

# Asynchronous Transfer Mode - ATM

Pavol Segeč

Katedra Informačných Sietí

palo@frkis.utc.sk

# Prečo ATM

- Pôvodne špecializácia: jedna služba = jedna sieť (telefónna sieť, telex, X.25 apod.
  - zavedenie jednej služby = kompletne vybudovanie celej siete, vyškolenie personálu, oddelený management
  - špec. sieť - nepružná na zavádzanie nových služieb
- vznik nových komunikačných služieb
  - rozličné nároky na sieť často nedefinované (High Res TV, video konferencie, vysoko rýchlostné dátové prenosy)
  - **Hlas:** generovaný asynchrónne, prenos synchrónny, objem prenášaných dát relatívne malý, signál môže byť dosť chybový

# Prečo ATM (2)

ATM

- **Video:** generovanie synchrónne (nepretržitý tok dát), prenos synchrónny, objem prenášaných dát sa môže meniť podľa kvality, musí byť kontrola chybovosti - vplýva na kvalitu
- **Dáta:** dáta generované synchr. or asynchrónne, prenos zvyčajne asynchrónny, objem prenášaných dát sa mení, citlivosť na chybovosť extrémne vysoká
- Vývoj v technológiách: Fiber Optics, Image Coding Techniques, Polovodičový priemysel

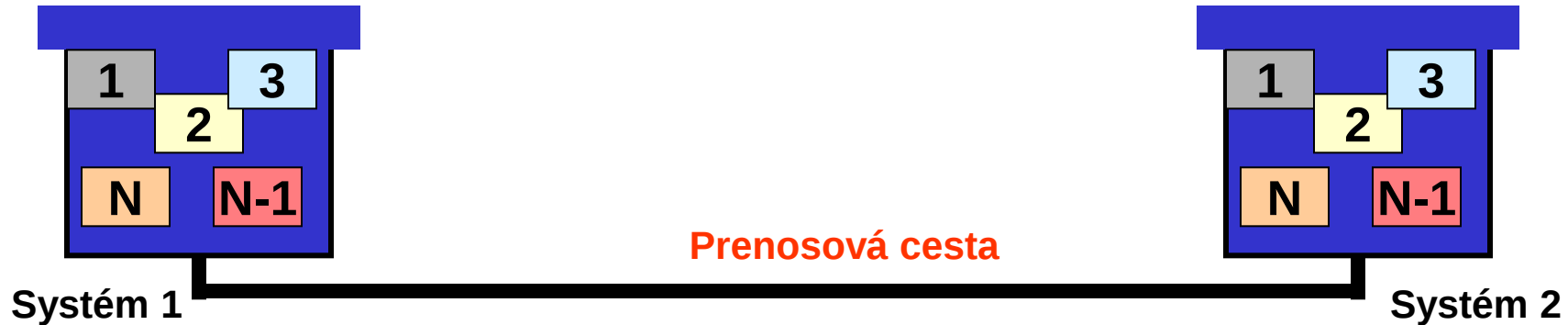
Potreba pružnej, flexibilnej siete s progresívnou technológiou  
=> vývoj a definovanie ATM princípov

# B-ISDN – širokopásmová digitálna sieť integrovaných služieb

- **ISDN:** prvá univerzálna sieť pre prenos a prepájanie väčšiny súčasných služieb
  - **nevýhody:**
    - neefektívna pre signály s variabilnou rýchlosťou prenosu
    - 64 kbit/s kanál - nedostatočný pre rýchle signály (počítačové dáta, video)
    - Obsadený celý kanál na dobu trvania spojenia
- Požiadavky na univerzálnu B-ISDN sieť:
  - nezávislosť na službe a na type koncového terminálu
  - nezávislosť na rýchlosti
  - prenos dátových signálov
  - prenos synchrónnych signálov
  - podpora spojovo orientovanej (connection-oriented) prevádzky
  - podpora nespojovanej (connectionless) prevádzky
  - spoľahlivý a bezchybný prenos
  - spolupráca s existujúcimi sieťami
  - bezpečnosť do budúcnosti
  - šandardizácia

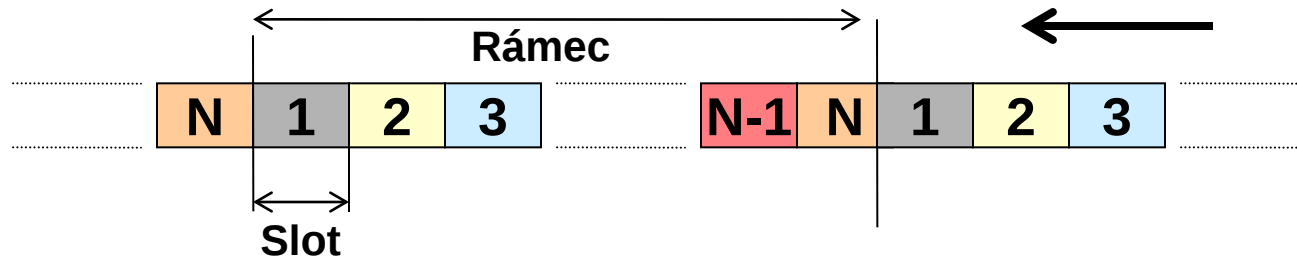
# Využitie prenosovej cesty

ATM



1. Synchronný prenos
2. Paketový prenos
3. Asynchrónny prenos

# Synchrónny prenos



- Prenosová cesta sa zdelí na tzv. časové sloty
- Pozícia slotu a rámca je presne určená v čase, obsah rovnomerne obsadzovaný pomocou synchrónneho časového multiplexovania
- používané napr. v tel. sieti

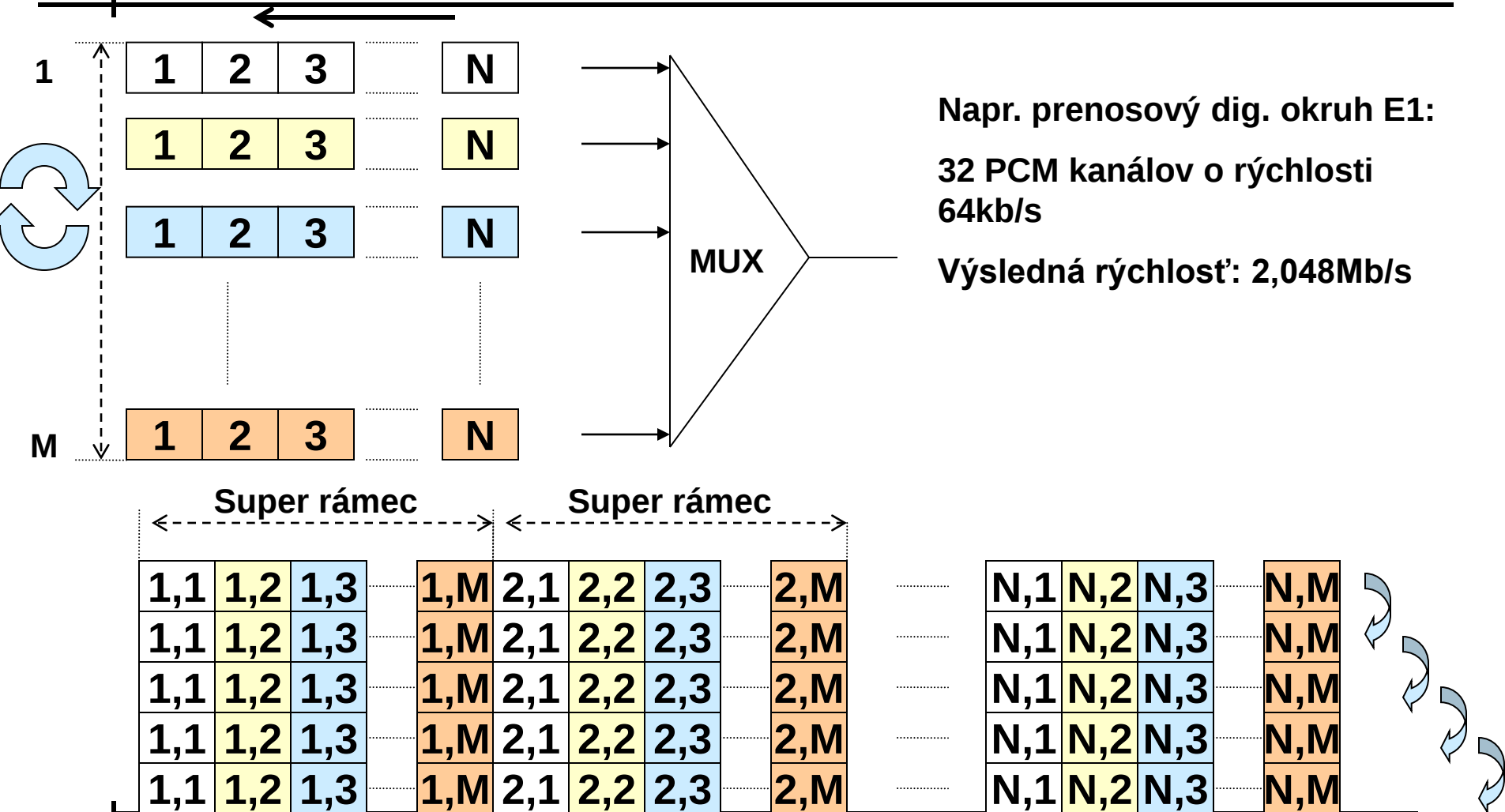
## Výhody

- jeden slot pridelený jednému komunikujúcemu
- získam garanciu prenosovej šírky pásma
- prenášajú sa len „užitočné dáta“

## Nevýhody

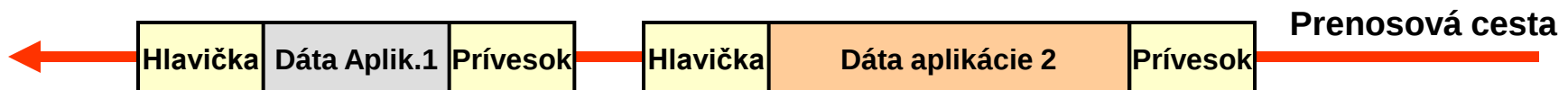
- plytvanie prenosovými prostriedkami (ak nemám konšt. gener. dáta)
- pre dátové siete nie veľmi vhodné

# Super rámce



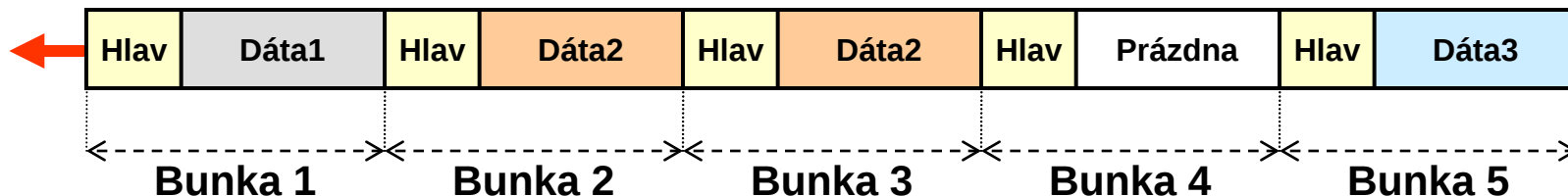
# Paketový prenos

- Používa dátové bloky (pakety) premenlivej dĺžky
- Každý paket: nezávislý dátový blok => potrebujem dodať doplnkové info potrebné k prenosu paketu => hlavička, resp. prívesok
- Dáta môžu prísť poprehadzované
- Dáta sa môžu stratiť
- **Nevýhoda:** prenášam „neužitočné informácie“, negarantuje prenosové pásmo, zaťaženie každého prenosového uzla
- **Výhoda:** Efektívne a ekonomické využitie prenosového pásma (dáta sú prenášané len vtedy, keď sú nejaké určené k prenosu)



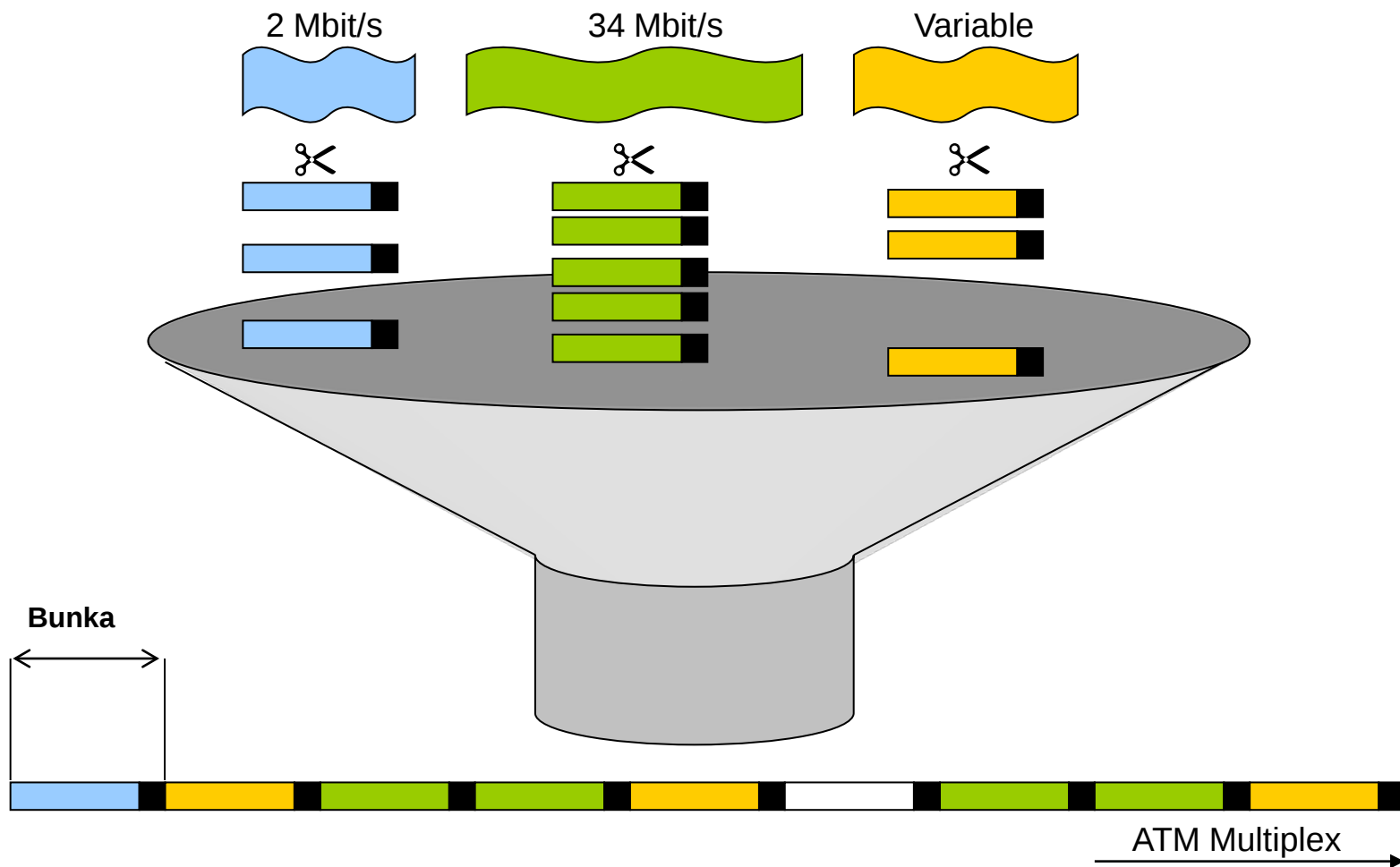
# Asynchrónny prenos

- Kombinuje synchrónny a paketový prenos
- Dátový blok paket (bunka), má konštantnú veľkosť (pre odhad spracovania v uzle)
- Pozícia bunky je určená časom
- Dáta sú prenášané vtedy, keď sú pripravené k prenosu (ináč sa vkladajú „prázdne“ bunky)
- Bunky sa pridelujú podľa nárokov tokov dát aplikácií (štatistický mux.)
- Použitý pri technológii ATM (Asynchronous Transfer Mode)



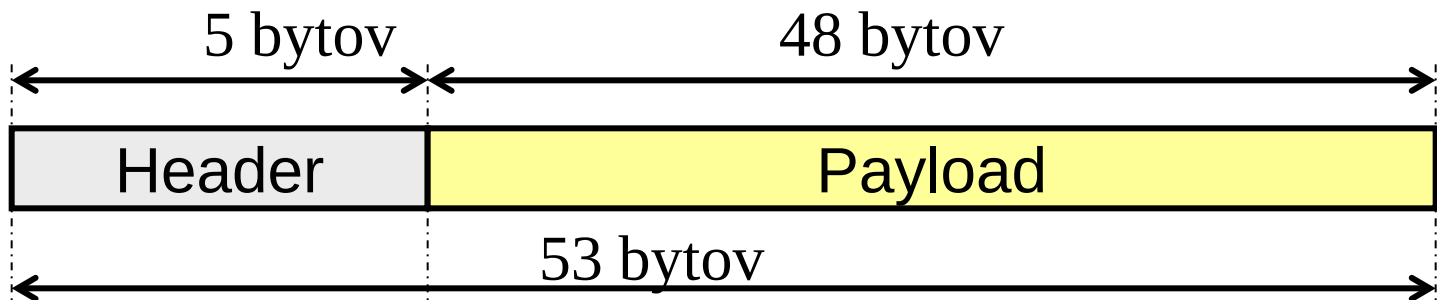
# Štatistický mux.

ATM



# Vlastnosti ATM

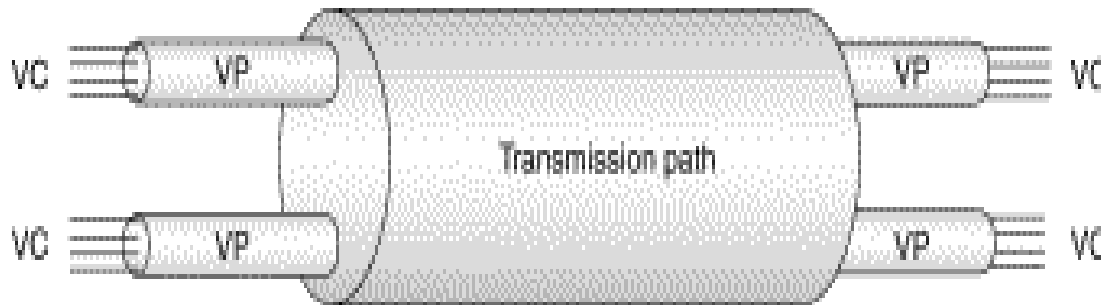
- Paket konštantnej dĺžky 53 byte - *bunka (cell)* :
  - *hlavička (header)*: 5 byte
  - *informačné pole (payload)*: 48 byte



- bunky ukladané do multiplexu nepravidelne → *štatistickým multiplexovaním*

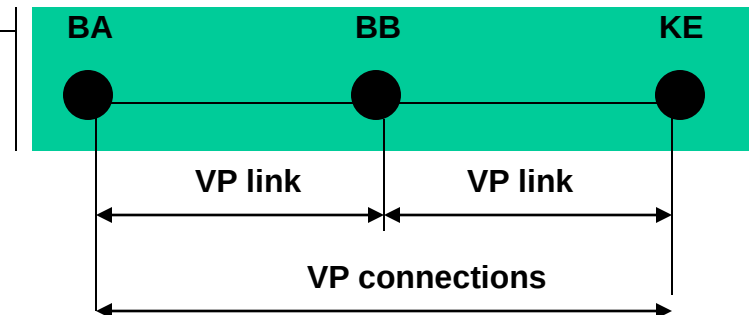
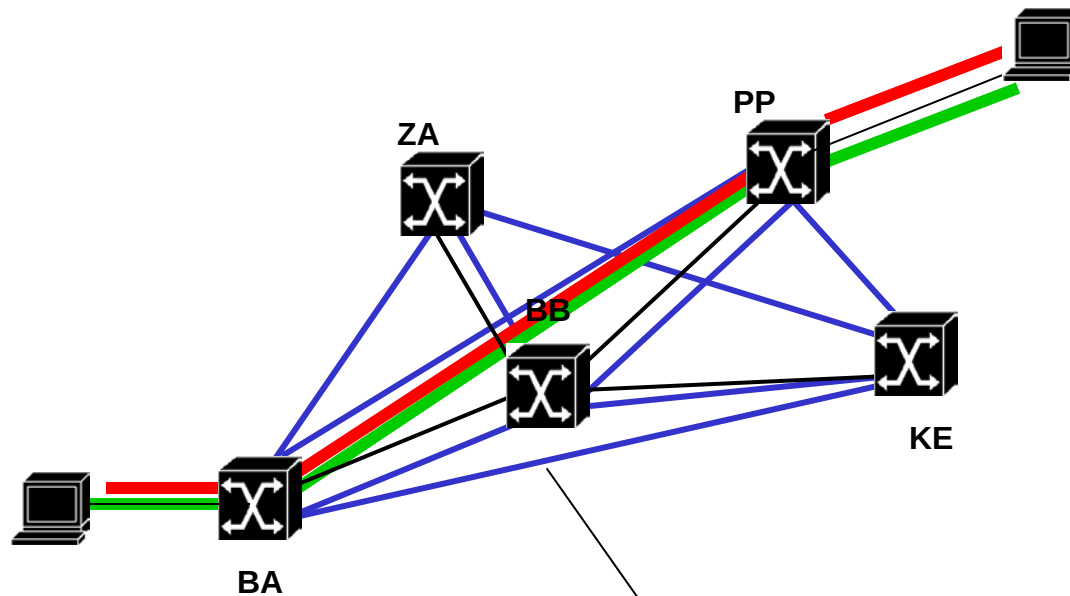
# Vlastnosti ATM (2)

- **Spojovo orientovaný prenos:** pred prenosom užívateľských dát – potrebná fáza zostavenia kanála (okruhu) – virtuálny kanál
  - pomocou adaptačnej vrstvy - aj podpora **nespojovaného prenosu**



- smerovanie - pomocou: VC a VP
  - VC - Virtual Channel (virtuálny kanál)
  - VP - Virtual Path (virtuálna cesta)
- proces zostavovania spojenia → vytvorenie postupnosti VC (end-to-end spojenie)
- všetky bunky jedného spojenia prepravované tým istým VC
- zostavovanie spojenia - riadené signalizáciou

# VP & VC



# Vlastnosti ATM (3)



## Identifikátory ATM buniek:

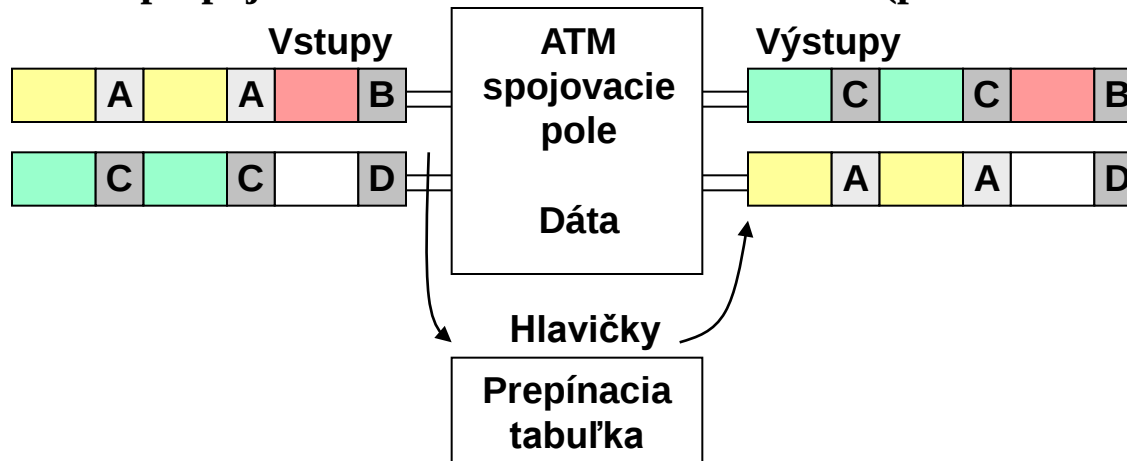
- VPI (Virtual Path Identifier)
- VCI (Virtual Channel Identifier)

Kombinácia **VPI + VCI** – jedinečná pre všetky bunky patriace jednému spojeniu (uzol-uzol)

- **PTI (Payload Type Identifier)** – závisí od „payload“ prenášaného v bunke:
  - používateľská informácia prenášaná transparentne sieťou
  - sieťová informácia

# Vlastnosti ATM (4)

- Transparentné prepájanie buniek v smerovacích uzloch (po zostavení spojenia)



- **Žiadna kontrola chýb v sieťových uzloch** (ak pri prenose dôjde ku chybe, sieť sa o nápravu nestará ⇒ žiadny opakovaný prenos iniciovaný uzlom)
- **Žiadna kontrola toku dát (flow control) a prevádzky v sieťových uzloch**
  - **Resource Allocation** – pridelenie šírky pásma pre dané virtuálne spojenie (posudzuje sa žiadosť o spojenie, pri pravdepodobnosti preťaženia multiplexu - odmietnutie žiadosti)
  - **QoS** – kvalita služby požadovaná používateľom (základné parametre: strata buniek, oneskorenie, jitter)
  - **UPC (Usage Parameter Control)**: dohľad nad dodržiavaním kontraktu medzi používateľom a sieťou

# ATM princípy - zhrnutie

ATM

- **Paketová technológia** - prenáša pakety (bunka, cell) fixnej dĺžky, 53B
- **spojovo orientovaná technológia** - musí byť založené spojenie pred prenosom dát - signalizácia - spojenie fixné, dané adminom siete (PVC) alebo podľa požiadaviek (SVC)
- podporuje spojenie 1:1(full duplex) a aj 1:A (half duplex)
- ponúka spoľahlivý a bezchybný prenos
- Žiadna kontrola chýb v sieťových uzloch
- podporuje QoS
- každé spojenie môže mať vlastné QoS
- Policy and admission control vo vstupných uzloch
- Žiadna kontrola toku dát a prevádzky v sieťových uzloch
- podporuje spoluprácu so súčasnými LAN a WAN sieťami (MPOA, LANE)
- používa asynchrónny časový multiplex

# ATM a B-ISDN štandardy a špecifikácie

## dva typy organizácií:

### 1. *formálne štandardizačné organizácie*

- **ITU-T** – International Telecommunications Union – Telecommunications: [www.itu.ch](http://www.itu.ch)  
predtým CCITT – International Telegraph and Telephone Consultative Committee
- **ANSI** – American National Standards Institute - v USA: [www.ansi.org](http://www.ansi.org)
- **ETSI** – European Telecommunications Standards Institute – v Európe: [www.etsi.org](http://www.etsi.org)

### 2. *priemyselné fóra*

- **ATM Forum**: [www.atmforum.com](http://www.atmforum.com)
- **IETF** – Internet Engineering Task Force: [www.ietf.org](http://www.ietf.org)

# ISO OSI model

Vrstvy

|             |
|-------------|
| Aplikačná   |
| Prezentačná |
| Relačná     |
| Transportná |
| Sieťová     |
| Linková     |
| Fyzická     |

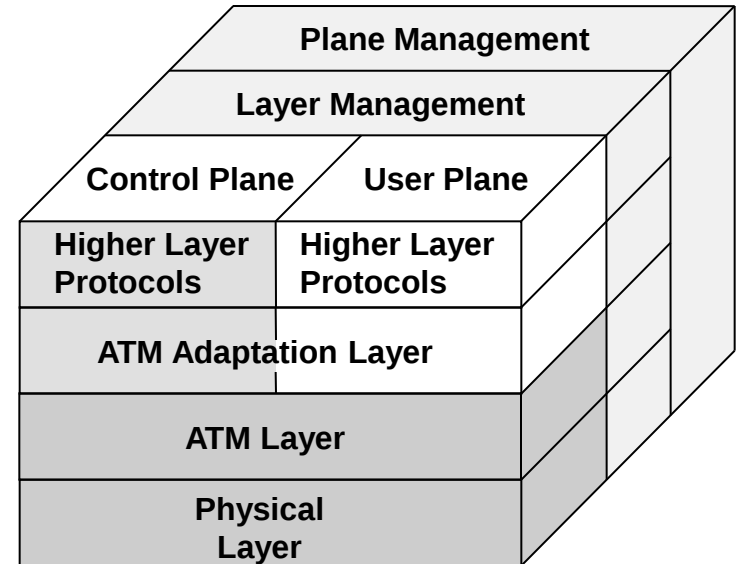
- rozbitie na jednoduchšie celky
- urýchlenie vývoja
- uľahčenie učenia a porozumenie

# ATM protokolový referenčný model

ATM

- **Prenosová (fyzická vrstva)** - stanovenie prenosovej rýchlosti, prevod na linkový kód, spracovanie synchronizačných informácií
- **Vrstva ATM** - vyhodnocuje funkcie hlavičky
- **Vrstva AAL** prispôsobuje prenášané používateľské dáta formátu bunky ATM.
- **Vyššie vrstvy** – hlas, video, LANs, IP, FR, atď.

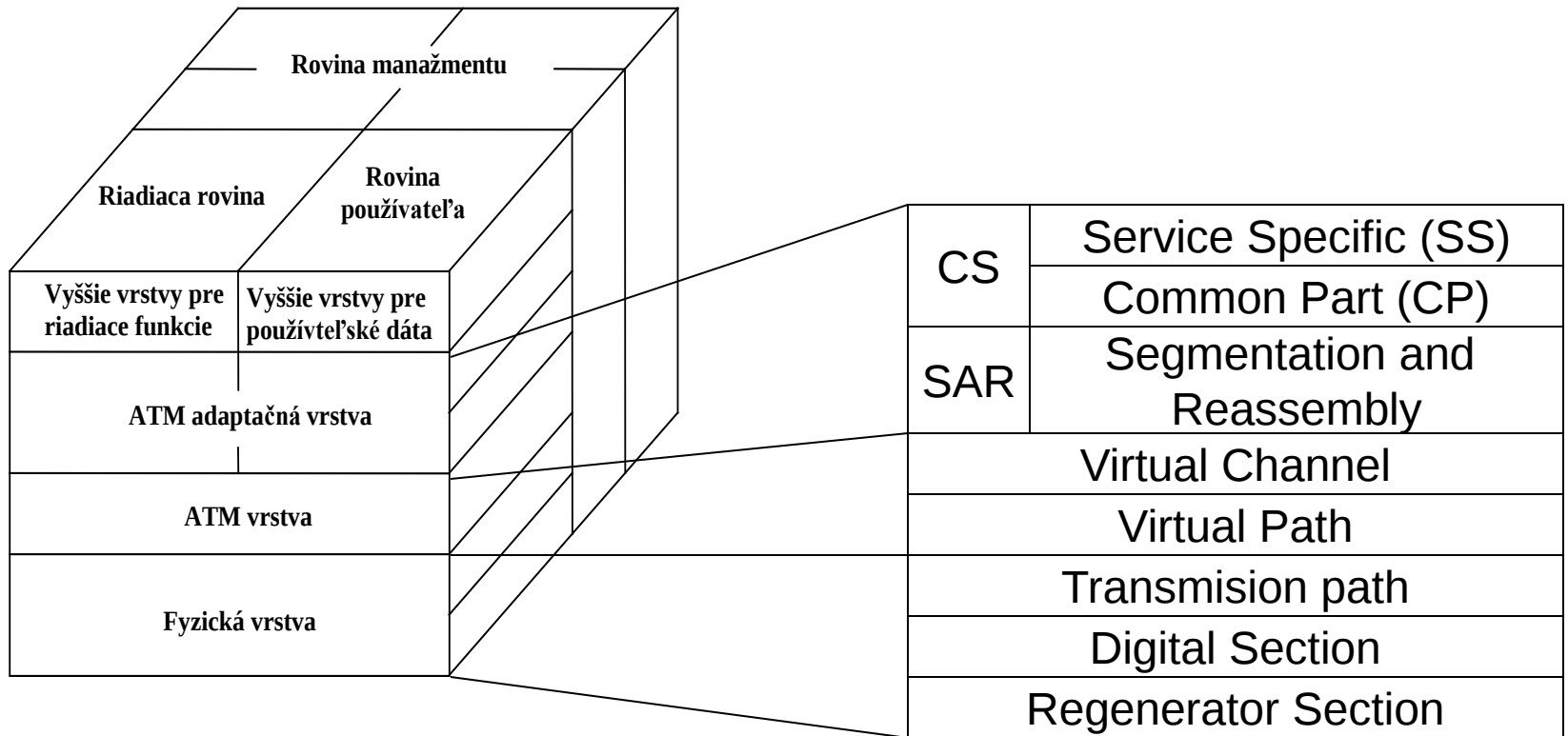
- ❖ **Používateľská rovina (User Plane)** – prenos používateľských dát
- ❖ **Riadiaca rovina (Control Plane)** - zostavenie, udržiavanie a rušenie spojenia
- ❖ **Rovina manažmentu (Management Plane)** - monitorovanie a dohľad nad sieťou:



- **Layer Management podrovina** –dohľad nad úlohami vrstiev
- **Plane Management podrovina** - riadi systém ako celok (dohľadové a koordinačné úlohy v sieti)

# Referenčný model

ATM



# Fyzická vrstva (1)

ATM vrstva

↕ ATM bunka

Transmission Convergence

↕ ATM, SDH, PDH

Physical Media

→ Prenos po bitoch

Pracuje s bunkami aj s bitmi

Funkcie:

- Cell delineation – rozoznávajúce hranice bunky pomocou HEC
- verifikácia hlavičky bunky (cez HEC)
- Cell decoupling/uncoupling – vkladanie vyberanie prázdnych buniek – const rate
- adaptácia toku rámcov na bity a na používaný prenosový systém (PDH, SDH, FDDI)

- Vysielanie a príjem bitov a fyzický prístup na prenosové médium
- funkcie sa líšia od použitého média
- zabezpečuje aj správnu bitovú synchronizáciu
- ITU-T základné rýchlosti 155,520 Mbit/s a 622,080 Mbit/s

✓ prenos pomocou SDH, PDH aj multiplexom ATM

✓ ITU-T : 155,520 Mbit/s a 622,080 Mbit/s

✓ **verejné siete:** optické vlákno, koaxiálny kábel

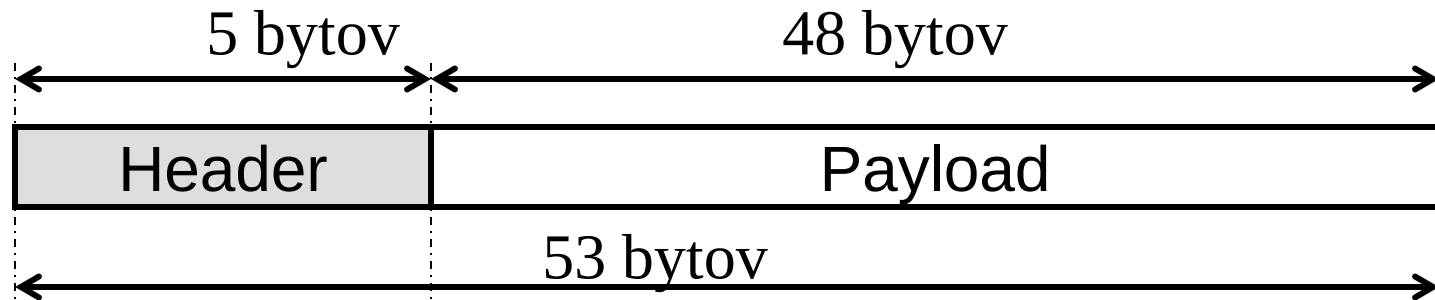
✓ **privátne siete:** aj UTP – Unshielded Twisted Pair a STP – Shielded Twisted Pair

# Fyzická vrstva (2)

ATM

- Používané rozhrania pre verejne siete v Európe
  - STM-1, rozhranie SDH, 155,520 Mbit/s, monomódové optické vlákno
  - STM-4. Rozhranie SDH, 622,080 Mbit/s, monomódové optické vlákno
  - E1, 2,048 Mbit/s, medené páry alebo koax
  - E3, 34,368 Mbit/s, koax
- Používané rozhrania pre lokálne siete
  - STM-4. Rozhranie SDH, 622,080 Mbit/s, monomódové optické vlákno
  - STM-1, rozhranie SDH, 155,520 Mbit/s, monomódové optické vlákno
  - STM-1, rozhranie SDH, 155,520 Mbit/s, medené páry
  - STM-1, kontinuálny tok ATM buniek 155,520 Mbit/s, monomódové optické vlákno
  - OC-1, rozhranie SONET, 51 Mbit/s, monomódové optické vlákno
  - OC-1, rozhranie SONET, 51 Mbit/s, medené páry
  - Rozhranie s rýchlosťou 25,6 Mbit/s, medené páry

# ATM vrstva - ATM bunka



- Základná informačná jednotka
- Veľkosť – konštantná – výhody:
  - Ľahšie multiplexovanie, jednoduchšie odhadnutie hraníc bunky, ľahšie odhadnutie správania siete, stavu bufrov (vyrovnávacích pamätí)
- Payload – transparentný pre sieť

# Formát hlavičky ATM bunky

UNI

NNI

| 8       | 7  | 6 | 5 | 4   | 3 | 2 | 1 | B<br>a |
|---------|----|---|---|-----|---|---|---|--------|
| VPI     |    |   |   | GFC |   |   |   | 1      |
| VCI     |    |   |   | VPI |   |   |   | 2      |
| VCI     |    |   |   |     |   |   |   | 3      |
| C<br>LP | PT |   |   | VCI |   |   |   | 4      |
| HEC     |    |   |   |     |   |   |   | 5      |

|         |    |   |   |     |   |   |   |        |
|---------|----|---|---|-----|---|---|---|--------|
| 8       | 7  | 6 | 5 | 4   | 3 | 2 | 1 | B<br>a |
| VPI     |    |   |   |     |   |   |   | 1      |
| VCI     |    |   |   | VPI |   |   |   | 2      |
| VCI     |    |   |   |     |   |   |   | 3      |
| C<br>LP | PT |   |   | VCI |   |   |   | 4      |
| HEC     |    |   |   |     |   |   |   | 5      |

GFC – *Generic Flow Control* – slúži na kontrolu dodržiavania dohodnutých parametrov medzi sieťou a koncovým používateľom; identifikácia viacerých endpoints zdiaľajúcich jedno ATM spojenie

VPI – *Virtual Path Identifier* – identifikátor virtuálnej cesty

VCI – *Virtual Channel Identifier* – identifikátor virtuálneho kanála

PT – *Payload Type* – typ bunky – používateľska alebo riediaca

CLP – *Cell Loss Priority* – určuje prioritu bunky

HEC – *Headre Error Check* – zabezpečenie hlavičky, používa fyzická vrstva pre kontrolu správnosti prenesenej hlavičky

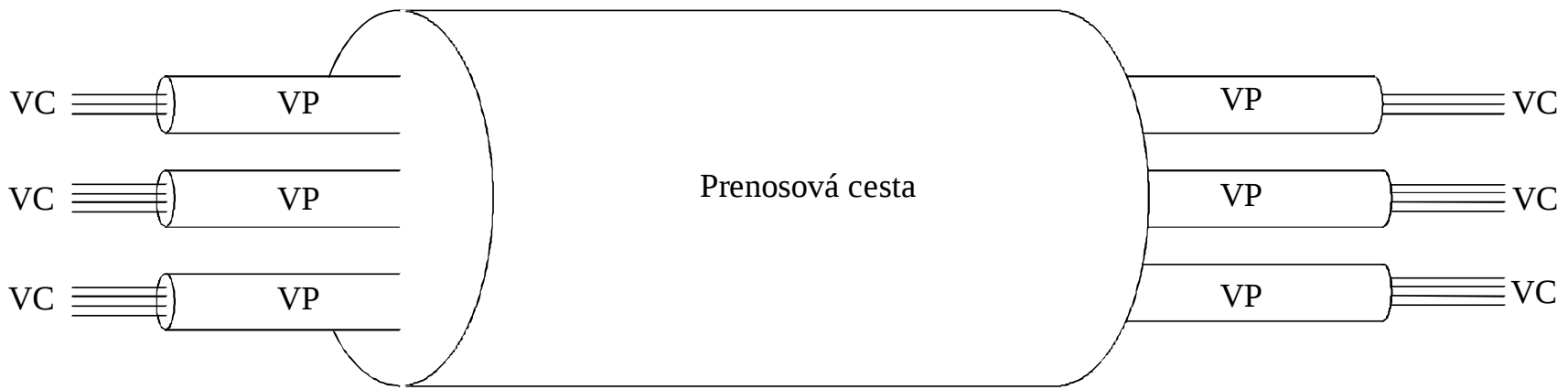
# ATM vrstva

ATM

- Základná funkcia – prenos buniek od zdroja k cieľu, tak aby bola v každom okamihu zabezpečená kvalita, ktorá je definovaná pre spojenie, t.j.
  - Vyhodnocovanie a identifikácia VC a VP z hl. bunky
  - Multiplexovanie a prepínanie buniek
  - Vytvorenie a vyplnenie hl. bunky, okrem HEC
  - Kontrola toku buniek
  - Riadenie priepustnosti
  - Dodržovanie QoS parametrov
  - Riadenie siete pomocou riadiacich buniek
- Nezávislá na fyzickom prenosovom spojení
- Spoločná pre všetky info toky

# VCI a VPI

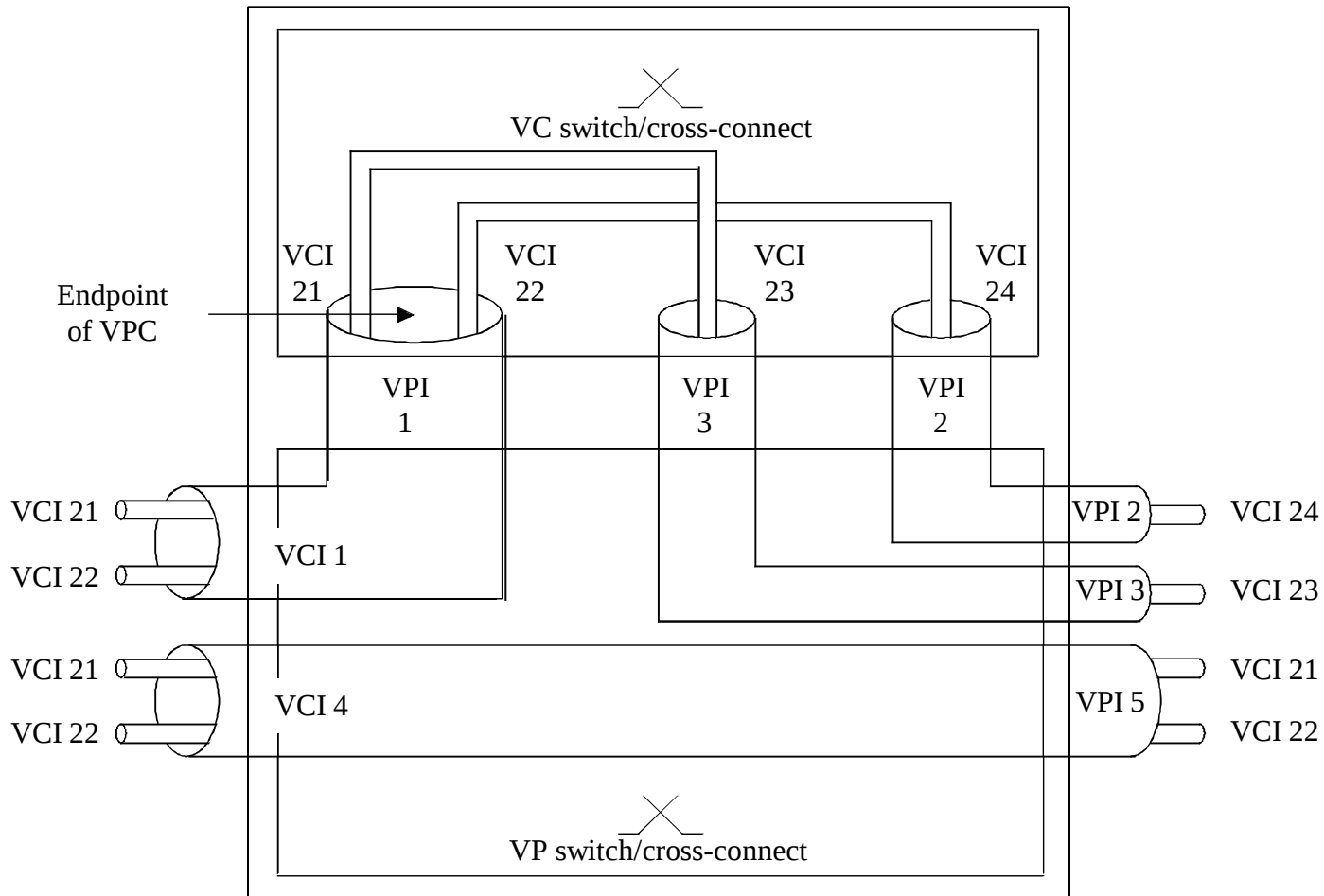
- ATM delená na dve nezávislé podvrstvy:
  - **Úroveň virtuálnych spojení** (Virtual Connection Level) – vyššia úroveň – prepojovacia sieť
  - **Úroveň virtuálnych ciest** (Virtual Path Level) – nižšia úroveň – definujem logickú štruktúru siete



VC - virtuálny kanál

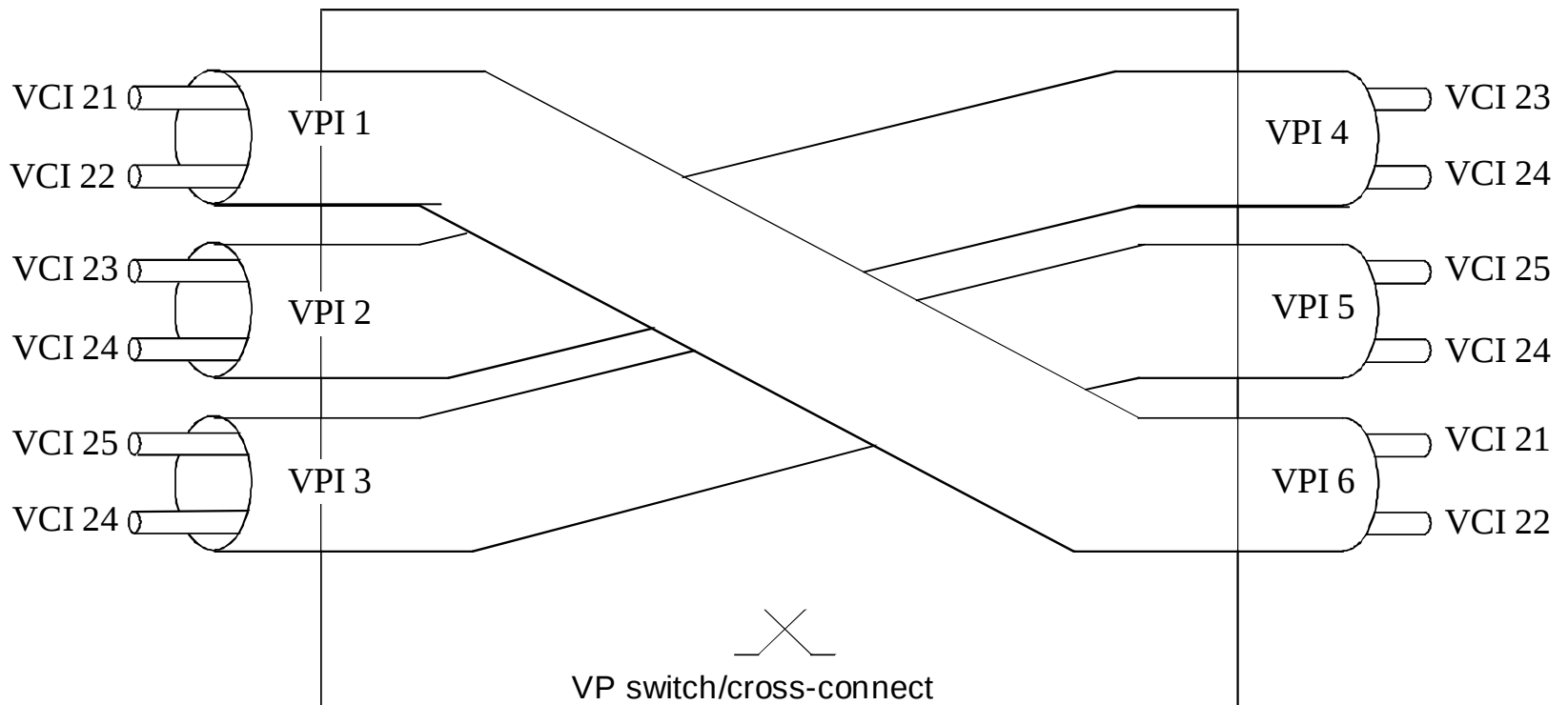
VP - virtuálna cesta

# ATM prepínač - VC switch



# ATM prepínač - VP Cross-connect

ATM



# Parametre QoS a prevádzkové parametre

ATM

- **Prevádzkový kontrakt (Traffic contract)** – dohoda medzi používateľom a sieťou, kde sieť garantuje QoS, za podmienky že používateľ neprekročí tok definovaný v prevádzkovom kontrakte
- **ATM QoS parametre**
  - *Cell Loss Ratio (CLR)*
  - *Cell misinsertion Ratio (CMR)*
  - *Cell Error Ratio (CER)*
  - *Mean Cell Transfer Delay (MCDT)*
    - *Propagation delay* – oneskorenie prenosom (fixné)
    - *Processing delay* – oneskorenie spracovávaním (pohyblivé)
  - *Cell Delay Variation (CDV)*
- **Parametre prevádzkového kontraktu**
  - *Peak Cell Rate (PCR)*
  - *Sustainable Bit Rate (SCR)*
  - *Maximu Burst Size (MBS)*
  - *Cell Delay Variation Tolerance (CDVT)*

# Kategórie služieb na ATM vrstve - ATM Fórum

*ATM Forum Traffic Management Specification 4.0 :*

## • Constant Bit Rate (CBR) Service

- konštantné prenosové pásmo počas trvania celého spojenia (PCR)
- aplikácie v reálnom čase, časová transparentnosť - hlas, video, circuit emulation

## • Real-Time Variable Bit Rate (rt-VBR) Service

- premenlivé prenosové pásmo, časová transparentnosť
- hlasové a video aplikácie
- pre používateľa - daná minimálna šírka pásma (SCR), prekročenie do max. hodnoty (PCR), v určitých medziach (MBS)

## • Non-Real Time Variable (nrt-VBR) Service

- aplikácie bez časovej transparentnosti s premenlivou (bursty) prenosovou rýchlosťou
- parametre: SCR, PCR, MBS

## • Unspecified Bit Rate (UBR) Service

- aplikácie bez časovej transparentnosti, bez garancie kvality služieb - "**best effort service**"
- klasický prenos súborov, e-mail
- cenovo najvýhodnejšia !!!

## • Available Bit Rate (ABR) Service

- dátové prenosy tolerujúce zmenu prenosového pásma a neočakávané oneskorenie buniek
- využíva dostupné prenosové pásmo v multiplexe
- parametre: PCR, MCR - Minimum Cell Rate
- používateľ - používa prenosovú rýchlosť medzi PCR a MCR

# Atribúty a garancie jednotlivých kategórií služieb

ATM

| Service Category | Traffic Descriptor            | Guarantees |             |           | Feedback Control |
|------------------|-------------------------------|------------|-------------|-----------|------------------|
|                  |                               | Loss (CLR) | Delay (CDV) | Bandwidth |                  |
| <b>CBR</b>       | PCR                           | Yes        | Yes         | Yes       | No               |
| <b>rt-VBR</b>    | PCR, PCR, MBS                 | Yes        | Yes         | Yes       | No               |
| <b>nrt-VBR</b>   | PCR, SCR, MBS                 | Yes        | No          | Yes       | No               |
| <b>UBR</b>       | PCR                           | No         | No          | No        | No               |
| <b>ABR</b>       | PCR, SCR behaviour parameters | Yes        | No          | Yes       | Yes              |

# Použitie kategórií služieb pre jednotlivé aplikácie

ATM

| Applications                        | CBR  | rt-VBR | nrt-VBR | ABR  | UBR  |
|-------------------------------------|------|--------|---------|------|------|
| <i>Critical Data</i>                | Good | Fair   | Best    | Fair | No   |
| <i>LAN Interconnect</i>             | Fair | Fair   | Good    | Best | Good |
| <i>WAN data transport</i>           | Fair | Fair   | Good    | Best | Good |
| <i>Circuit emulation</i>            | Best | Good   | No      | No   | No   |
| <i>Telephony, videoconferencing</i> | Best | ?      | ?       | No   | No   |
| <i>Compressed audio</i>             | Fair | Best   | Good    | Good | Fair |
| <i>Video distribution</i>           | Best | Good   | Fair    | No   | No   |
| <i>Interactive multimedia</i>       | Best | Best   | Good    | Good | Fair |

? = to be determined

# Triedy služieb (podľa ITU-T)

ATM

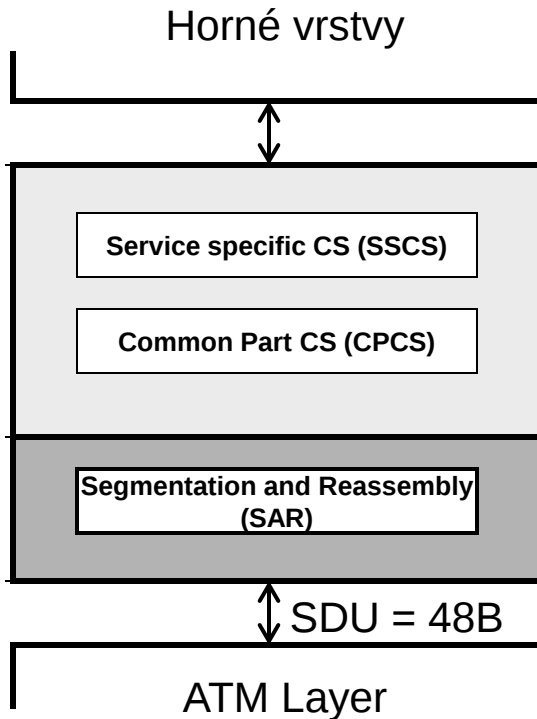
|                    | trieda A                                                | trieda B           | trieda C                             | trieda D                               |
|--------------------|---------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|
| synchronizácia     | vyžadovaná                                              |                    | nevyžadovaná                         |                                        |
| prenosová rýchlosť | konštantná                                              | premenlivá         |                                      |                                        |
| druh spojenia      | spojovo orientovaný<br>(s potrebou zostavenie spojenia) |                    |                                      | nespojovo orientovaný                  |
| príklady           | emulácia okruhov<br>(prenos audio a video)              | komprimované video | spojovo orientovaný<br>dátový prenos | nespojovo orientovaný<br>dátový prenos |
| typ služby AAL     | AAL 1                                                   | AAL 2              | AAL 3/4                              |                                        |
| AAL 5              |                                                         |                    |                                      |                                        |

# ATM adaptačná vrstva

ATM

- Leží medzi ATM vrstvou a vyššími protokolovými vrstvami alebo aplikáciami
- Mapuje PDU vyšších vrstiev do informačného poľa ATM buniek a späť
- Poskytuje rozsiahle množstvo funkcií podľa potreby aplikácie – široké spektrum aplikácií, služieb – potreba klasifikácie pre zovšeobecnenie možných požiadaviek na službu

# AAL vrstva - štruktúra



## Convergence Sublayer

- vykonáva prídavné funkcie ako multiplexovanie, detekcia straty buniek, obnova časovania
- môže byť ešte členená do podvrstiev
  - SSCS - závislá na službe
  - CPCS - spoločná pre všetky služby

## Segmentation and reassembly

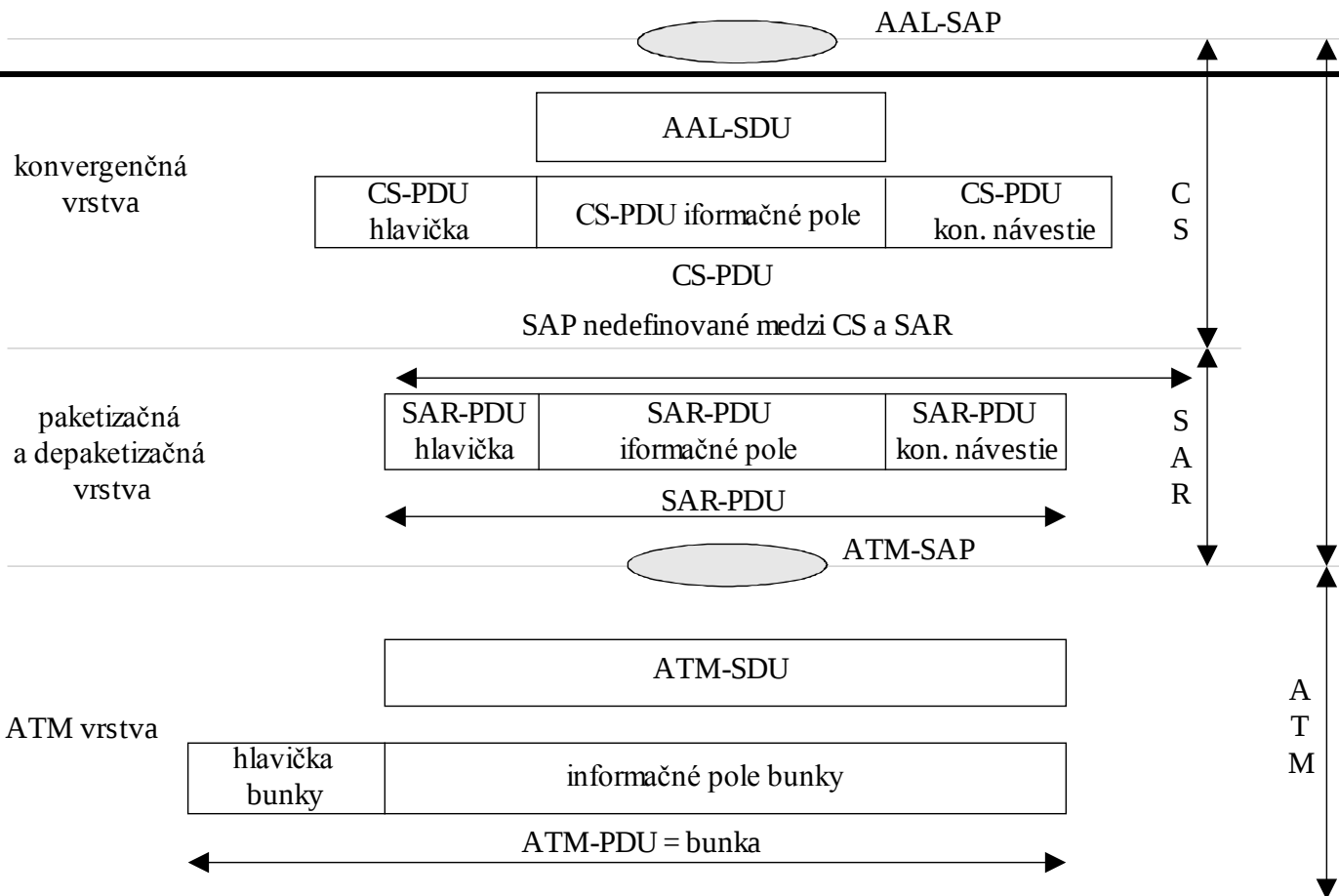
- spracúva SDU vyššej vrstvy do tvaru inf. podľa ATM bunky (smer AAL do ATM) = segmentation
- opačne skladá z prúdu buniek SDU vyššej vrstvy = reassembling

Použitie vrstiev sa mení, v niektorých aplikáciách sú niektoré vrstvy nepoužívané

# Typy AAL

- **AAL - 1:** for CBR traffic
- **AAL - 2:** for VBR type traffic
- **AAL - 3/4:** connection-oriented VBR, connection-less service
- **AAL - 5:** most popular for data. Also called seal (simple and efficient adaptation layer)

# AAL - princíp (1)



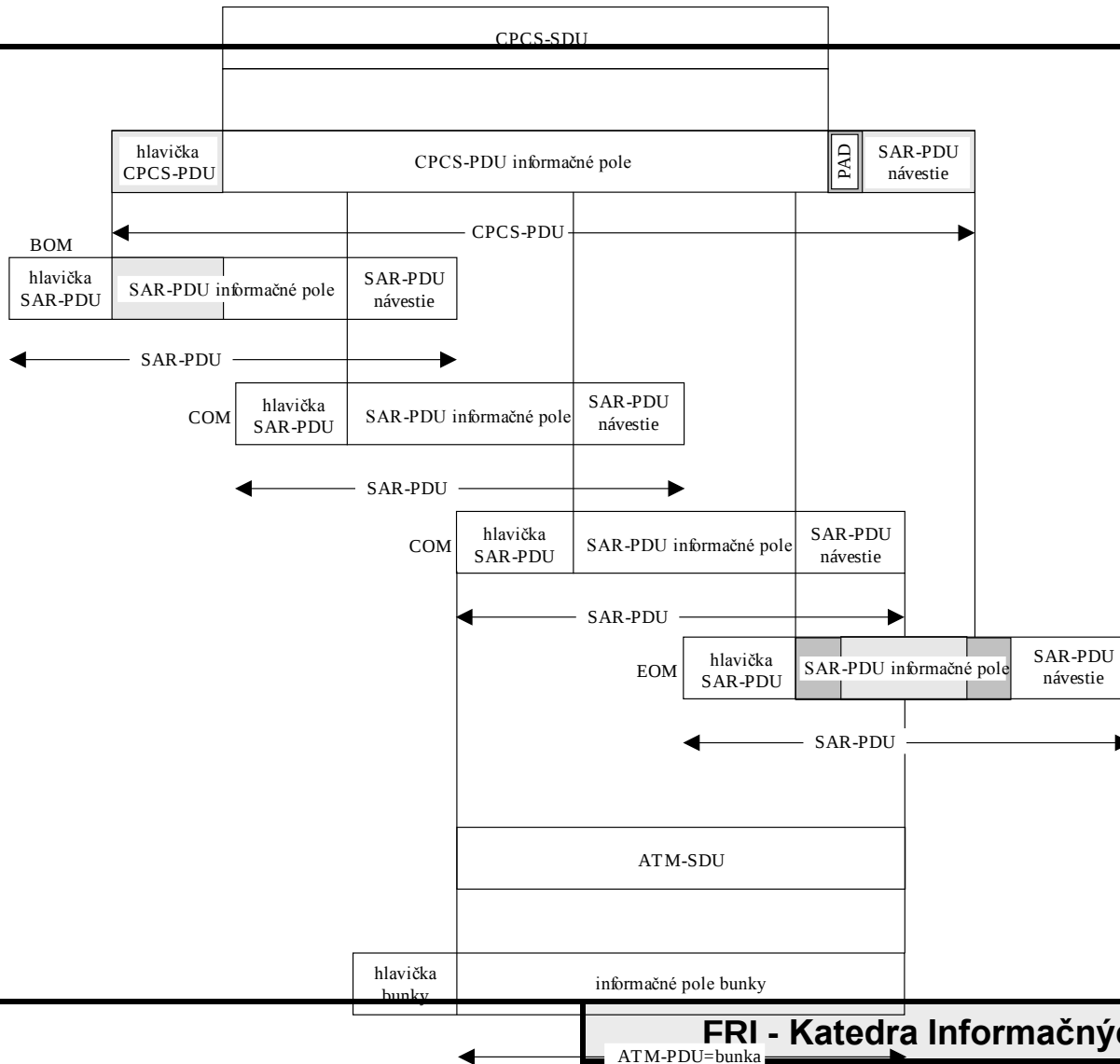
Legenda:

SDU-Service Data Unit

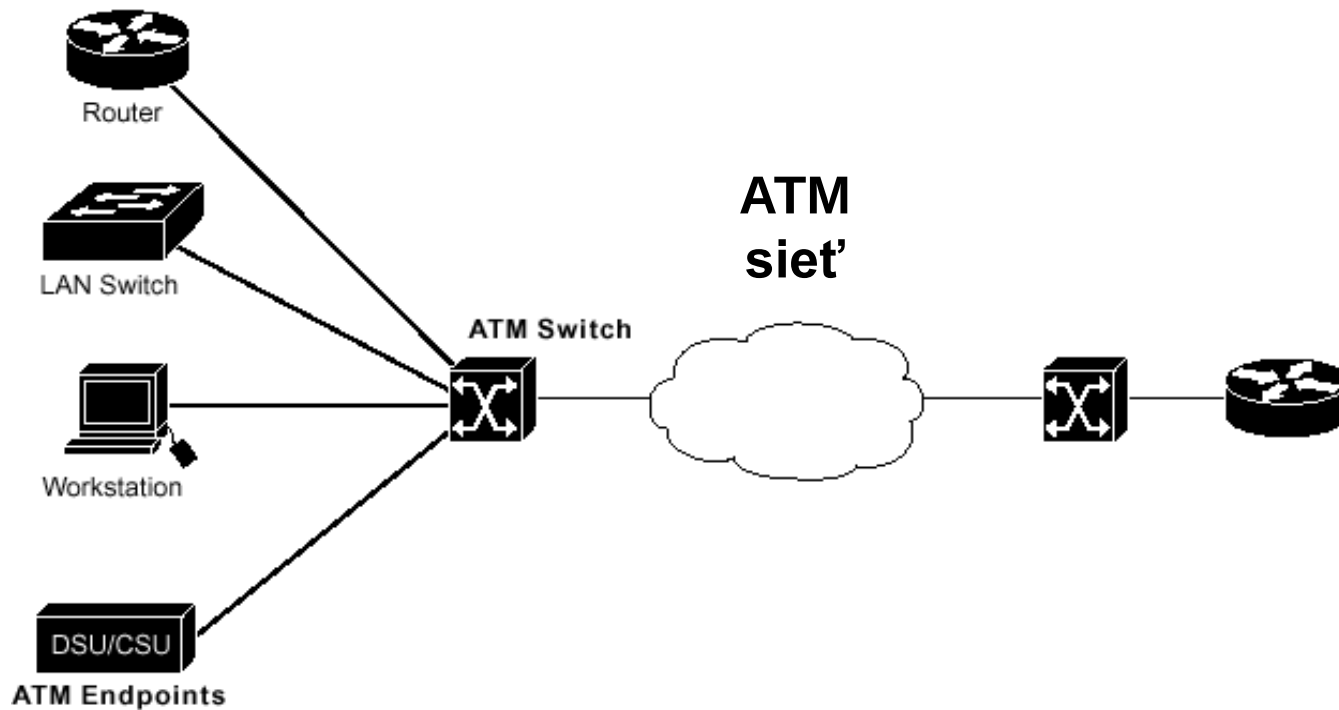
PDU-Proticol Data Unit

SAP-Service Access Point

# AAL - princíp

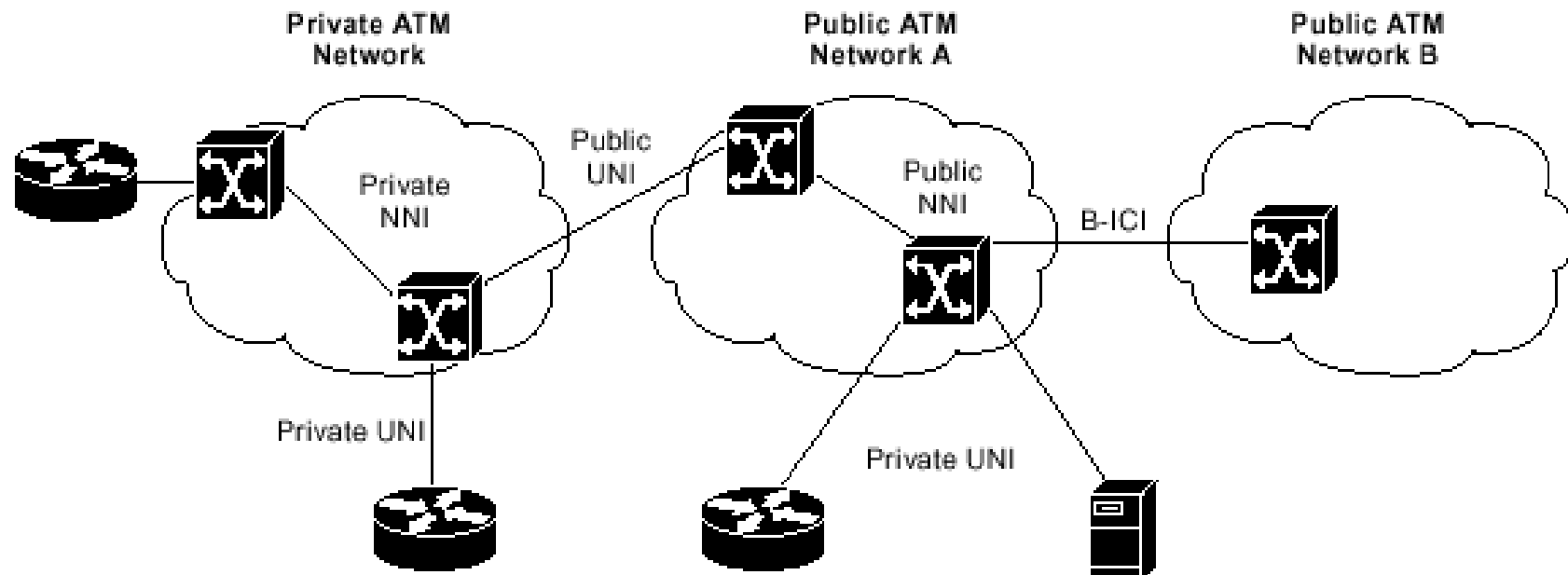


# ATM zariadenia



- Dva typy zariadení
  1. ATM switch (prepínač)
  2. ATM endpoints – ATM NIC, DSU/CSU

# ATM sieťové rozhrania - UNI, NNI



UNI: User – Network Interface

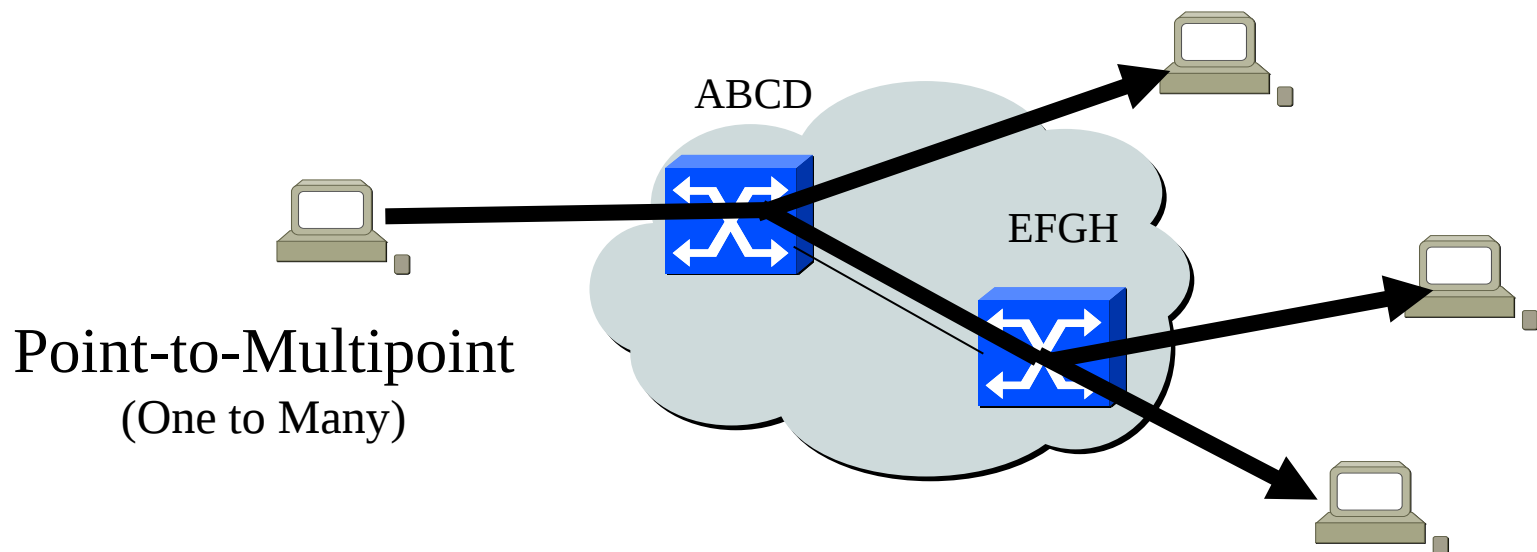
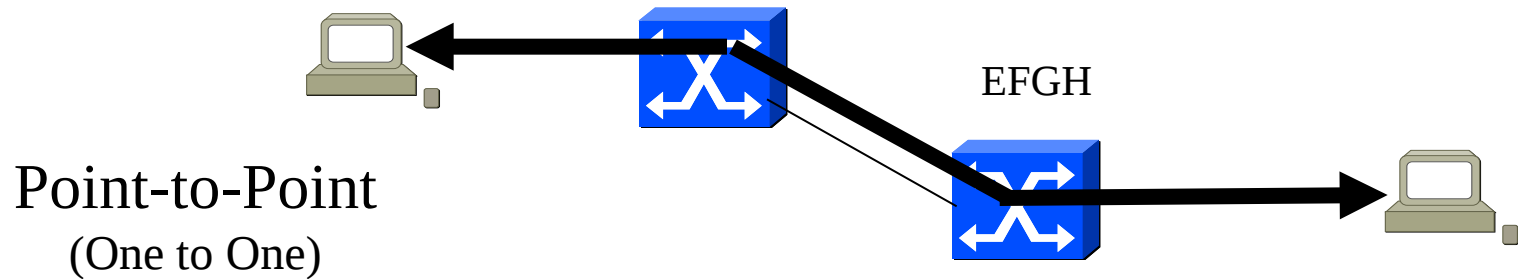
NNI: Network – Network Interface

# Typy spojení v ATM

- Vytvárané za pomoci signalizačných protokolov
- Point – to – point
  - Half duplex (jednosmerné)
  - Full duplex (obojsmerné)
- Point – to – multipoint
  - Half duplex: od root-a k listom
  - List nemôže vysielat'
- Asymetrické
- symetrické
- ATM nemá podporu pre multicastové a broadcastové vysielanie – nevýhoda – musí riešiť náhradnými metódami, napr. broadcast server

# Point-to-point vs Point-to-Multipoint

ATM



# Hlavné funkcie signalizačných protokolov

ATM

- Lokalizácia koncových bodov (smerovanie a adresovanie)
- Zistenie ochoty prijať a založiť spojenie
- Výmena informácií o type použitého média v spojení (doba multimédií), aby sme mohli vytvoriť spojenie
- vytvorenie spojenia
- modifikácia parametrov existujúceho spojenia
- korektné ukončenie spojenia

# ATM adresovanie

- Verejné (public) ATM (podľa ITU-T) - E.164
- Privátne ATM (ATM Forum)
  - DCC formát (kód krajiny podľa ISO 3166)
  - ICD formát (kód organizácie podľa ISO 6523)
  - NSAP kódovaný formát
- AFI definuje typ a formát IDI
- Adresa 20B dlhá

## **Pozn.**

DCC - Data Country Code

ICD - International Code Designator

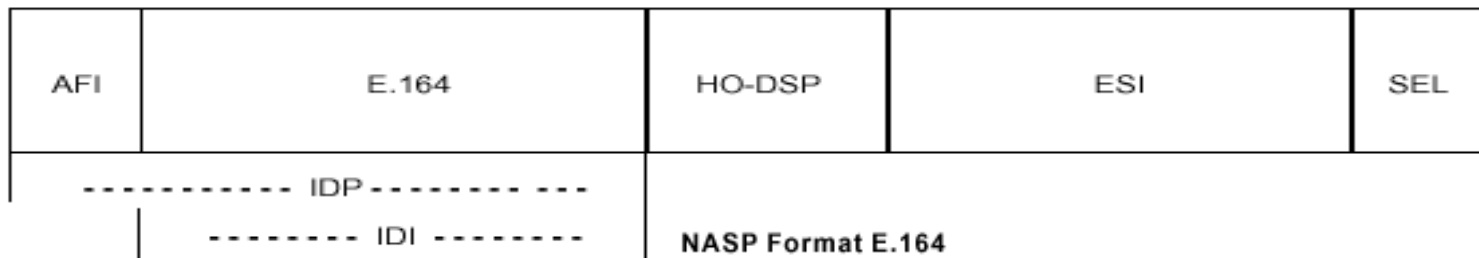
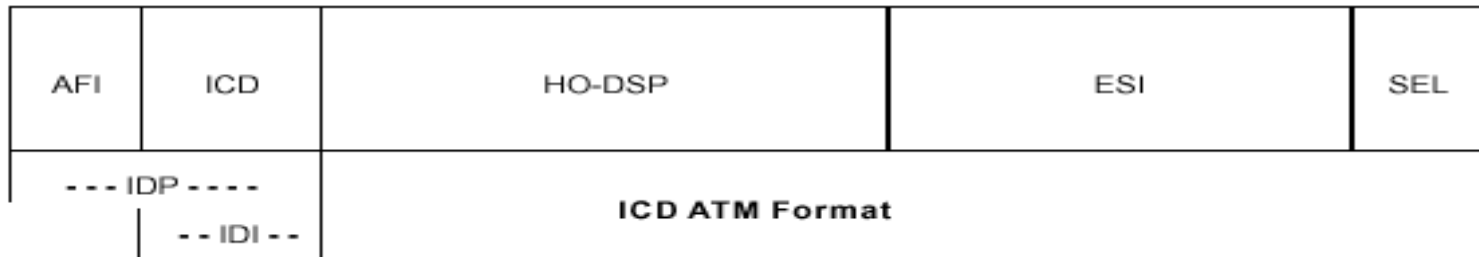
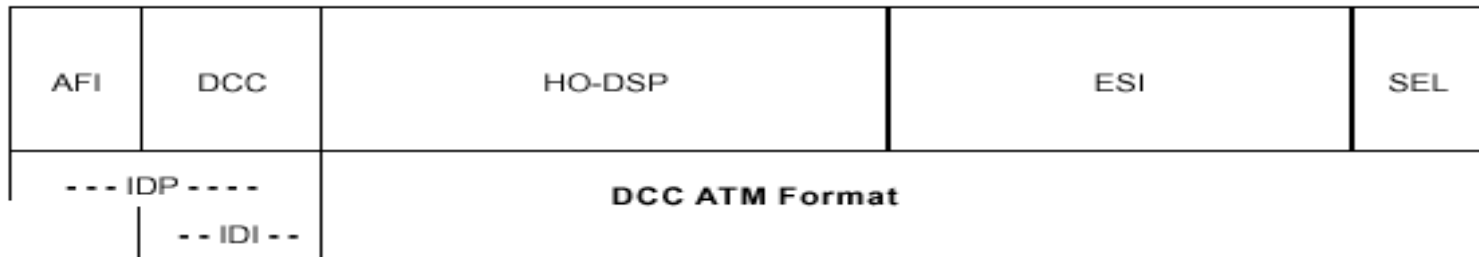
NSAP - Network Service Access Point

HO DSP - High Order DSP

ESI - End System Identifier

SEL - selector

# ATM adresovanie (privátne siete)



AFI - Authority and Format Identifier

IDI - Initial Domain Identifier

DSP - Domain Specific Part

# ATM signalizácia

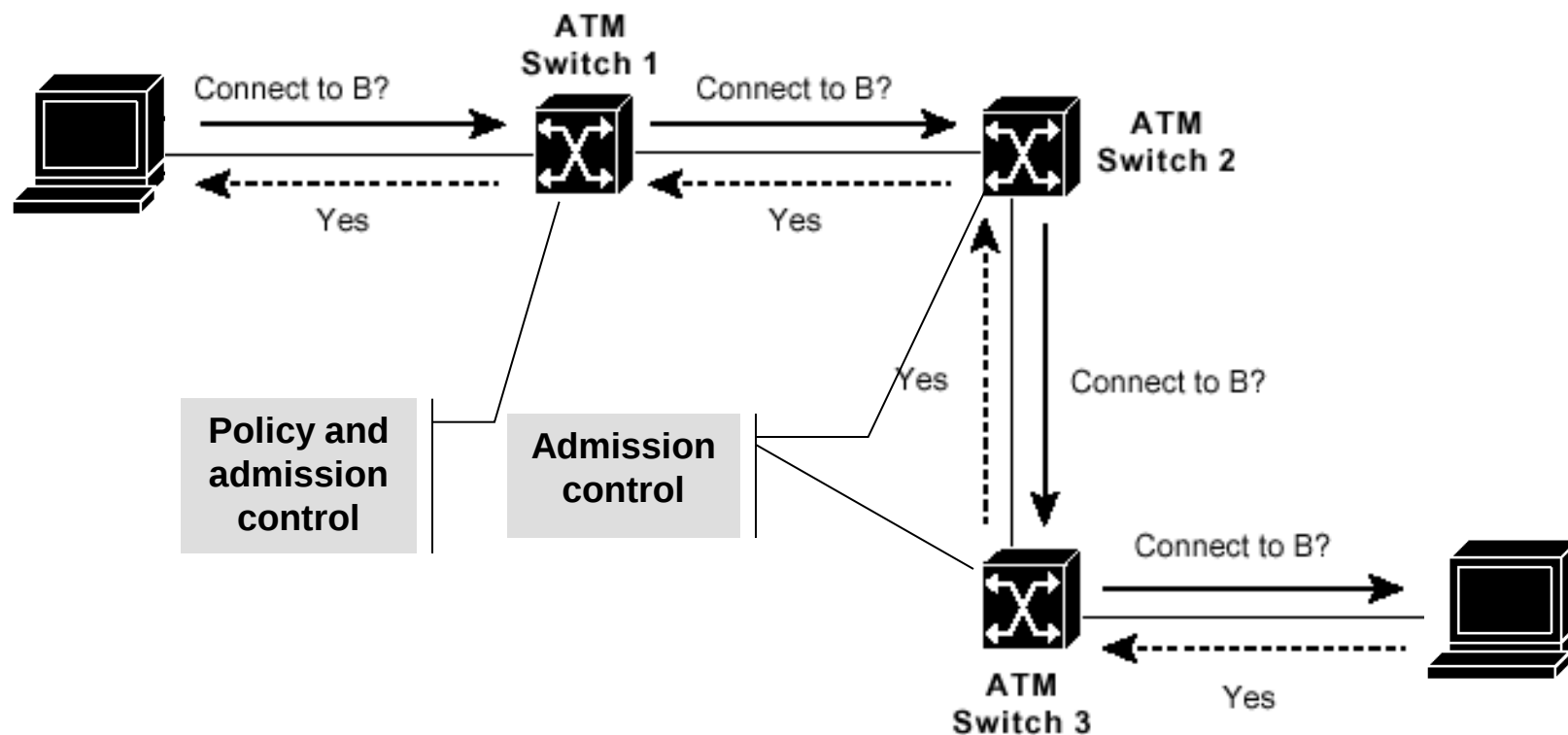
- Vytváranie, kontrola a rušenie spojenia
- Rovina riadenia (Control Plane)
- každé spojenie = vyhradený sign. kanál (SiVC)
- vytváranie a rušenie SiVC - metasignalizácia
- ITU-T: Q.2931, B-ISUP
- ATM Forum:
  - UNI 3.1, UNI 4.0, PNNI v1, IISP, B-ICI,
- obsah správy signalizačného protokolu

|        |    |    |                 |                   |                  |   |   |  |
|--------|----|----|-----------------|-------------------|------------------|---|---|--|
| Header | PD | CR | Message<br>Type | Message<br>Length | Info<br>Elements | / | / |  |
|--------|----|----|-----------------|-------------------|------------------|---|---|--|

PD – Protocol Discriminator

CR – Call Reference

# Atm signalizácia



# UNI rozhranie - typy správ

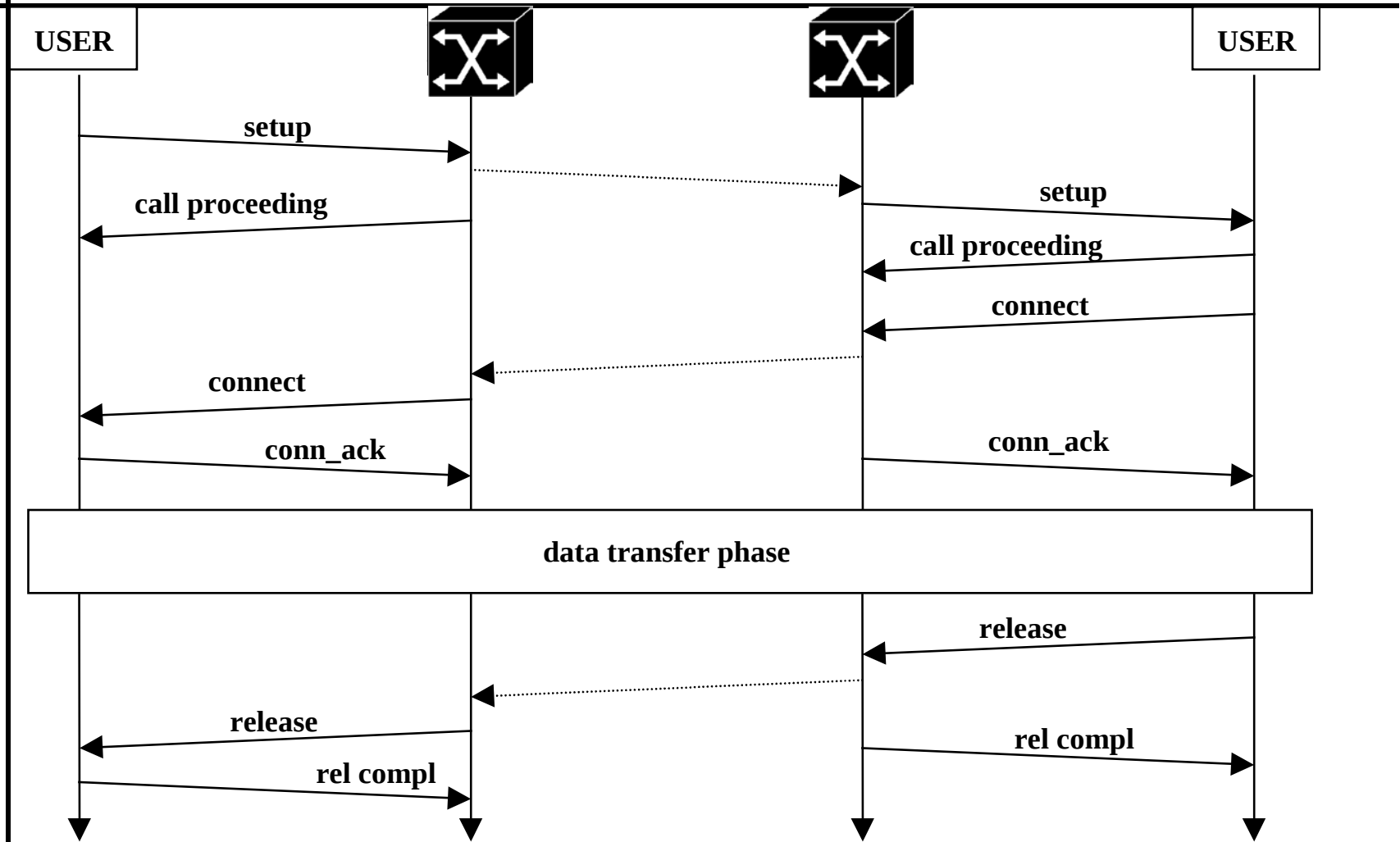
## UNI 4.0

ATM

- Point to point spojenie
  - zostavenie spojenia
    - ALERTING
    - CALL PROCEEDING
    - CONNECT
    - CONNECT ACKNOWLEDGE
    - SETUP
  - rušenie spojenia
    - RELEASE
    - RELEASE COMPLET
  - status správy
    - STATUS ENQUIRE
    - STATUS
    - NOTIFY
  - manažment sign. Linky
    - RESTART a RESTART ACK
- Point to multipoint
  - ADD PARTY
  - ADD PARTY ACK
  - ADD PARTY REJECT
  - PARTY ALERTING
  - DROP PARTY
  - DROP PARTY ACK
  - LEAF SETUP REQUEST
  - LEAF SETUP FAILURE

# Zostavenie a rušenie spojenia na UNI rozhraní

ATM



# Signalizácia na NNI rozhraní

- NNI signalizačné protokoly
  - ATM Forum Interim InterSwitch Signaling Protocol (IISP)
  - ATM Forum Private Network-Network Interface (PNNI)
  - ATM Forum Broadband Inter-Carrier Interface (B-ICI)
  - ITU-T Broadband ISDN Services User Part (B-ISUP)

ATM

# PNNI

ATM

- Definovaný ATM Forum ako PNNI 1.0
- zahŕňa dve kategórie protokolov
  1. protokol na distribuovanie informácií o topológii
    - parametre ATM liniek
      - max cell transfer delay (MCDT) - pre každú triedu z tried
      - max cell delay variation (MCDV)
      - max. cell loss ratio (MCLR)
      - administratívna váha linky
    - vlastnosti ATM liniek
      - Available Cell Rate (ACR)
      - Cell Rate Margin (CRM)
      - Variance Factor
  2. protokol definujúci tok signalizačných správ, scenáre spojení, mapovanie UNI - NNI, výber cesty a pod.

# PNNI sieťový model

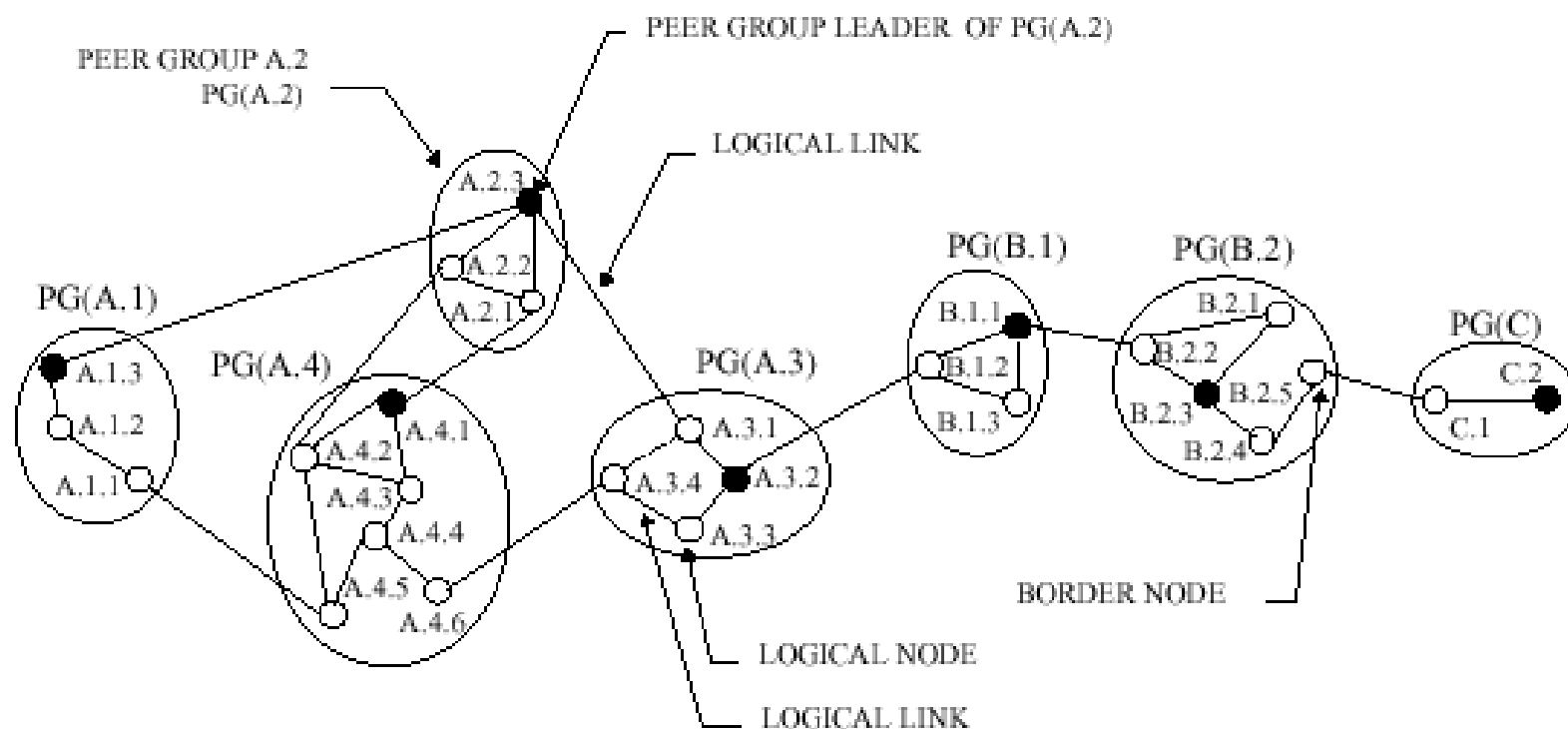
- Definovaný jednotný sieť. model
  - hierarchický
  - rekurzívny

## Členenie

- Peer Groups - každá vlastné ID
- Peer group leader
- Funkcie:
  - Hello paket - zistím switche v jednej PG - prieskum
  - PNNI Topology State Elements (PTSE) - databáza
  - PTSP pakety – flooding
  - Voľba Peer Group Leader
  - Tvorba smerovacej hierarchie

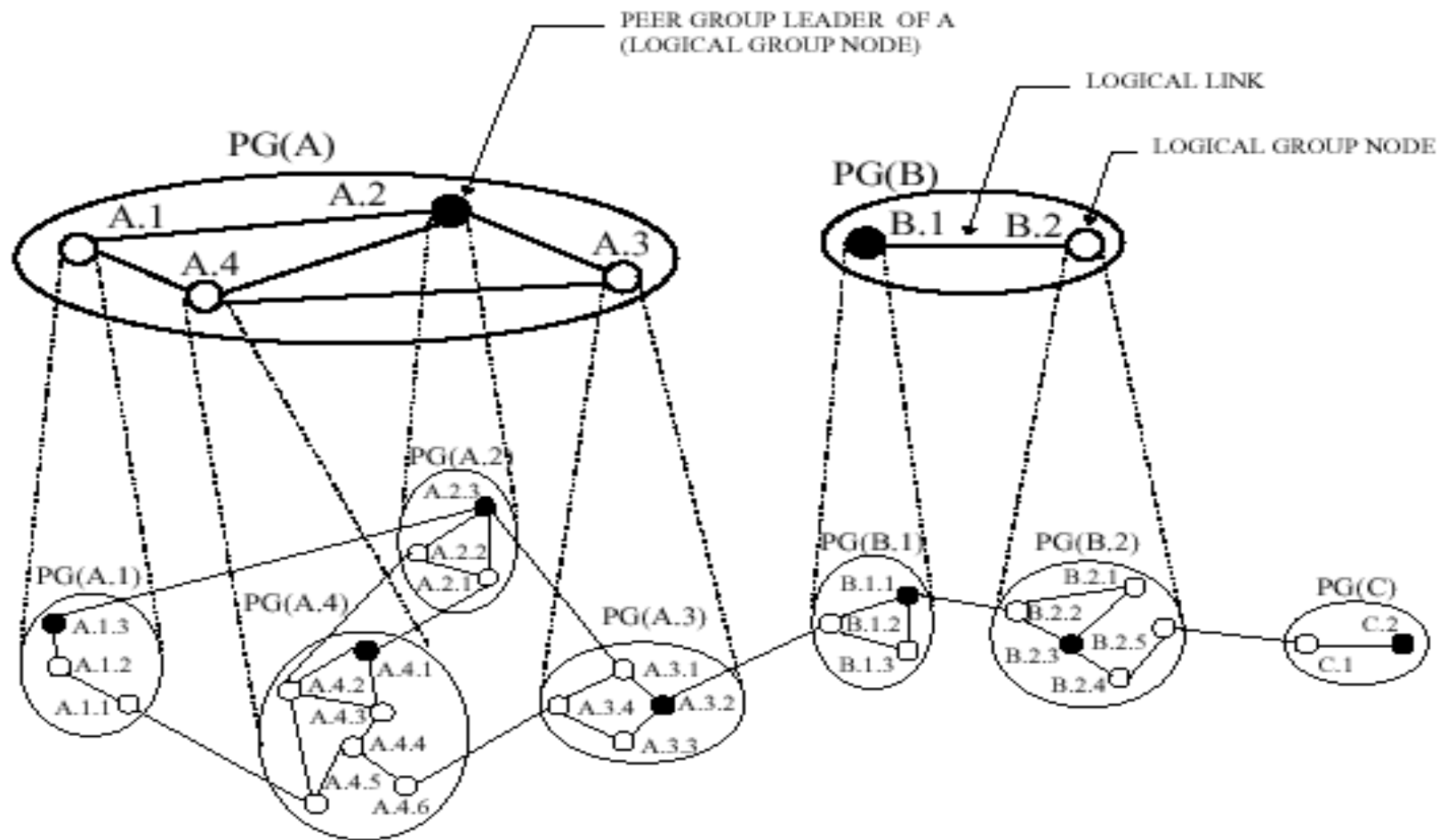
# PNNI hierarchia

ATM

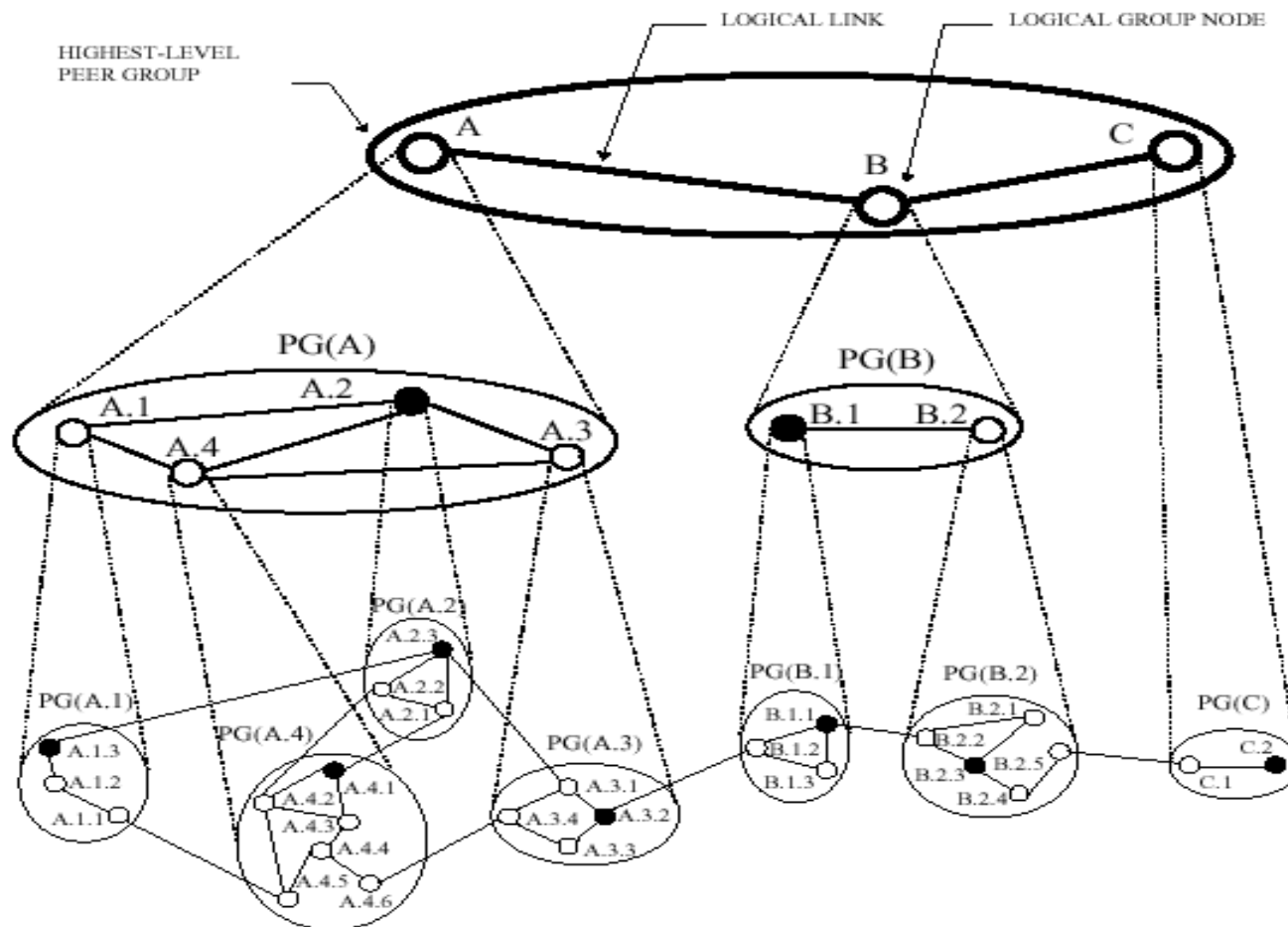


# PNNI hierarchia (2)

ATM



# PNNI hierarchia (3)



# PNNI - charakteristiky

- Použitie PTSP paketov
- smerovanie typu *Source Routing*
- Generic CAC (GCAC) algoritmus
  - Počítaný switchom pre výber vhodnej cesty pre Source routing
- Actual CAC
  - Počítaný každým switchom či môže akceptovať spojenie bez ohrozenia QoS iných spojení
- *crackback* procedúra
- *callback* procedúra
- *Flooding (cez PTSP)*

# Riadenie prevádzky

ATM

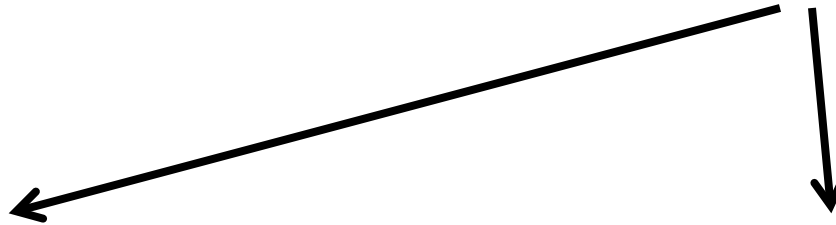
- Potrebné zabezpečiť
  - *Connection Admission Control (CAC)*
  - *Feedback Control*
  - *Usage Parameter Control (UPC)*
  - *Cell Loss Priority Control (CLP)*
  - *Traffic Shapping*
  - *Network Resource Management (NRM)*
  - *Frame Discard*
  - *ABR Flow Control*

# Spolupráca s LAN/WAN

ATM

Peer model

Overlay model



## –Native mód

- priame mapovanie sieťovej adresy do ATM adresy
- využíva mechanizmy rozlišovania adres

## –LAN Emulation

- ATM emuluje činnosti LAN protokolov (cez medzi vrstvu, tzv. konverzačnú)
- IP pracuje ako nad „klasickou“ LAN sieťou

# Existujúce riešenia

ATM

- Štandardy ATM Forum
  - LANE (LAN Emulation)
  - MPOA (Multi Protocol over ATM)
- Štandardy IETF
  - CLIP (Classical IP over ATM), základný štandard
  - doplňujúce štandardy
    - NHRP (Next Hop Resolution Protocol)
    - MARS (Multicast Address Resolution Protocol)