s touto autentizáciou, signalizuje to správou EAP-Response
 - Strana overujúca totožnosť druhej strany zašle správu EAP-Request (Challenge) s výzvou
 - Autentizovaná strana spojí zdieľané tajomstvo (heslo) s výzvou a vypočíta kontrolný súčet algoritmom MD5. Výsledok vloží do odpovede EAP-Response
 - Strana overujúca totožnosť potvrdí/zamietne autentizáciu správou EAP-Success/EAP-Failure.



Konfigurácia autentifikácie

Spustenie PPP PAP- príkazy

- Na konfiguráciu PPP PAP je potrebné:
 - Smerovač žiadajúci o autentifikáciu sa musí predstaviť svojim menom a svojim heslom, ktoré odošle cez serial rozhranie na suseda



```
Router(config)# interface serial X/Y/Z
```

```
Router(config-if)# ppp pap sent-username MENO password HESLO
```

- Smerovač schvaľujúci autentifikáciu musí mať toto meno vo svojej databáze
 - tu v lokálnej DB – running-config

```
Router(config)# username MENO password HESLO
```

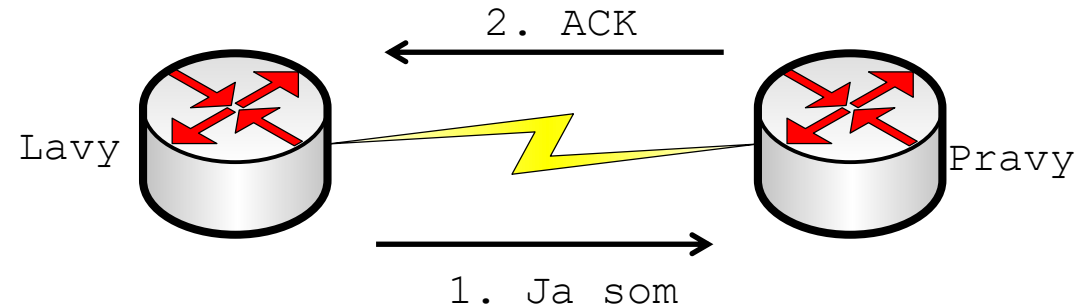
- Smerovač schvaľujúci autentifikáciu musí mať na serial rozhraní spustenú PPP autentifikáciu
 - Aby vedel, že pri zostavovaní linky so susedom musí prebehnúť fáza autentifikácie

```
Router(config)# interface serial X/Y/Z
```

```
Router(config-if)# ppp authentication pap
```

Pozn. :Ak autentifikácia neprebehne, rozhranie je v stave Up/Down

PAP autentifikácia



```
! "klient"  
Lavy(config)#int s 1/0  
Lavy(config-if)#encapsulation ppp  
Lavy(config-if)#ppp pap sent-username Lavy password heslo
```

```
! server  
Pravy(config)#username Lavy password heslo  
Pravy(config)#int serial 1/0  
Pravy(config-if)#encapsulation ppp  
Pravy(config-if)#ppp authentication pap
```

Pozn. Rozhrania musia mať samozrejme IP adresy a byť aktívne

Overenie PPP PAP autentifikácie

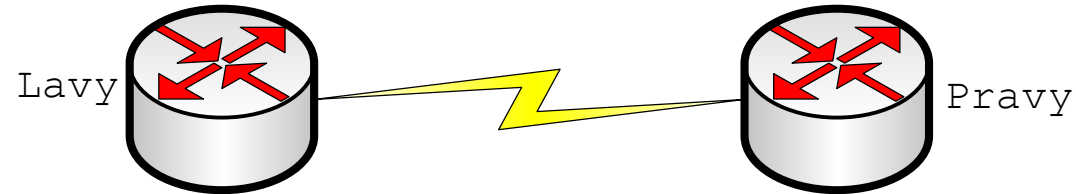
```
Lavy# debug ppp authentication
*Mar  1 02:20:15.299: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial1/0, changed state to up
...
...
...
*Mar  1 02:20:15.315: Se1/0 PPP: Authorization required
*Mar  1 02:20:15.343: Se1/0 PPP: No authorization without authentication
*Mar  1 02:20:15.343: Se1/0 PAP: Using hostname from interface PAP
*Mar  1 02:20:15.343: Se1/0 PAP: Using password from interface PAP
*Mar  1 02:20:15.343: Se1/0 PAP: O AUTH-REQ id 2 len 15 from "Lavy"
*Mar  1 02:20:15.351: Se1/0 PAP: I AUTH-ACK id 2 len 5
*Mar  1 02:20:16.351: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
Serial1/0, change to up
```

Príklad chyby PAP - chybná autentifikácia – zlé heslo

```
Lavy# debug ppp authentication
Lavy(config)#conf t
Lavy(config)#int s 1/0
Lavy(config-if)#pap sent-username Lavy password ine_heslo
Lavy(config-if)#shut
Lavy(config-if)#no shut

*Mar  1 02:51:28.027: Se1/0 PPP: Authorization required
*Mar  1 02:51:28.055: Se1/0 PPP: No authorization without authentication
*Mar  1 02:51:28.055: Se1/0 PAP: Using hostname from interface PAP
*Mar  1 02:51:28.059: Se1/0 PAP: Using password from interface PAP
*Mar  1 02:51:28.059: Se1/0 PAP: O AUTH-REQ id 9 len 19 from "lavy"
*Mar  1 02:51:28.087: Se1/0 PAP: I AUTH-NAK id 9 len 26 msg is "Authentication
failed"
```

PAP autentifikácia - obojsmerná



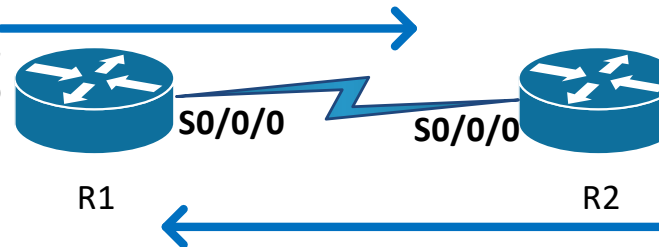
```
Pravy(config)#username Lavy password heslo_2
Pravy(config)#int serial 1/0
Pravy(config-if)#encapsulation ppp
Pravy(config-if)#ppp authentication pap
Pravy(config-if)#ppp pap sent-username Pravy password heslo_1
```

```
Lavy(config)#username Pravy password heslo_1
Lavy(config)#int serial 1/0
Lavy(config-if)#encapsulation ppp
Lavy(config-if)#ppp authentication pap
Lavy(config-if)#ppp pap sent-username Lavy password heslo_2
```

Pozn. Heslo musí byť zhodné na oboch stranách

Spustenie PPP CHAP - príkazy

2. R1 z hesla pre smerovač R2, prijatého ID a prijatého reťazca vypočíta MD5 Hash a odošle ju na R2 so svojim menom



1. R2 sa predstaví menom a požiada R1 o autentifikáciu. Žiadosť má číslo a náhodný reťazec

3. R2 si vypočíta lokálne MD5 hash pre heslo smerovača s menom R1 a porovná s prijatou hash, ak je zhoda, žiadosť potvrdí. Ak nie, žiadosť zamietne.

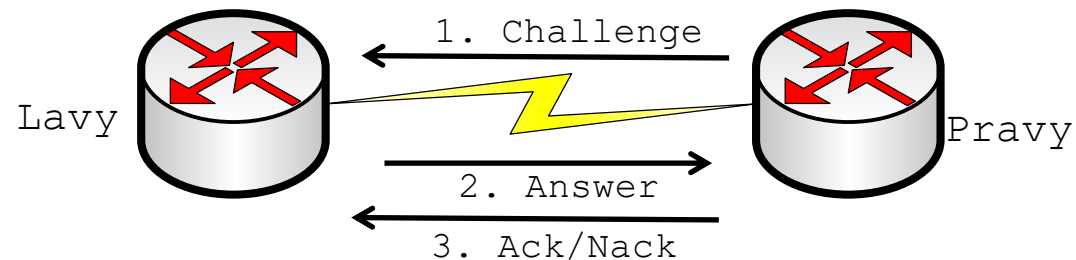
- Na konfiguráciu PPP CHAP je potrebné:
 - Oba smerovače, keďže na počítanie MD5 hash musia mať zhodné vstupné údaje, musia mať v svojej databáze meno susedného smerovača so zhodnými heslami

```
Router(config)# username MENO password HESLO
```

- Smerovač schvaľujúci autentifikáciu (len on, lebo inak prebehne TWH dvakrát) musí mať na serial rozhraní spustenú PPP CHAP autentifikáciu
 - Aby vedel, že pri zostavovaní linky so susedom musí prebehnúť fáza autentifikácie

```
Router(config)# interface serial X/Y/Z  
Router(config-if)# ppp authentication chap
```


CHAP autentifikácia - jednosmerná



```
Pravy(config)#username Lavy password heslo  
Pravy(config)#int serial 1/0  
Pravy(config-if)#encapsulation ppp  
Pravy(config-if)#ppp authentication chap
```

```
Lavy(config)#username Pravy password heslo  
Lavy(config)#int serial 1/0  
Lavy(config-if)#encapsulation ppp
```

Pozn. Heslo musí byť zhodné na oboch stranách

Databázy musia byť na oboch stranách so zhodným heslom

Overenie PPP CHAP autentifikácie

```
Lavy# debug ppp authentication
```

```
Lavy(config)#
```

```
*Mar 1 03:04:05.971: Se1/0 PPP: Authorization required
*Mar 1 03:04:05.987: Se1/0 PPP: No authorization without authentication
*Mar 1 03:04:06.011: Se1/0 CHAP: I CHALLENGE id 1 len 26 from "Pravy"
*Mar 1 03:04:06.027: Se1/0 CHAP: Using hostname from unknown source
*Mar 1 03:04:06.027: Se1/0 CHAP: Using password from AAA
*Mar 1 03:04:06.031: Se1/0 CHAP: O RESPONSE id 1 len 25 from "Lavy"
*Mar 1 03:04:06.051: Se1/0 CHAP: I SUCCESS id 1 len 4
```

```
Lavy(config)# do sh ip int brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	unassigned	YES	unset	administratively down	down
FastEthernet0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Serial1/0	1.1.1.1	YES	manual	up	up
Serial1/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Serial1/2	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Serial1/3	unassigned	YES	unset	administratively down	down

CHAP -- neexistuje meno v DB

```
Pravy(config)#username Lavy password heslo
Pravy(config)#int serial 1/0
Pravy(config-if)#encapsulation ppp
Pravy(config-if)#ppp authentication chap
```

```
Lavy#debug ppp auth
```

```
PPP authentication debugging is on
```

```
Lavy(config)#username Iny_router password heslo
```

```
Lavy(config)#int serial 1/0
```

```
Lavy(config-if)#encapsulation ppp
```

```
Lavy#
```

```
*Mar 1 03:34:21.303: Se1/0 PPP: Authorization required
```

```
*Mar 1 03:34:21.303: Se1/0 PPP: No authorization without authentication
```

```
*Mar 1 03:34:19.303: Se1/0 CHAP: I CHALLENGE id 3 len 26 from "Pravy"
```

```
*Mar 1 03:34:19.303: Se1/0 CHAP: Unable to authenticate for peer
```

```
*Mar 1 03:34:21.315: Se1/0 PPP: Authorization required
```

```
*Mar 1 03:34:21.375: Se1/0 PPP: No authorization without authentication
```

Autentifikácie PAP a CHAP môžeme kombinovať

```
! LEN CHAP
```

```
Pravy(config-if)#ppp authentication chap
```

```
! LEN PAP
```

```
Pravy(config-if)#ppp authentication pap
```

```
! VYKONAJ OBE PAP PRVY, POTOM CHAP
```

```
Pravy(config-if)#ppp authentication pap chap
```

```
! VYKONAJ OBE CHAP PRVY, POTOM PAP
```

```
Pravy(config-if)#ppp authentication chap pap
```



UNIVERSITY OF ŽILINA
Faculty of Management Science
and Informatics



Networking
Academy



Ohodnot' našu CAN na google:

- <https://goo.gl/maps/BAnFvQKYCBpffcEX7>

