
WAN

Wide Area Networks

Rozľahlé siete

WAN

- Základné vlastnosti:
 - geograficky neobmedzený dosah
 - prenosový výkon rádovo kb/s až Gb/s
 - prenosové médiá nie sú vlastníctvom koncových používateľov
 - koncovými uzlami sietí WAN sú siete LAN, vzdialené počítače a terminály

- prepojovacie prvky DCE (Data Circuit Equipment) využívajú fyzickú, linkovú a sieťovú vrstvu modelu OSI
- koncové uzly siete DTE (Data Terminal Equipment) implementujú vyššie vrstvy

WAN – najpoužívanéjšie protokoly

Vrstva		Protokol
3		IP, IPX, CLNS-ISO
		RIP, OSPF, IGRP, BGP
2		PPP (LAPB, LAPD) HDLC
		MPLS ATM Frame Relay (LAPF)
1	DTE-DCE	V.24/V.35/V.36, X.21, G.703/G.704
	DCE-DCE	V.34, V.90, I.430/I.431, E1/T1, E3/T3, SDH/SONET, DWDM

ISDN

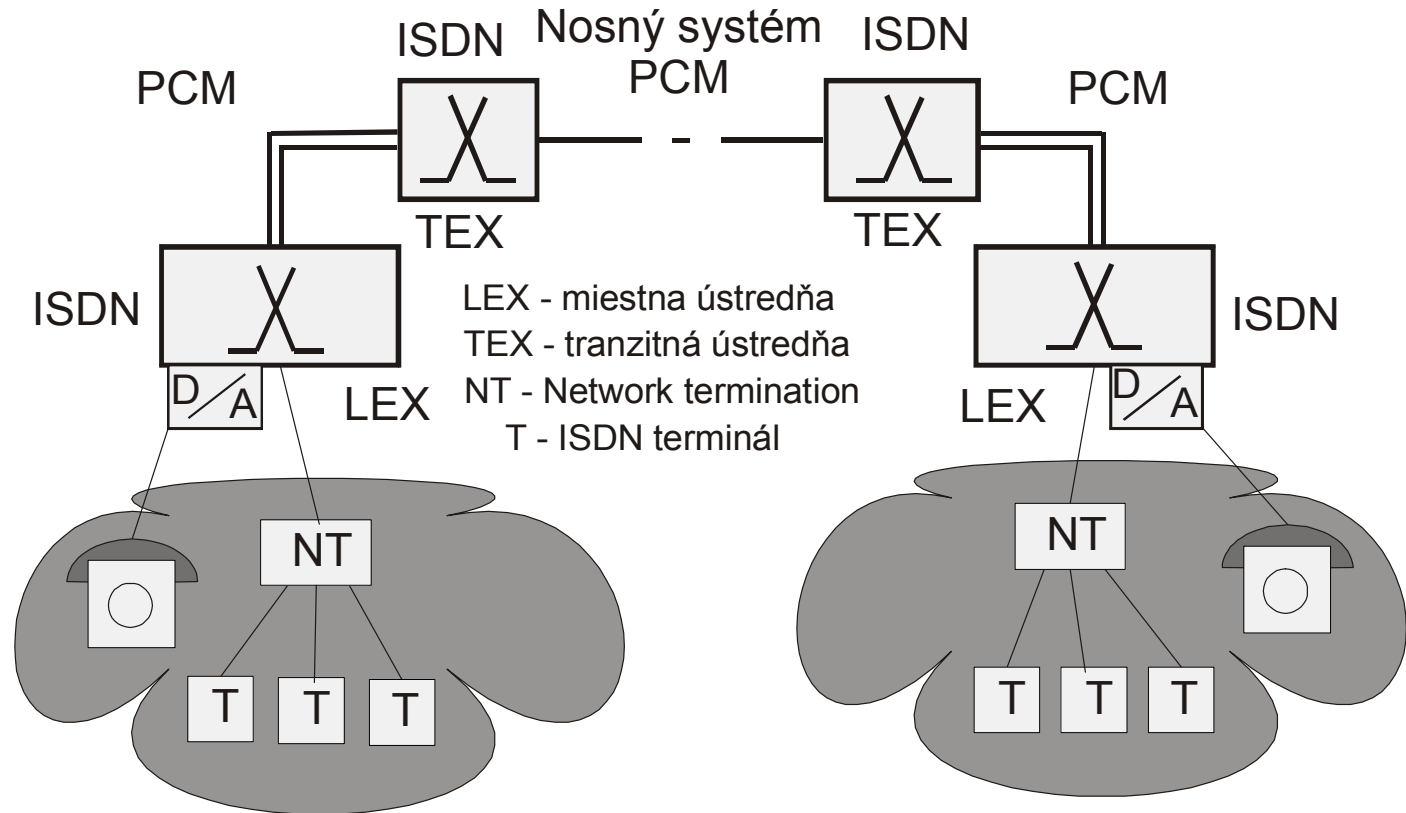
Integrated Services Digital Network

Vývoj k ISDN

snaha o jednotnú telekomunikačnú sieť

- analógová telefónna sieť
- analógové spojovacie zariadenia s digitálnym prenosom
- digitálna sieť
- ISDN

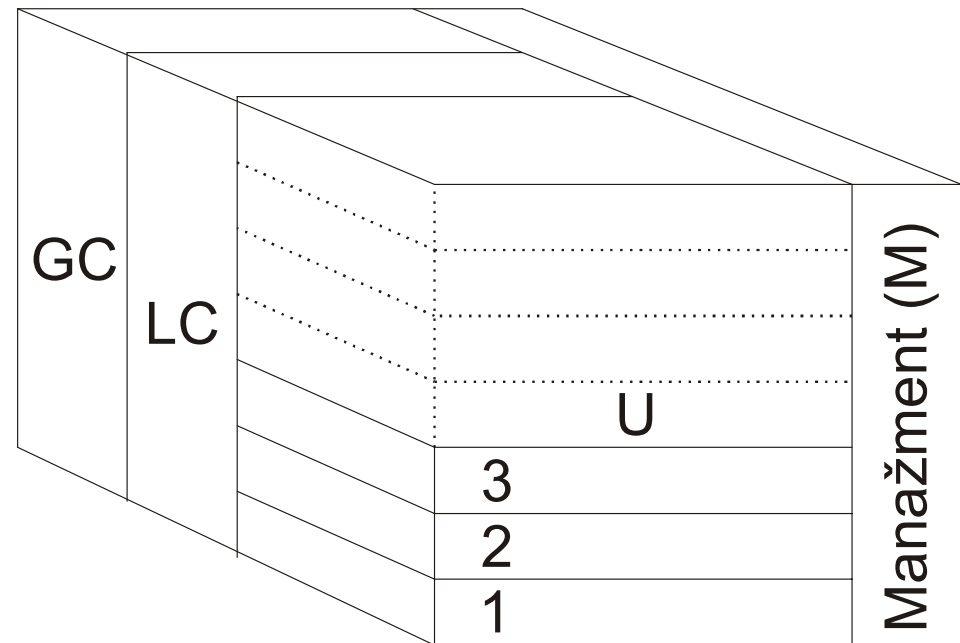
ISDN



- **digitálne aj analógové koncové zariadenia**
- **digitálna účastnícka prípojka**
- **digitálne spojovacie zariadenia**
- **digitálne prenosové zariadenia (PDH, SDH)**

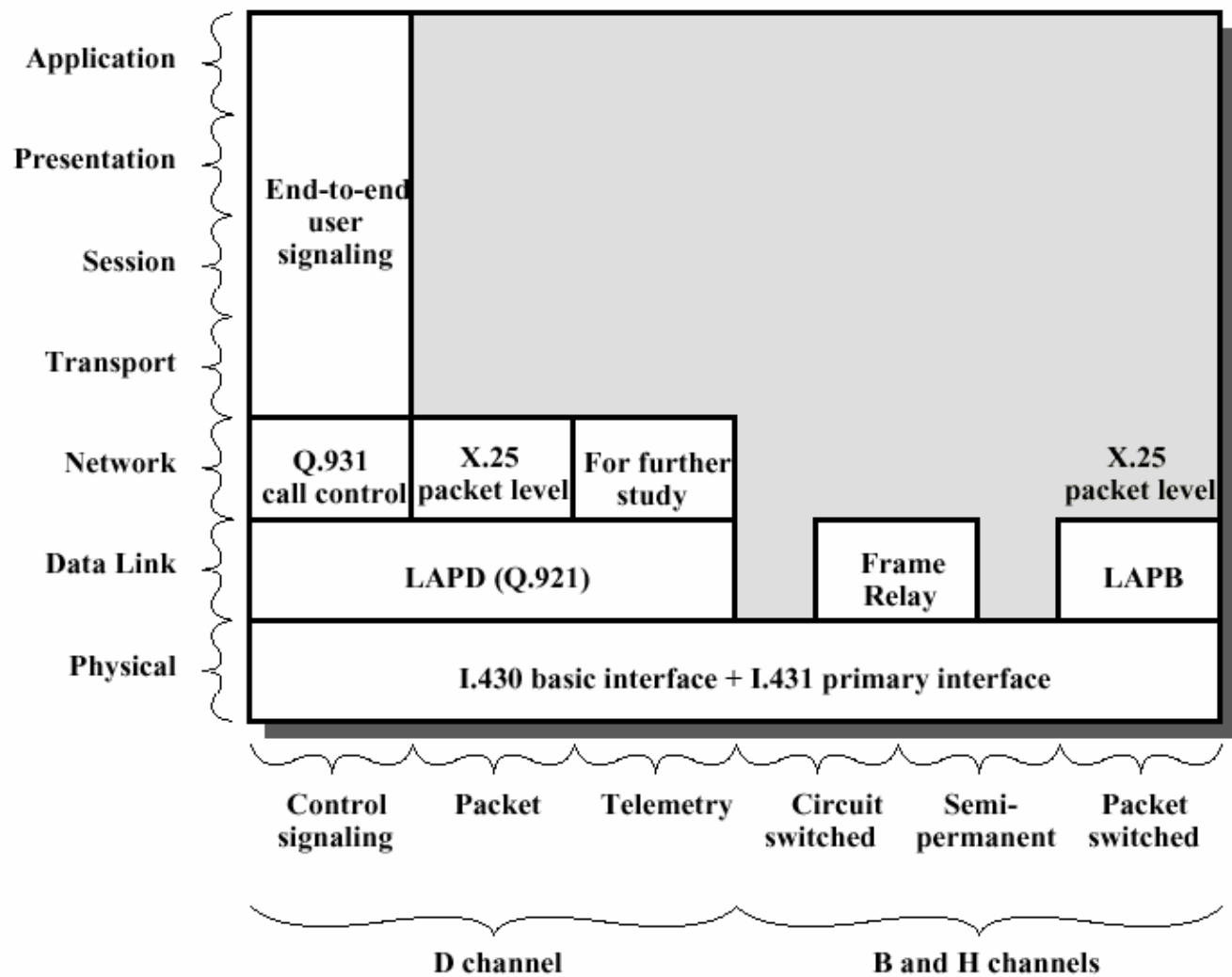
ISDN protokolový referenčný model (ISDN PRM)

- Roviny a vrstvy
- Roviny:
 - riadiaca (C-control)
 - globálna riadiaca rovina (GC) – služby všetkých účastníkov
 - lokálna riadiaca rovina (LC) – riadenie spojenia na konkrétnom UNI
 - používateľská (U-user)
 - rovina manažmentu (M)

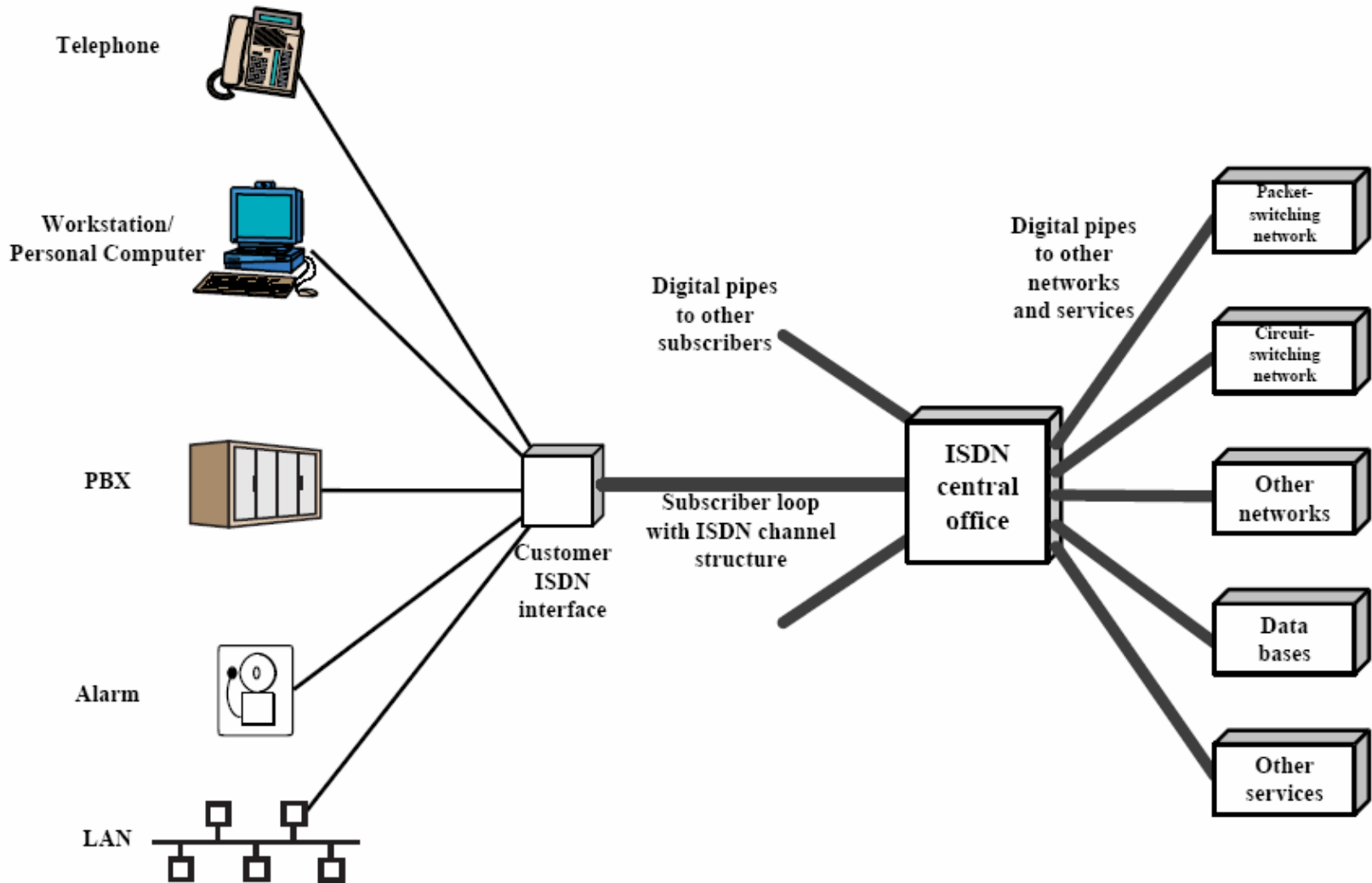


ISDN – synchrónna sieť s prepájaním okruhov, používateľská rovina využíva vrstvy 1-3

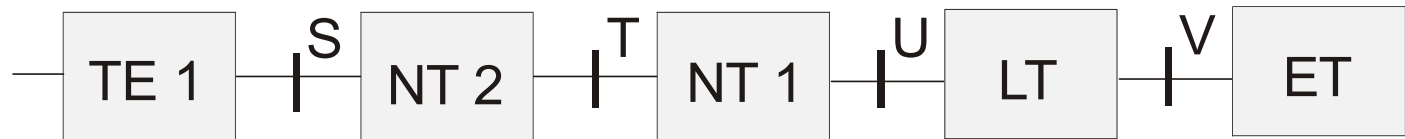
ISDN protokoly na UNI



ISDN UNI



UNI a referenčné konfigurácie na UNI



—|— Referenčný bod

□ Funkčná skupina

TE - Terminálové zariadenie

TA - Terminálový adaptér

NT - Sieťové ukončenie

LT - Linkové ukončenie

ET - Ústredňové ukončenie

Kanály na UNI

■ B-kanál

- základný kanál pre prenos **POUŽÍVATEĽSKEJ** informácie
- prenosová rýchlosť: **64 kbit/s**

■ D-kanál

- kanál pre prenos SIGNALIZÁCIE pri prepájaní okruhov
- prenosová rýchlosť: 16 alebo 64 kbit/s
- využíva vrstvomé protokoly
- prepájanie paketov

■ H-kanál

- prenos používateľskej informácie
- násobky základného B-kanála
 - H0 - 384 kbit/s (6x64)
 - H1
 - H11 - 1,536 Mbit/s (24x64)
 - H12 - 1,920 Mbit/s (30x64)

Prístupy na UNI

■ ZÁKLADNÝ PRÍSTUP

(BRA = basic rate access, BRI = basic rate interface)

- 2B+D, kde B=64 kbit/s a D=16 kbit/s
- celkovo 144 kbit/s, pre používateľa 128 kbit/s
- je tam aj synchronizácia a rámcovanie → celkovo 192 kbit/s

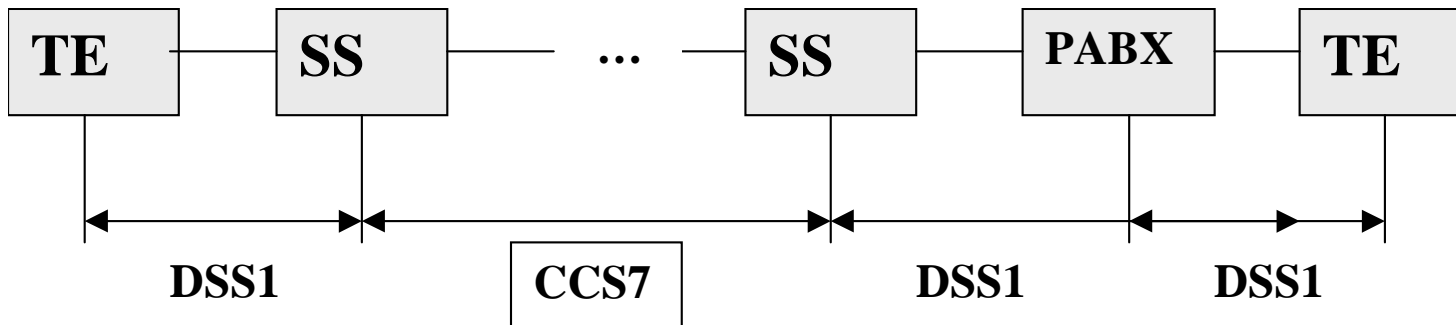
■ PRIMÁRNÝ PRÍSTUP

(PRA = primary rate access, PRI = primary rate interface)

- B=64 kbit/s, D=64 kbit/s
- 2,048 Mbit/s
- 30B+D, celková prenos. rýchlosť 1,984 Mbit/s
- v USA 23B+D, celková prenos. rýchlosť 1,536 Mbit/s

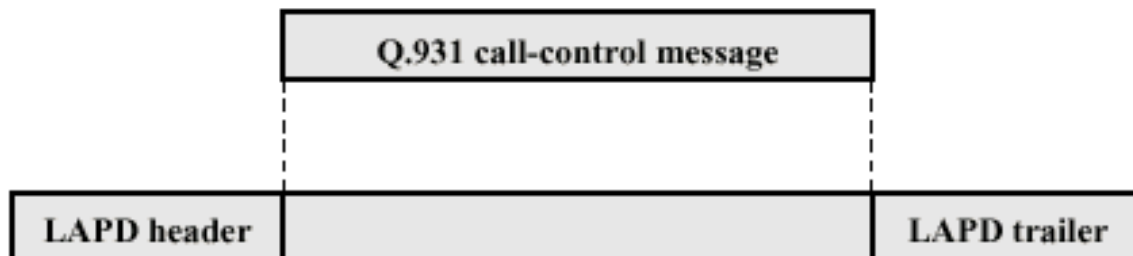
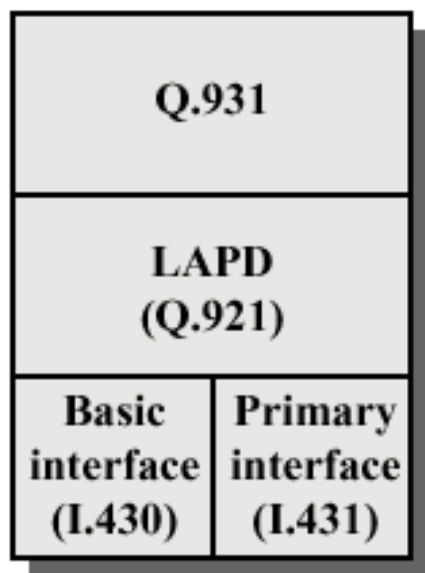
Signalizácia v ISDN

- koncové zariadenia a najbližší spojovací uzol
 - DSS1 - Digital Subscriber Signaling System No. 1
- signalizácia medzi spojovacími uzlami
 - CCS7 - Common Channel Signaling System No. 7, SS7 - Signaling System No. 7



SS = spojovací systém

DSS1: komunikačná architektúra pre riadenie spojenia

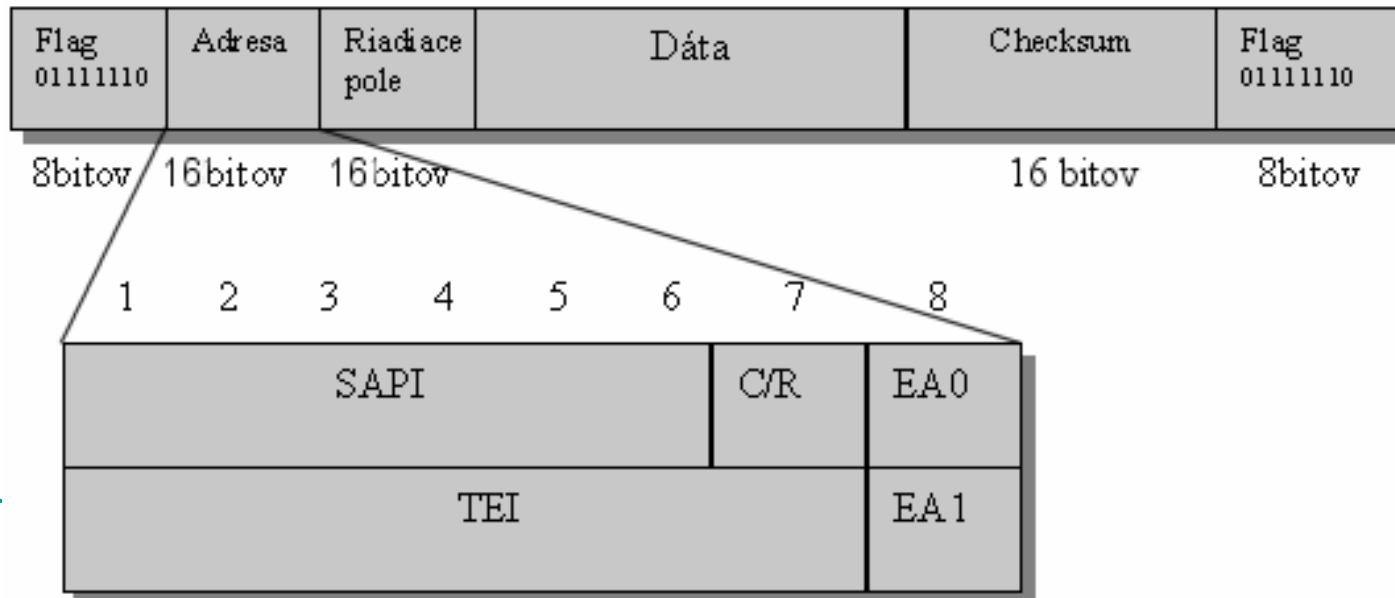


DSS1: fyzická vrstva

- základný prístup (BRI, BRA), konfigurácia kanálov 2B+D
- primárny prístup (PRI, PRA), konfigurácia kanálov 30B+D, 23B+D
- ...

DSS1: linková vrstva

- spoľahlivý a bezchybný prenos dát zo sieťovej vrstvy
- protokol linkovej vrstvy sa nazýva Link Access Protocol - D channel (LAP-D)
- LAPD rámce:
 - I-rámec - informačný rámec potvrdzovaný (INFORMATION)
 - S-rámec - rámec na riadenie a dohľad (SUPERVISORY)
 - U-rámec - nepotvrdzovaný rámec - určený napr. na zostavenie, rušenie spojenia a iné (UNNUMBERED)

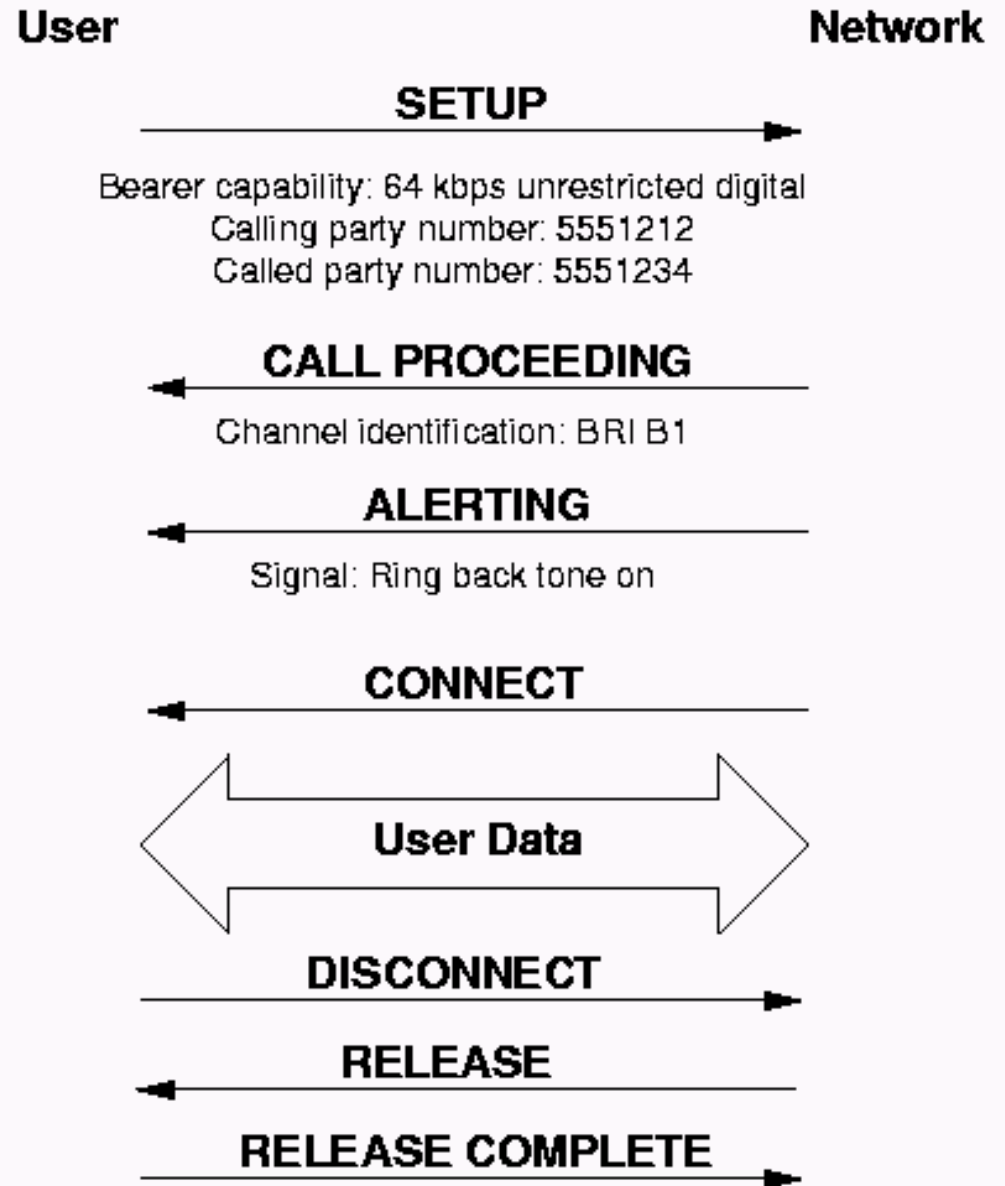


DSS1: sieťová vrstva ITU-T Q.931

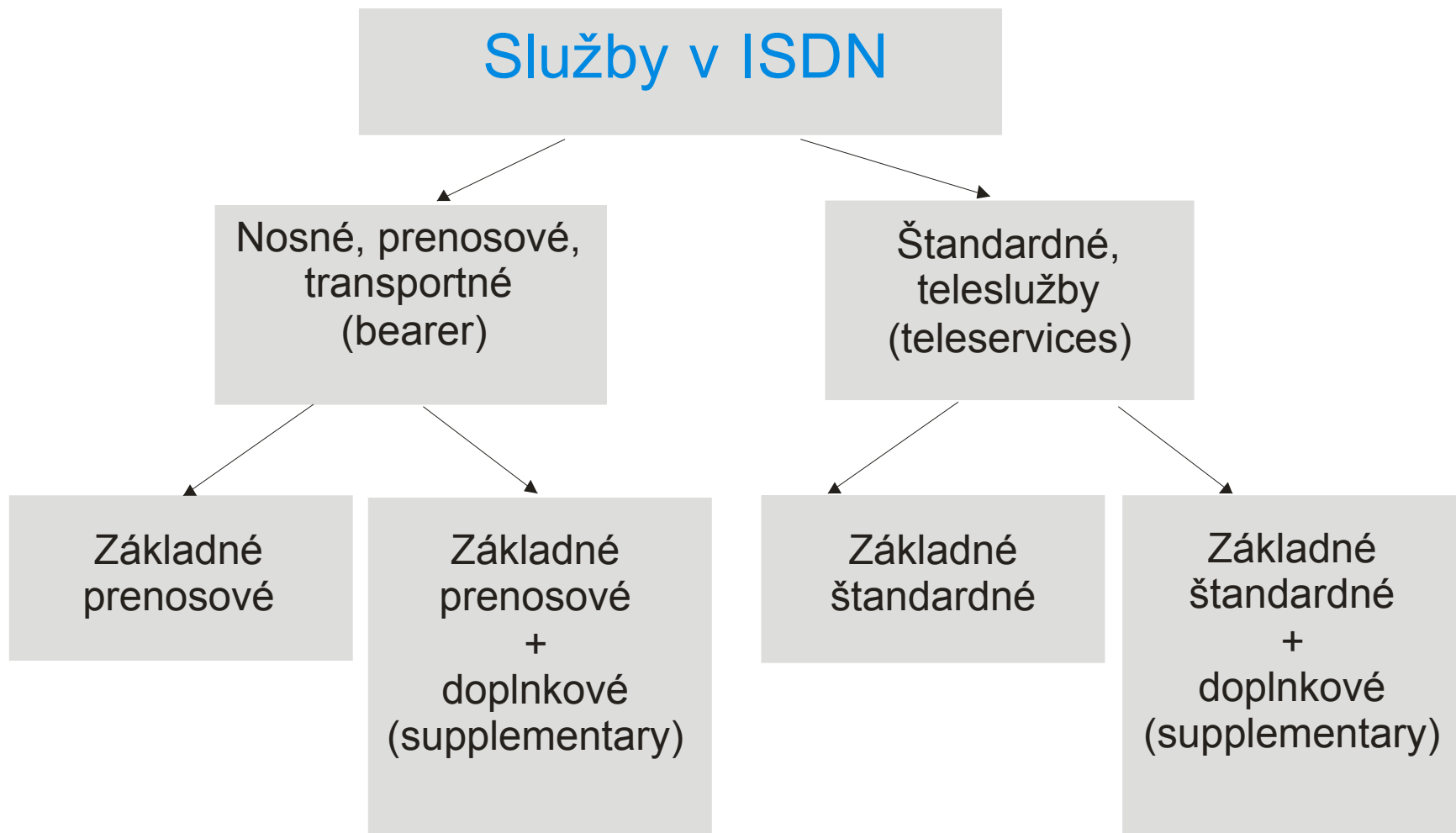
- ITU-T Q.931
- úlohou sieťovej vrstvy DSS1 je nadväzovanie, riadenie a rušenie logického spojenia v sieti medzi dvoma zariadeniami
- pomocou definovaných správ (messages), ktoré sa prenášajú v informačnom poli rámca linkovej vrstvy



DSS1: sieťová vrstva VÝMENA SPRÁV



Služby v ISDN - rozdelenie



Štandardné služby v ISDN

- Telefónna služba
- Videotex
- Telefax 4
- 7 kHz Audio
- Videotelefón
- Telekonferencia
- Teletex
- Telex

Doplňkové služby v ISDN

napr.

- **CLIP** (calling line identification presentation)
- **CLIR** (calling line identification restriction)
- **MSN** (multiple subscriber number)
- **SUB** (subaddressing)
- **DDI** (direct dialling in)
- ...

Euro-ISDN

- 1990 - 26 sieťových prevádzkovateľov z 20 krajín podpísalo Memorandum of Understanding (MoU) o ISDN
- cieľ - zaviesť ISDN služby podľa ETSI štandardov

- **Euro-ISDN definuje:**
 - prístupy na UNI
 - prenosové služby
 - teleslužby
 - doplnkové služby

ATM

Asynchronous Transfer Mode

ITU-T

- od 1985:
 - New Transfer Mode
 - Packet Transfer Mode PTM
- 1988
 - Asynchronous Transfer Mode ATM

ATM (asynchronous transfer mode)

- ATM = ATDM s paketmi konšt. dĺžky + FPS
 - ATDM s paketmi konšt. dĺžky – vychádza z STDM
 - STDM – kanál určený polohou v rámci
 - ATDM - kanál určený hlavičkou (adresou v hlavičke)
 - FPS – rýchle paketové prepájanie (fast packet switching)

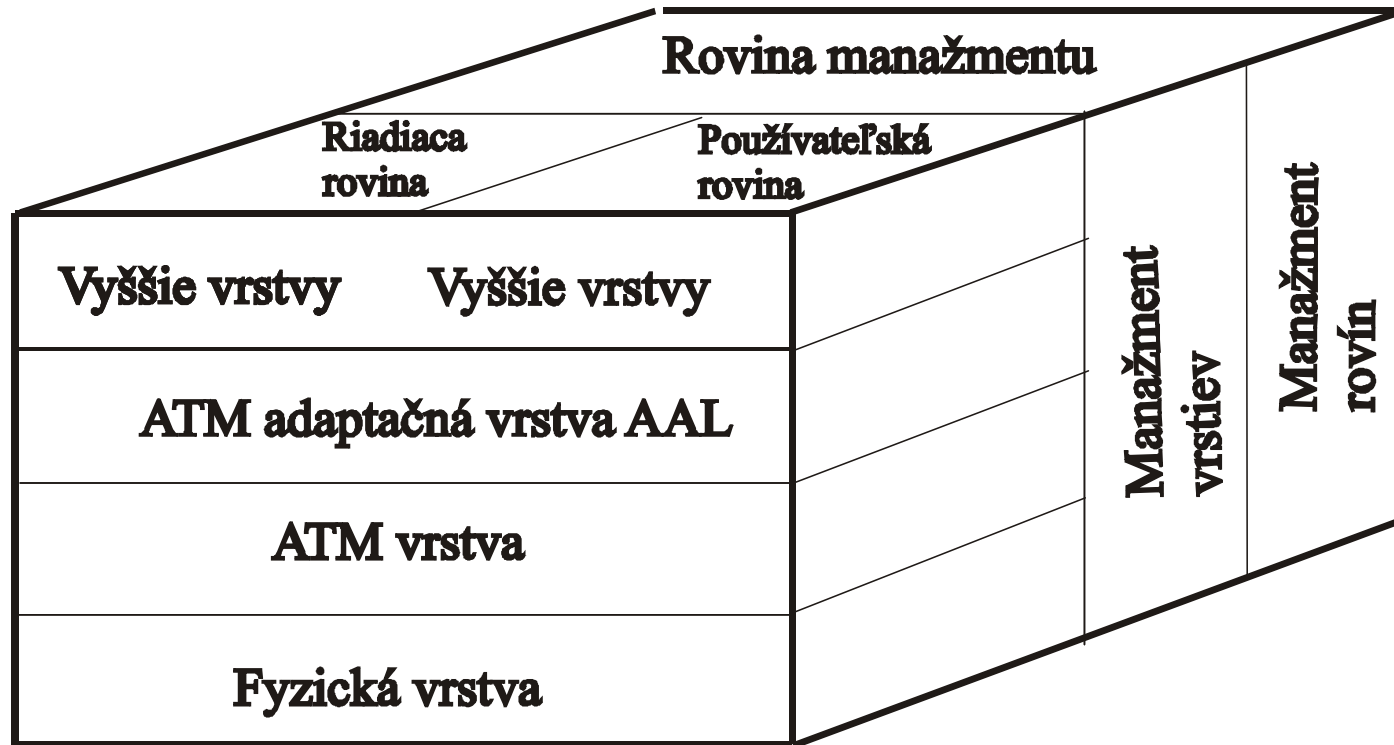
Vlastnosti ATM

- paket konštantnej dĺžky
- spojovo orientovaný prenos
- bez kontroly chýb v sieťových uzloch
- bez riadenia toku dát v sieťových uzloch
- transparentné prepájanie buniek v smerovacích uzloch

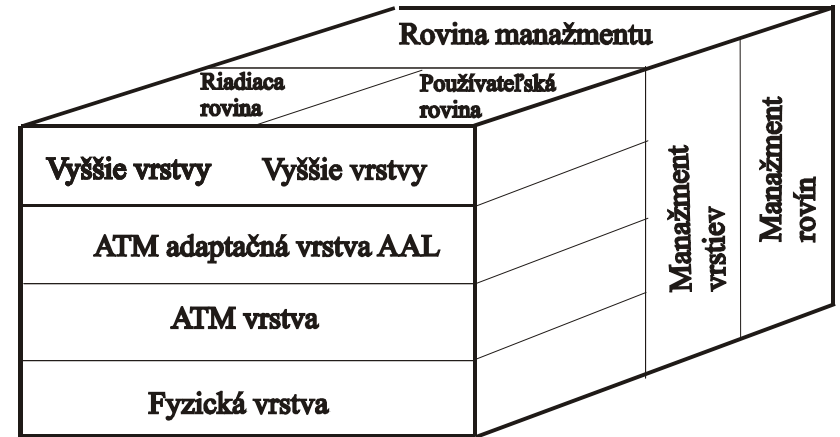
Vlastnosti ATM – paket konstantnej dĺžky

- bunka – cell
 - 5B hlavička
 - 48B inf. pole

B-ISDN protokolový referenčný model



Fyzická vrstva



■ Fyzická vrstva - 2 podvrstvy

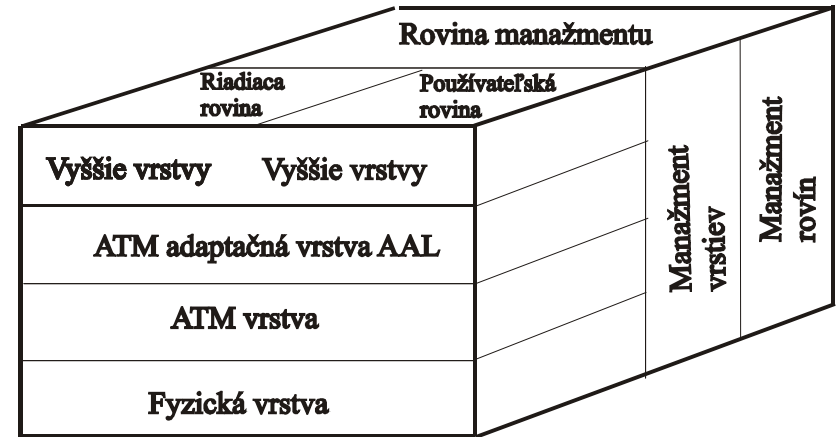
1) physical medium sublayer

- funkcie vzťahujúce sa na fyzické médium, vysielanie a príjem súvislého toku bitov, synchronizácia pri vysielaní a príjme

2) transmission convergence sublayer

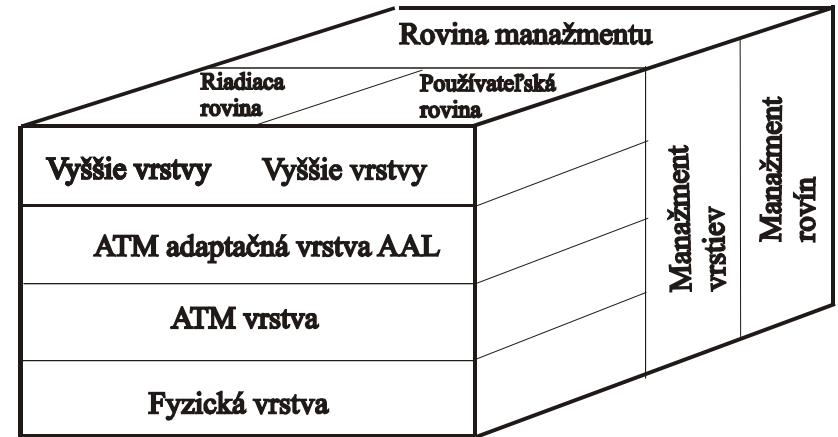
- generovanie a obnova prenosových rámcov
- adaptácia ATM buniek do prenosových rámcov
- delineačia buniek (cell delineation) - určenie hranice bunky
- generovanie HEC (*header error-control*) sekvencie a overovanie hlavičky bunky
- adaptácia prenosovej rýchlosti ATM buniek na prenosovú rýchlosť prenosového média (cell rate decoupling)

ATM vrstva



- multiplexovanie a demultiplexovanie buniek (podpora logických spojení)
- zmeny VPI (virtual path identifier) a VCI (virtual channel identifier)
- generovanie a extrakcia hlavičky bunky
- generovanie flow-control informácie do hlavičky bunky (generic flow control)

AAL vrstva

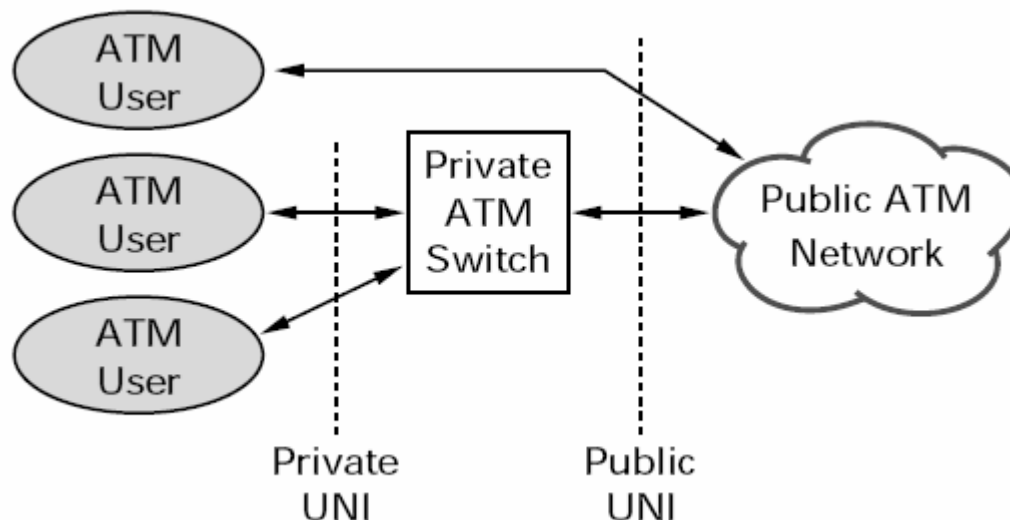


■ ATM adaptačná vrstva (AAL) - 2 podvrstvy

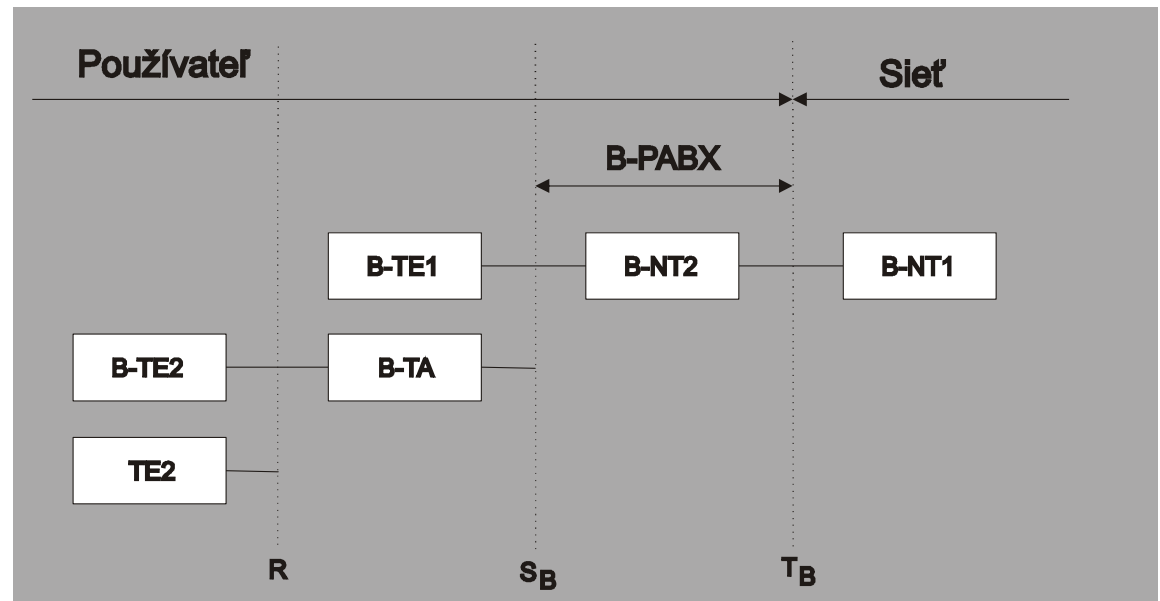
1. **segmentation and reassembly sublayer** - segmentácia informácie z vyšších vrstiev do payloadu ATM bunky a znovuposkladanie informácie z payloadu postupnosti ATM buniek
2. **convergence sublayer** - definuje služby, ktoré AAL poskytuje vyšším vrstvám

B-ISDN UNI (User-Network Interface)

- UNI-popis prístupu do ATM siete
- B-ISDN UNI:
 - verejné UNI (Public UNI)
 - podľa ITU-T, pre pripojenie koncového zariadenia alebo privátnej siete k verejnej ATM sieti
 - I.413, I.430, I.432 (ITU-T), ale aj podľa UNIV3.1 (ATM Fórum)
 - neverejné UNI, privátne UNI (Private UNI):
 - pripojenie koncového zariadenia k privátnej ATM sieti
 - UNIV3.1 (ATM Fórum)



B-ISDN UNI podľa ITU-T



- B=broadband
 - pre ref. body je index B, pre funkčné skupiny predpona B-
- vychádza sa z N-ISDN UNI
- platia definície pre funkčné skupiny, referenčné body a referenčné konfigurácie z N-ISDN
- ref. body S_B , T_B , R – podobný význam ako v N-ISDN

Fyzická vrstva - physical medium sublayer

- 3 možnosti prístupov na UNI:
 - 155,52 Mbit/s, symetrický (prenosová rýchlosť je rovnaká v oboch smeroch prenosu)
 - Asymetrický prístup
 - používateľ → sieť 155,52 Mbit/s
 - sieť → používateľ 622,08 Mbit/s
 - Symetrický prístup 622,08 Mbit/s

Physical medium sublayer - iné prenosové rýchlosti

■ **ATM Fórum - aj iné možnosti:**

- 155,52 Mbit/s, monomódové a multimódové vlákno
- 155,52 Mbit/s, multimódové vlákno, STP (shielded twisted pair)
- 100 Mbit/s, multimódové vlákno, TAXI (transparent asynchronous exchange interface)
- 44,736 Mbit/s, koaxiálny kábel

□ **UNI 3.1:**

- 155,52 Mbit/s, UTP (unshielded twisted pair) kategória 5
- 51,48 Mbit/s, UTP kategória 3
- 139,264 Mbit/s -pleziokrónna hierarchia E4
- 34,368 Mbit/s - E3
- 1,544 Mbit/s - T1
- 2,048 Mbit/s - E1

Physical medium sublayer

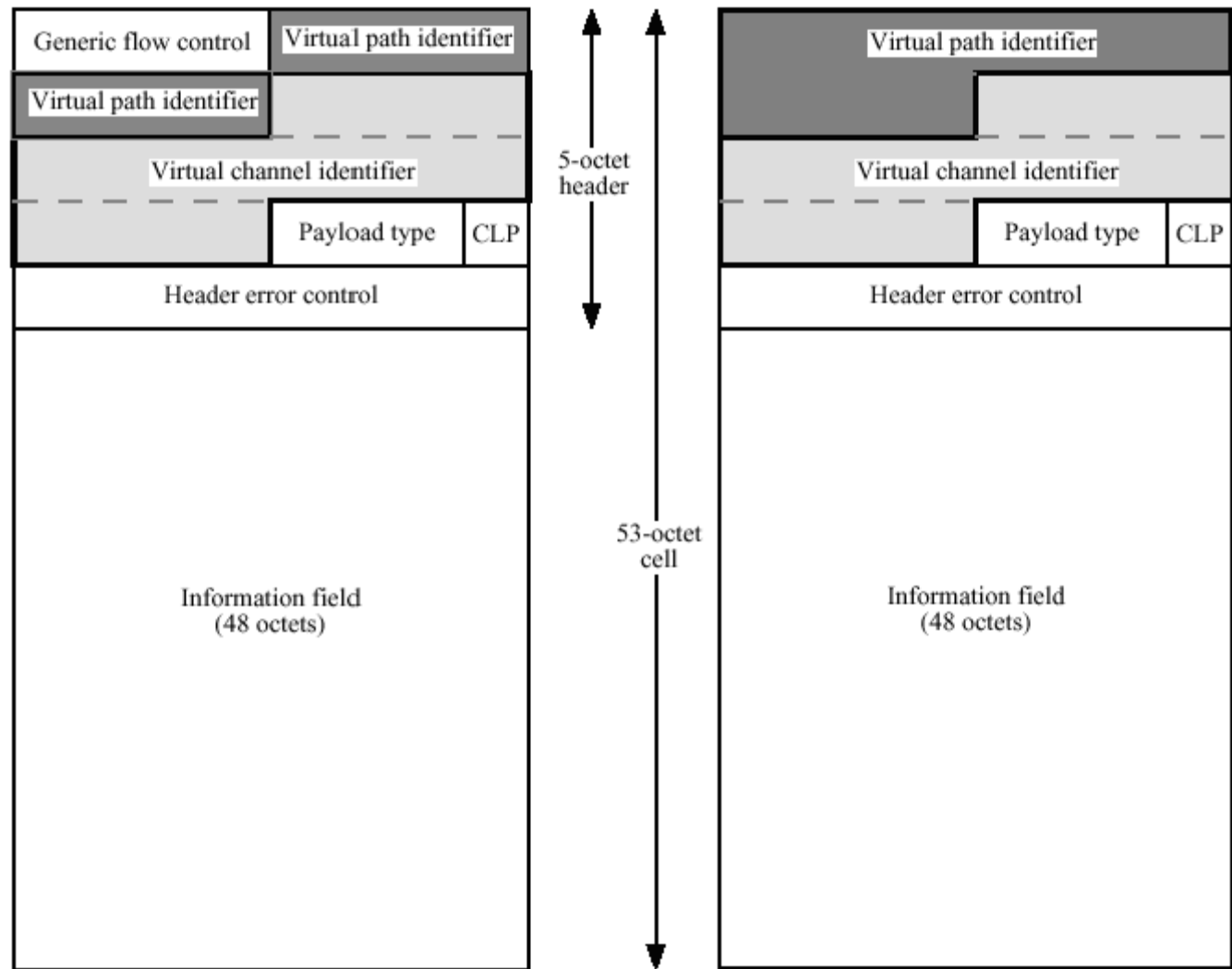
Prenosová štruktúra pre multiplexovanie ATM buniek z rôznych logických spojení:

- 1) Bunkové rozhranie (cell-based interface), natívne rozhranie
 - súvislý tok buniek, žiadna multiplexová rámcová štruktúra
 - synchronizácia bunka po bunke (cell-by-cell), predpokladá sa správna delineácia hraníc buniek na základe HEC poľa
- 2) SDH/SONET rozhranie
- 3) PDH rozhranie
 - bunky sú mapované do PDH rámcov

ATM vrstva
formát ATM bunky

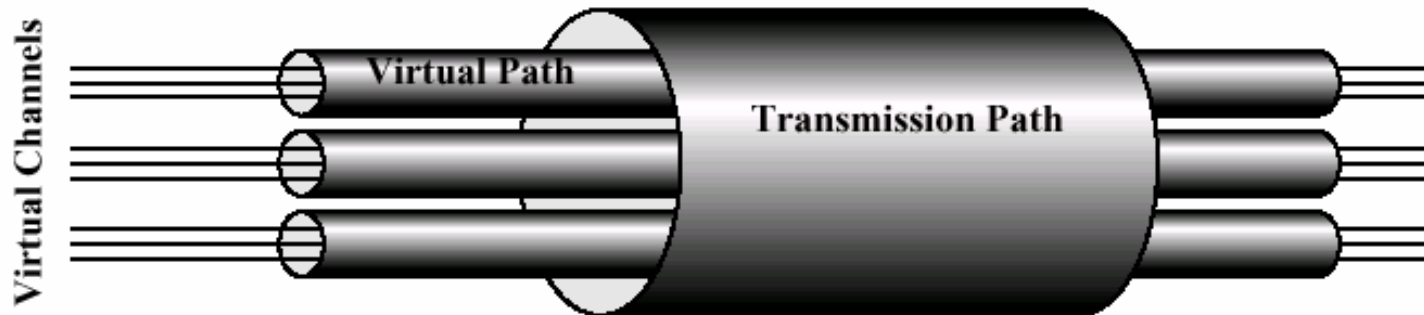
Formát na UNI (user-network interface)
na referenčnom bode S alebo T

Formát na NNI (network-network int.)

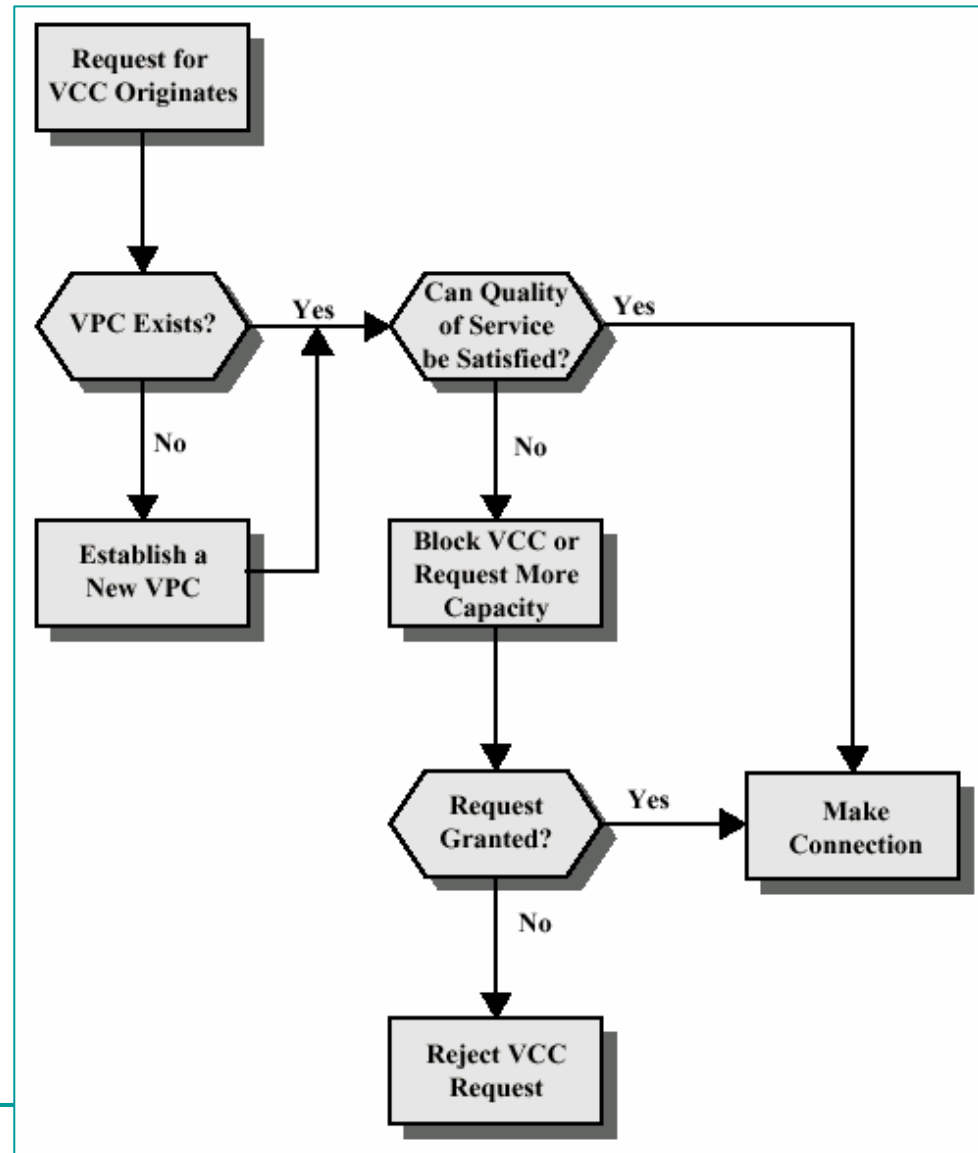


Virtuálny kanál (virtual channel) VC a virtuálna cesta (virtual path) VP

- logické spojenia v ATM

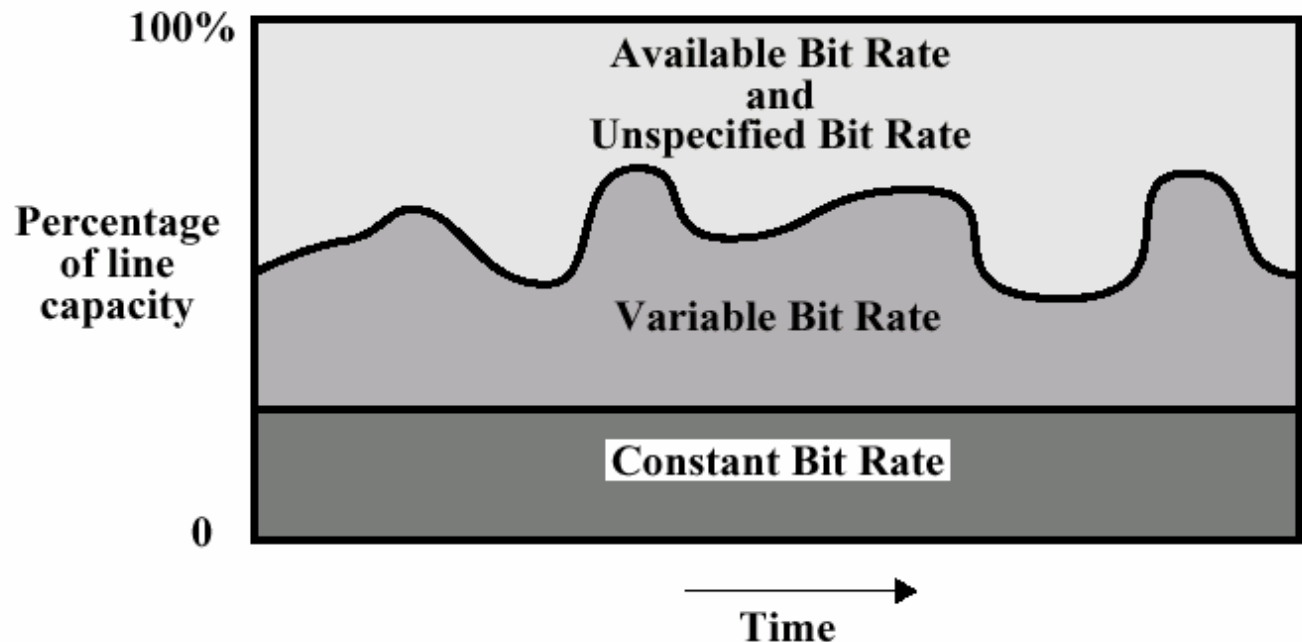


Zostavenie spojenia využívajúceho VP a VC



Kategórie ATM služieb (podľa ATM fóra)

- Constant bit rate (CBR)
- Real-time variable bit rate (rt-VBR)
- Non-real-time variable bit rate (nrt-VBR)
- Unspecified bit rate (UBR)
- Available bit rate (ABR)
- Guaranteed Frame Rate (GFR)



AAL - ATM adaptačná vrstva (ATM adaptation layer)

- AAL - podpora protokolov, ktoré nie sú založené na ATM
- Adaptácia informácie z vyšších vrstiev do ATM buniek
- ITU-T - štyri triedy služieb (aby bol počet typov AAL minimálny)

Trieda	A	B	C	D
Potreba synchronizácie	Áno		Nie	
Prenosová rýchlosť	Konštantná	Premennivá		
Mód spojovania	Spojovo orientovaný			Bez spojovej orientácie
Protokol AAL	1	2	3/4, 5	3/4

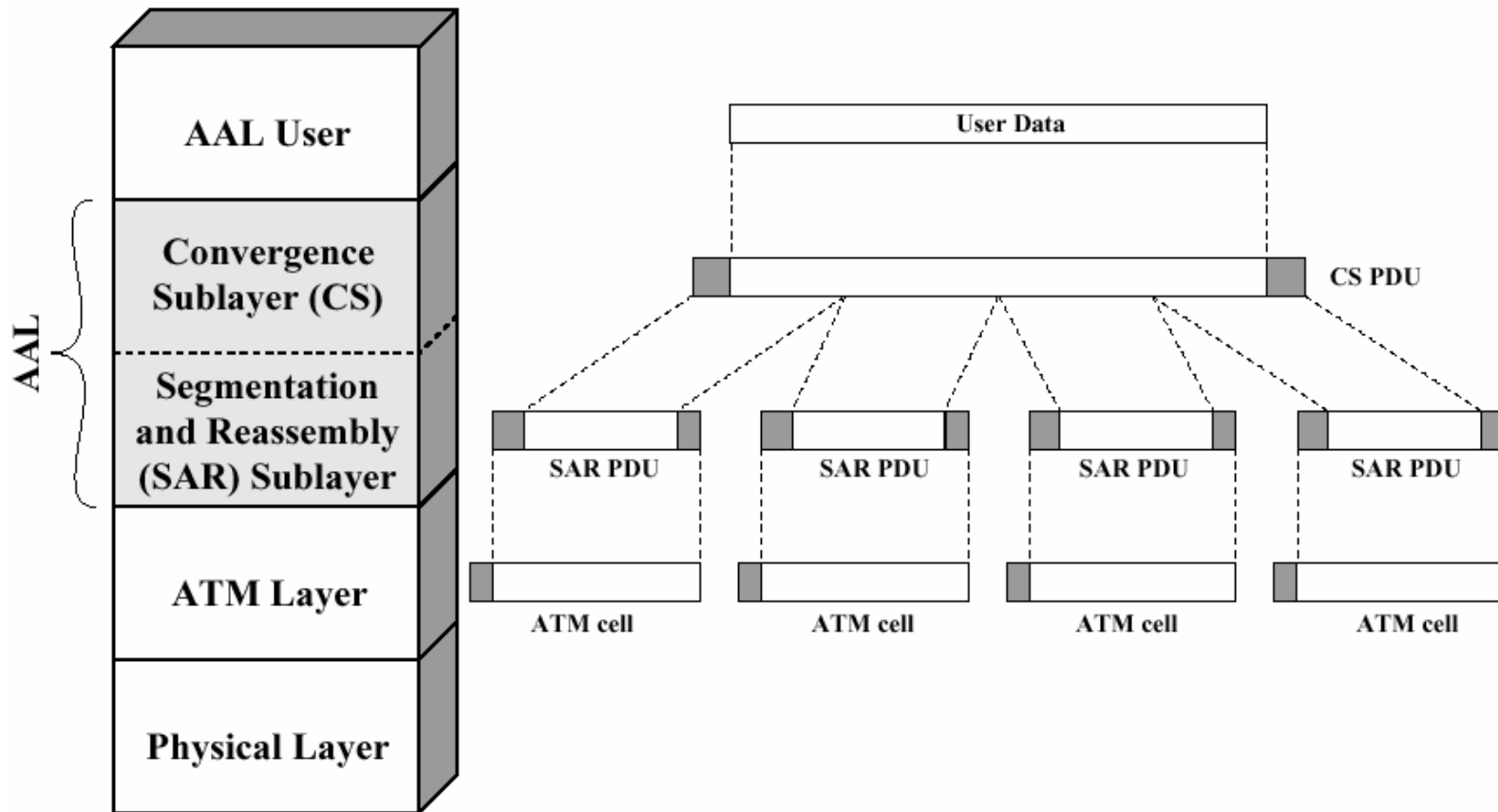
AAL – členenie do podvrstiev

CS – Convergence
Sublayer

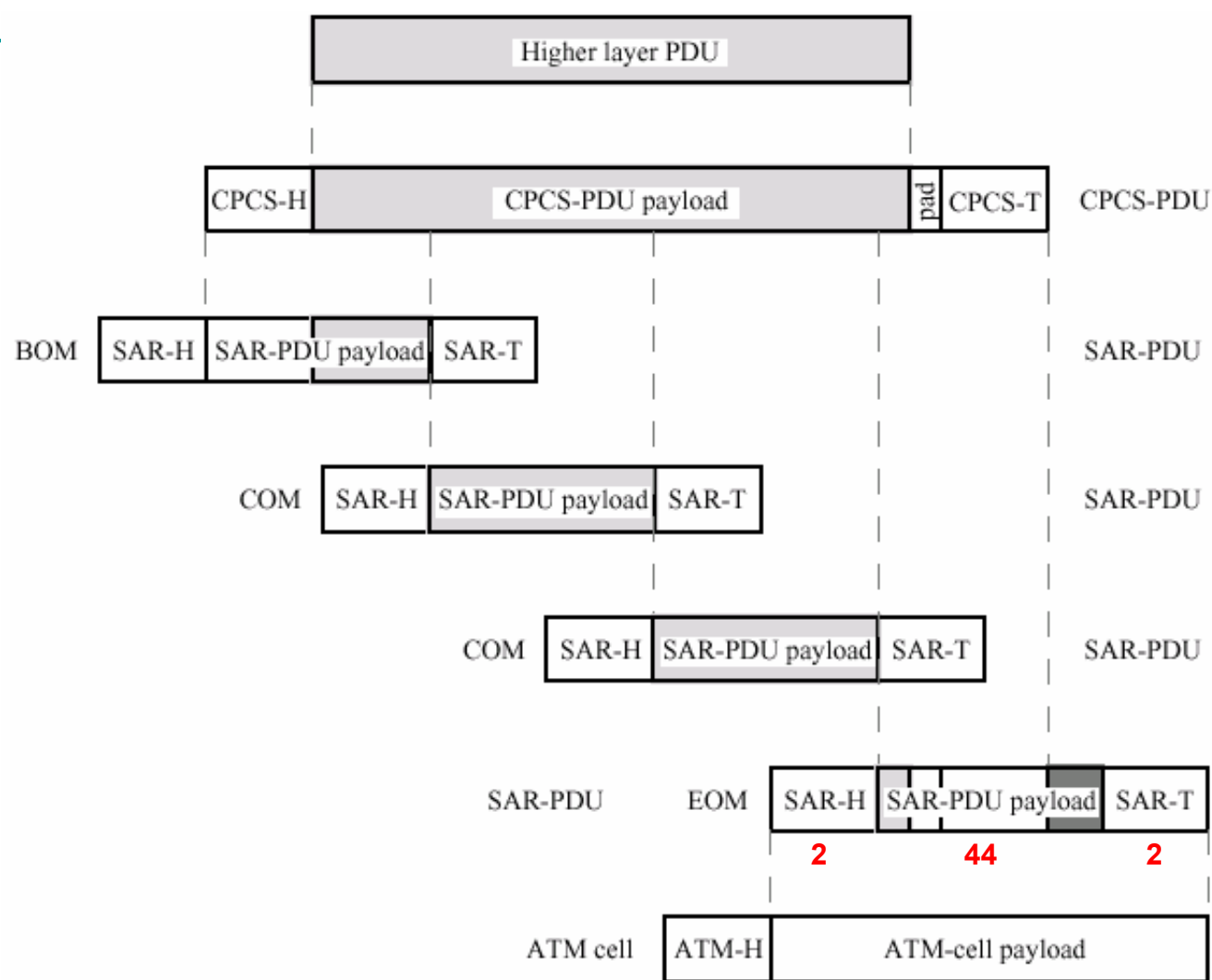
SAR – Segmentation
and Reassembly Sublayer

- Convergence Sublayer CS
 - multiplexovanie, detekcia straty buniek, časovanie
- Segmentation and Reassembly sublayer SAR
 - segmentácia dát do ATM bunky, znovuposkladanie dát z ATM buniek

AAL - ATM adaptačná vrstva (ATM adaptation layer)

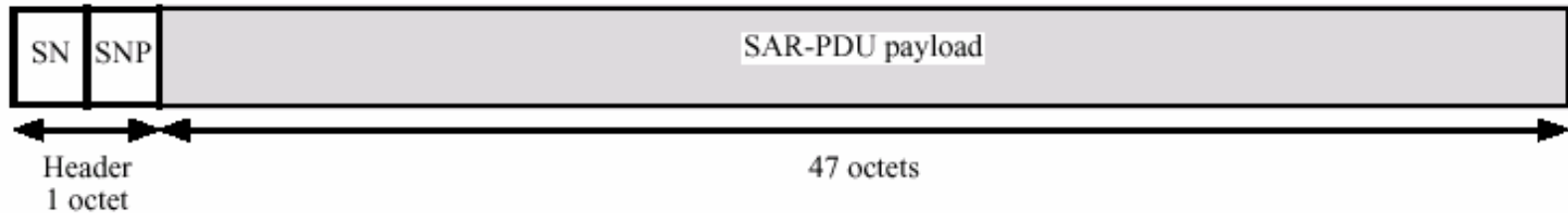


AAL – prenos protokolom AAL 3/4



- CPCS = common part convergence sublayer
- SAR = segmentation and reassembly
- PDU = protocol data unit
- CPCS-H = CPCS header
- CPCS-T = CPCS trailer
- SAR-H = SAR header
- SAR-T = SAR trailer
- ATM-H = ATM header
- BOM = beginning of message
- COM = continuation of message
- EOM = end of message

Porovnanie: SAR (segmentation and reassembly) PDU pre AAL1, AAL3/4 a AAL5



(a) AAL Type 1



(b) AAL Type 3/4



(c) AAL Type 5

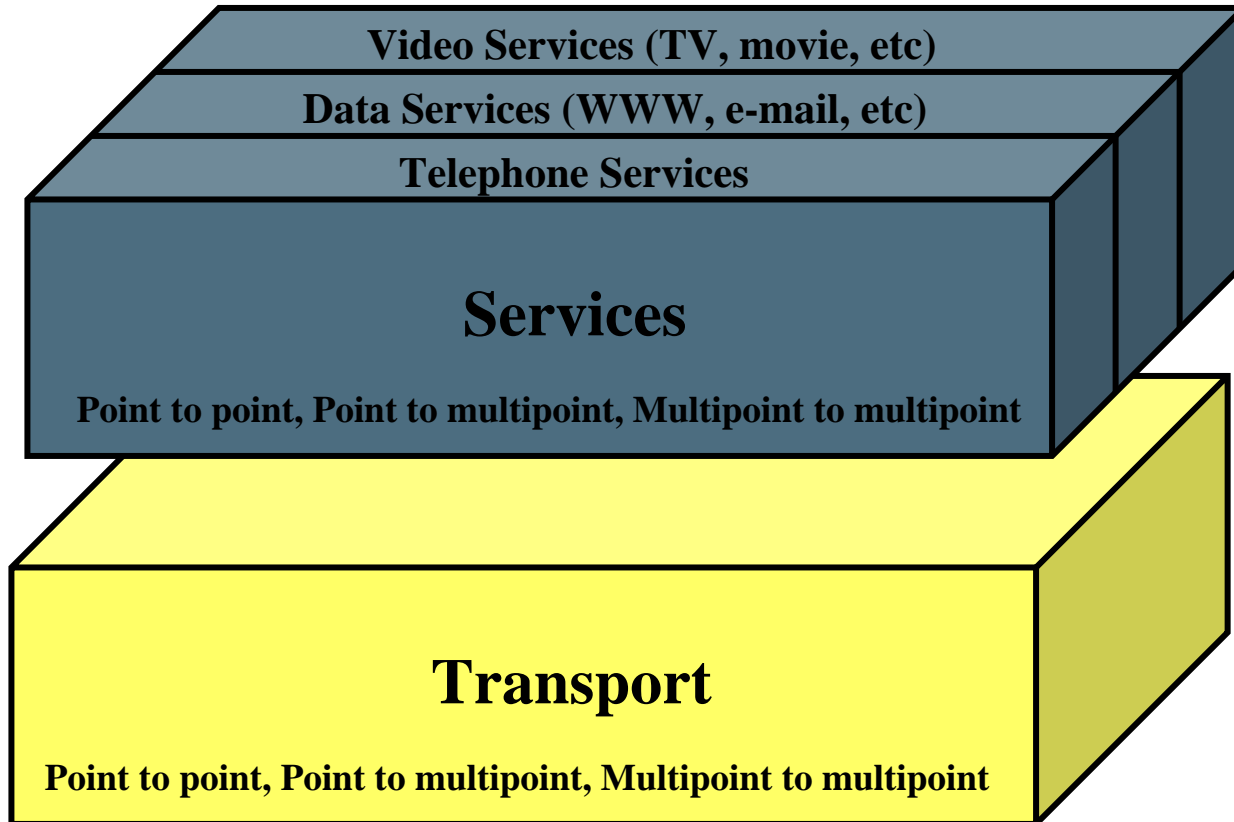
- SN = sequence number (4 bits)
- SNP = sequence number protection (4 bits)
- ST = segment type (2 bits)
- MID = multiplexing identification (10 bits)
- LI = length indication (6 bits)
- CRC = cyclic redundancy check (10 bits)

NGN

Next Generation Networks

NGN: Horizontally-Integrated Network

NGN - Convergence



NGN - typická reprezentácia architektúry NGN

