

# Asynchronous Transfer Mode ATM

# Co je ATM

2

- **Asynchronous Transfer Mode**
- 1984 – CCITT stanovuje ATM standard pro realizaci B-ISDN sítí
- spíše pro přenos hlasu než dat
- 1991 založeno ATM fórum (Cisco Systems, Adaptive (NET), Northern Telecom a Sprint)

# Požadavky na ATM

3

- snaha o (další) univerzální technologii
  - audio, video, data
  - protichůdné požadavky obou světů (spojované/nespojované, spolehlivé/nespolehlivé, velikost bloku, nároky aplikací)
- „svět spojů“
  - na principu přepojování okruhů
  - spojovaný a spolehlivý způsob přenosu
  - vyhrazená přenosová kapacita a garance kvality služeb
- „svět počítačů“
  - na principu přepojování paketů
  - nespojovaný a nespolehlivý způsob přenosu
  - efektivnost přenosů – i bez kvality služeb
- **výsledek**
  - ATM bude fungovat spojovaně
  - na principu přepojování paketů – jaká je velikost?

# ATM – velikost bloků

4

- „svět spojů“
  - ▣ pravidelné a okamžité přenosy
  - ▣ záruka kvality
  - ▣ dostupnost přenosové kapacity
  - ▣ lépe vyhovují malé bloky – větší šance nalézt volné místo
- „svět počítačů“
  - ▣ spíše nárazové přenosy
  - ▣ lepší jsou větší bloky dat – menší vlastní režie
- požadavek světa spojů – bloky max. 32 bytů
- požadavek světa počítačů – bloky min. 64 bytů
- kompromis –  $(32+64)/2 = 48$

# ATM – velikost bloků, 2

5

- ATM pracuje s bloky dat, které mají pevnou délku
- jsou malé
- nazývají se **buňky**
- mají 48 bytů pro data
- mají 5bytovou hlavičku (celkem tedy 53 bytů)
- díky pevné velikosti je lze zpracovávat i v HW

# Topologie ATM

6

- v síti ATM existují přepínače – ústředny
- jsou logicky propojeny každý s každým
- ATM není vázáno na konkrétní technologii ani topologii ani rychlost
- předpokládá se logické hvězda

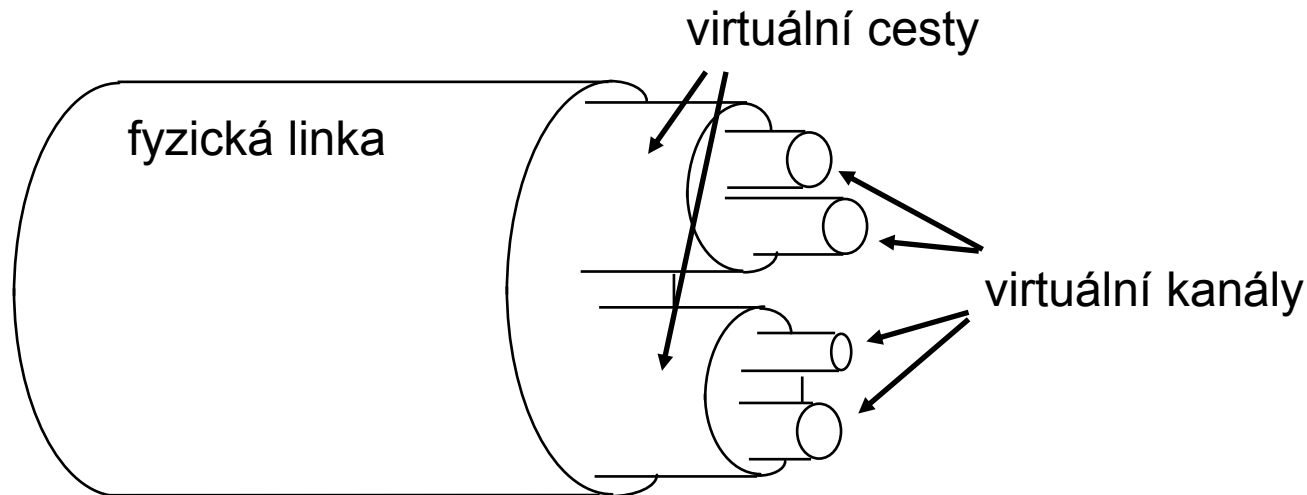
# Cesty v ATM

7

- čistě spojovaná technologie – identifikace virtuálního okruhu
  - ▣ pro identifikaci nespojovaného přenosu (adresu) není v buňce místo
- **virtuální okruhy** – obecně jednosměrné
  - ▣ lze je vytvářet v párech pro plně duplexní spojení
  - ▣ mohou mít různé vlastnosti v obou směrech
  - ▣ nepoužívají potvrzování – fungují jako nespolehlivé
  - ▣ při zahlcení jsou oprávněny zahazovat buňky
  - ▣ nesmí měnit jejich pořadí
- aby bylo přepojování co nejjednodušší (nejrychlejší) – dvouúrovňová hierarchie virtuálních spojů
  - ▣ virtuální kanály (**Virtual Channels**)
  - ▣ virtuální cesty (**Virtual Paths**)

# Cesty v ATM – VPI a VCI

8



- mezilehlé uzly (ATM přepínače) se rozhodují jen podle cesty (VPI, Virtual Path Identifier)
- při doručování ke koncovým uzlům budou brány v úvahu i konkrétní kanály (VCI, Virtual Channel Identifier)



# Cesty v ATM – VPI a VCI, 2

9

## □ **výhody**

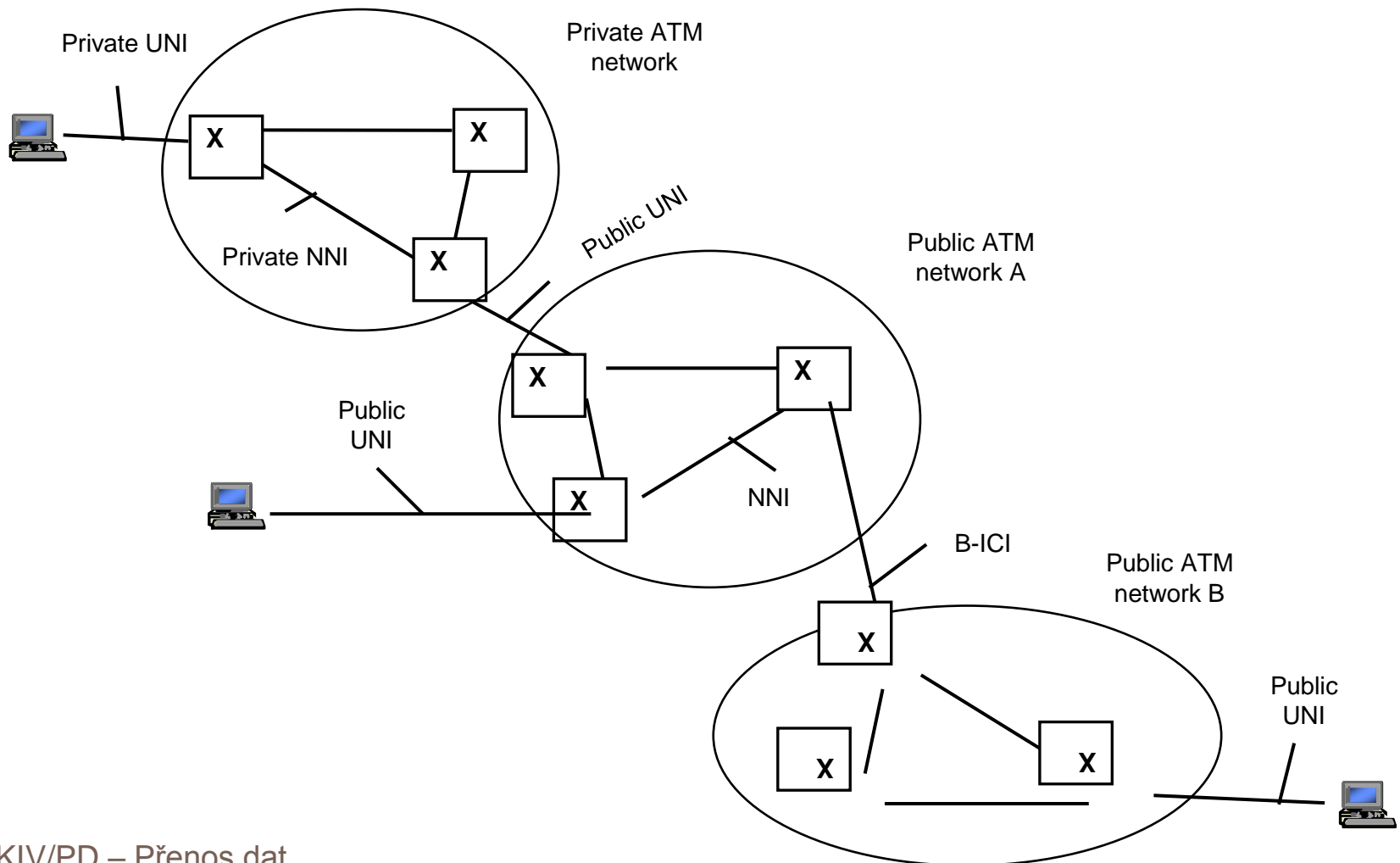
- ▣ snazší a rychlejší doručování (menší objemy směrovacích tabulek)
- ▣ snazší zřizování nových kanálů (v rámci již existujících cest)
- ▣ lze snadno přesměrovat celé skupiny virtuálních okruhů (např. při výpadku celé přenosové cesty)
- ▣ snazší tvorba virtuálních podsítí

## □ **nevýhody**

- ▣ nutnost dvojí role ústředen
- ▣ nutnost dvojího rozhraní (UNI a NNI)

# ATM – rozhraní UNI a NNI

10



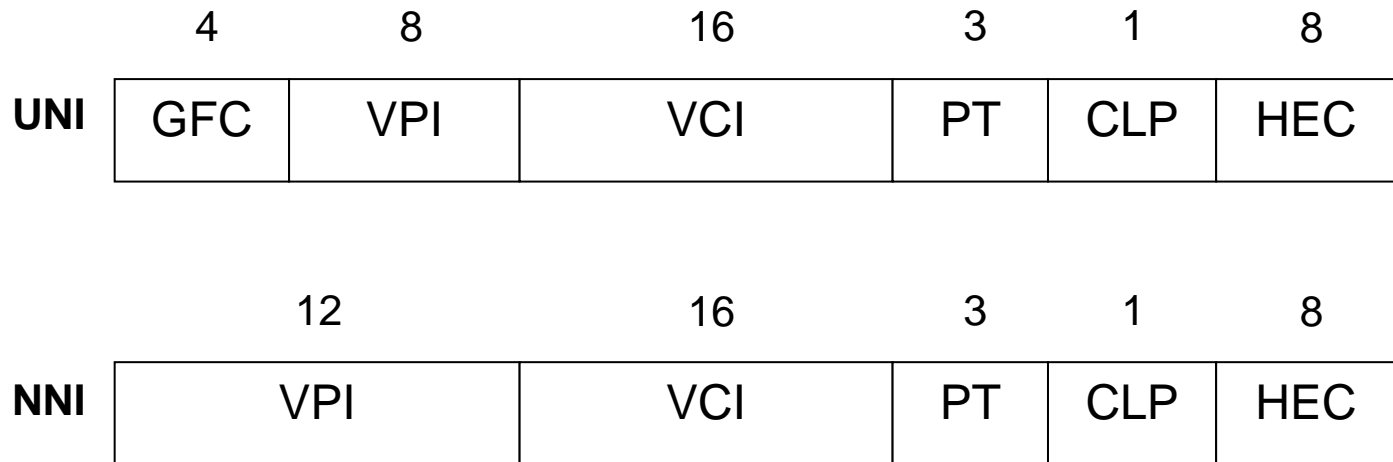
# Spojení v ATM

11

- **permanentní virtuální spojení** (Permanent Virtual Connection, PVC)
  - spojení je vytvořeno nějakým externím mechanismem
  - přepínačům na cestě mezi zdrojem a cílem jsou nastaveny hodnoty přepínací tabulky, nejčastěji administrativně
  - výhodou PVC je jednoduchost specifikace a následně i implementace
  - nevýhodou je staticnost spojení a administrativní režie při ručním vytváření spojení
- **přepínané virtuální spojení** (Switched Virtual Connection, SVC)
  - spojení je vytvářeno automaticky signalizačním protokolem
  - všechny protokoly vyšší úrovně využívají primárně SVC

# ATM – formát buňky

12



- **GFC** (Generic Flow Control) – 4 bity obecného řízení toku, které mohou být použity pro lokální funkce, jako je identifikace jednotlivých stanic sdílejících jedno ATM rozhraní
  - pole GFC zůstává typicky nepoužito a nastavuje se na defaultní hodnotu

# ATM – formát buňky, 2

13

- **VPI** (Virtual Path Identifier) – 8 bitů identifikátoru virtuální cesty, který spolu s VCI identifikuje další mezilehlý cíl ATM buňky na její cestě k cílové stanici
- **VCI** (Virtual Channel Identifier) – 16 bitů identifikátoru virtuálního kanálu, který je použit spolu s VPI pro určení dalšího mezilehlého cíle ATM buňky, putující posloupností ATM přepínačů ke svému cíli
  - ▣ pole VPI a VCI společně tvoří **PCI** (Protocol Connection Identifier) - prázdné buňky mají PCI=0
- **PT** (také PTI, Payload Type Indicator) – 3 bity, určující typ obsahu datové části buňky
  - ▣ 1. bit indikuje administrativní zprávy
  - ▣ 2. bit indikuje zahlcení
  - ▣ 3. bit indikuje poslední buňku série buněk reprezentujících jeden rámeček AAL5

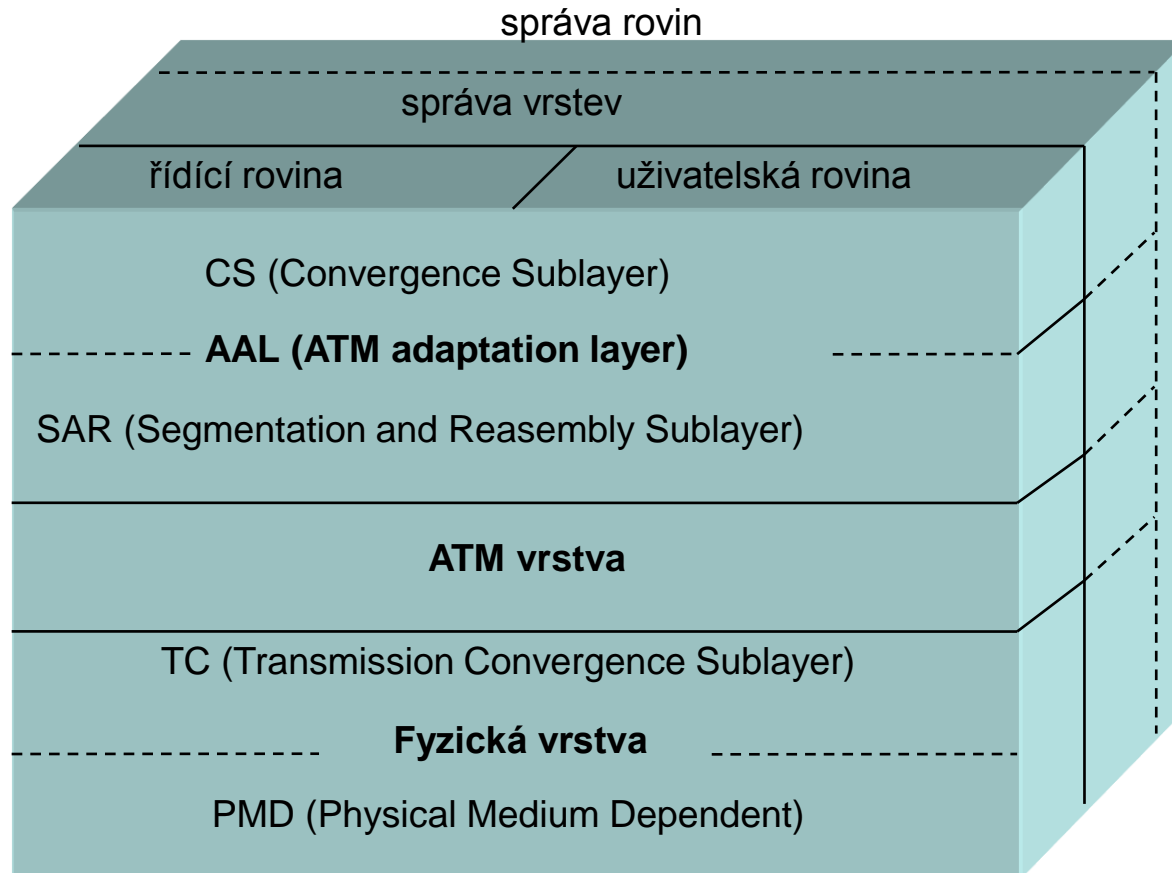
# ATM – formát buňky, 3

14

- **CLP** (Cell Loss Priority) – 1 bit indikující, zda je buňku možné při extrémním zahlcení sítě zahodit
  - ▣ tím lze odlišit typy provozu (zatímco hlasovému provozu a přenosu videa malé výpadky obvykle nevadí, zahození jedné buňky datového přenosu by způsobilo opakování přenosu celého rámce)
  - ▣ bit CLP je také nastavován sítí při překročení domluvených limitů spojení
- **HEC** (Header Error Control) – 8bitový CRC samotné hlavičky buňky ( $x^8+x^2+x+1$ )
  - ▣ umožňuje opravit jednobitové chyby hlavičky a některé vícebitové chyby detekovat
  - ▣ to je postačující při přenosu optickými vlákny, která mají v chybovost menší než  $10^{-9}$
- **NNI** hlavička neobsahuje pole GFC
  - ▣ uvolněné místo zabírá pole VPI (VPI pak má celkem 12 bitů), což dovoluje používat větší rozsah hodnot VPI mezi ATM přepínači

# Referenční model ATM

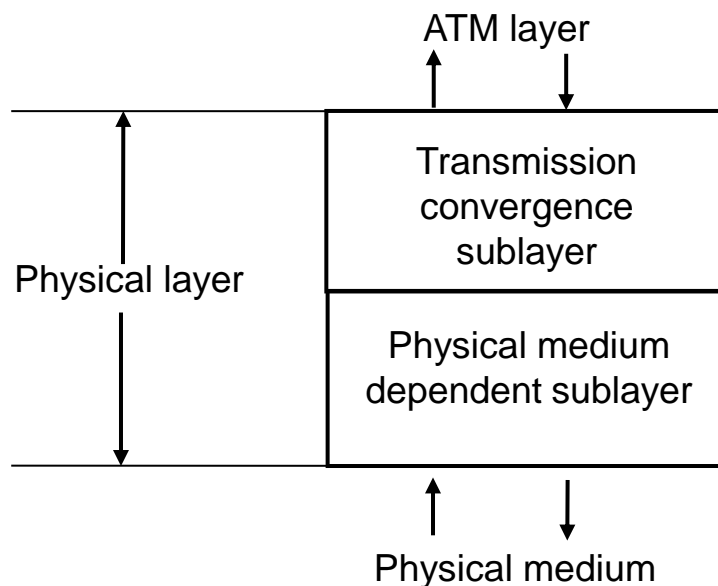
15



# Fyzická vrstva ATM

16

- řídí přenos a příjem bitů po fyzickém médiu
- balí buňky do rámců pro přenos po příslušném fyzickém médiu
- generuje a kontroluje HEC
- vyrovnává rychlosti transportních formátů





# Fyzická vrstva ATM, 2

17

- nižší **podvrstva fyzického média** (physical medium dependent sublayer) – závislá na použitém médiu
  - ▣ zasílání a příjem proudu bitů
  - ▣ časování pro synchronizaci vysílače a přijímače
  - ▣ SONET/SDH, FDDI, DS-3/E3
- vyšší **podvrstva přenosové konvergence** (transmission convergence sublayer)
  - ▣ udržování hranic buněk
  - ▣ generování a kontrola HEC hlavičky
  - ▣ vkládání nebo rušení prázdných buněk
  - ▣ balení ATM buněk do rámců přenosového média
  - ▣ generování a údržba přenosových rámců

# Vrstva ATM

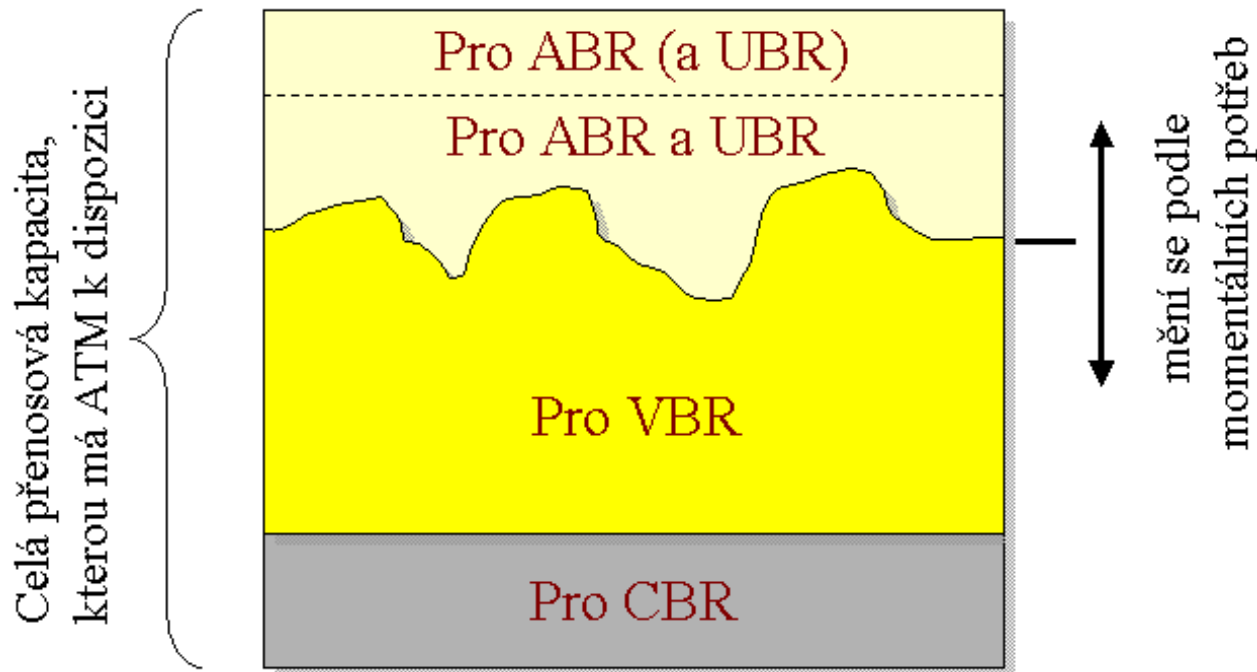
18

- odpovídá zhruba linkové vrstvě modelu ISO/OSI
  - ▣ rozdíl – zajišťuje end-to-end komunikaci
- zajišťuje nespolehlivý a spojovaný přenos
- v koncových zařízeních přijímá proud buněk z fyzické vrstvy a předává fyzické vrstvě buňky s novými daty (nebo prázdné buňky)
- v přepínačích určí podle hlavičky výstupní rozhraní, nastaví nové VPI a VCI a buňku předá na výstup
- spravuje fronty vstupních i výstupních buněk
- provádí správu provozu (nastavování CLP, indikace zahlcení, řízení toku)
- nevšímá si obsahu přenášených dat
  - ▣ nevyhodnocuje obsah jednotlivých buněk
  - ▣ nekontroluje nepoškozenost dat
- je optimalizována na výkon a rychlost

# Typy provozu v ATM

19

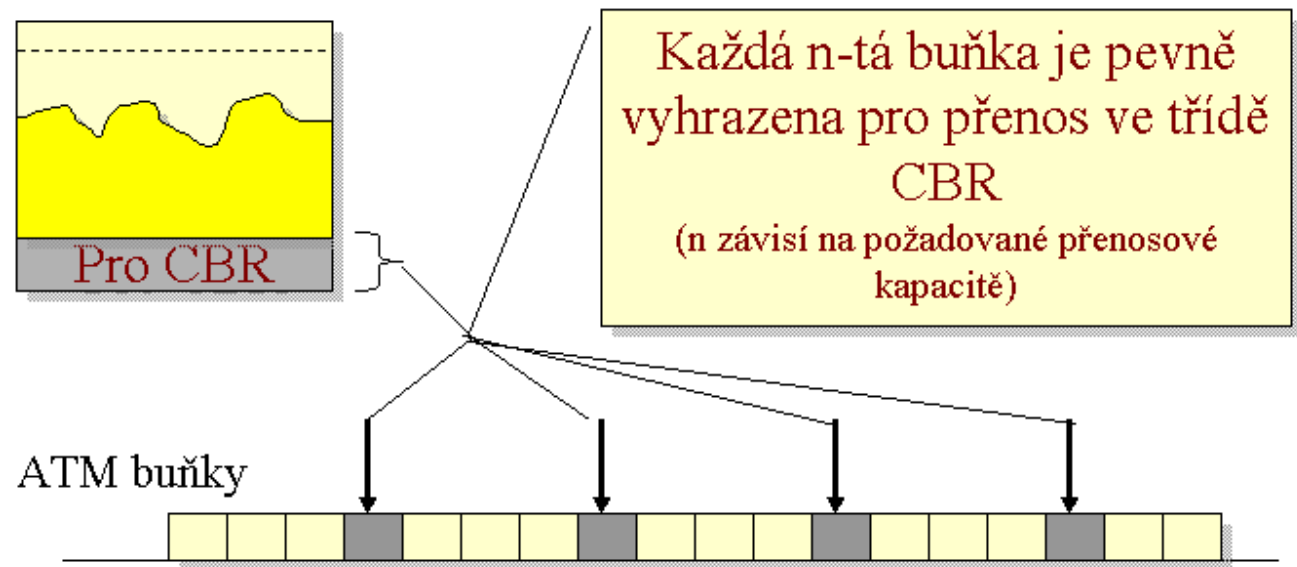
- různé požadavky na charakter přenosu (třídy služeb)
- třídy služeb pro konstantní datový tok, proměnný datový tok, dostupný datový tok a nespecifikovaný datový tok



# Konstantní bitová rychlost – CBR, Constant Bit Rate

20

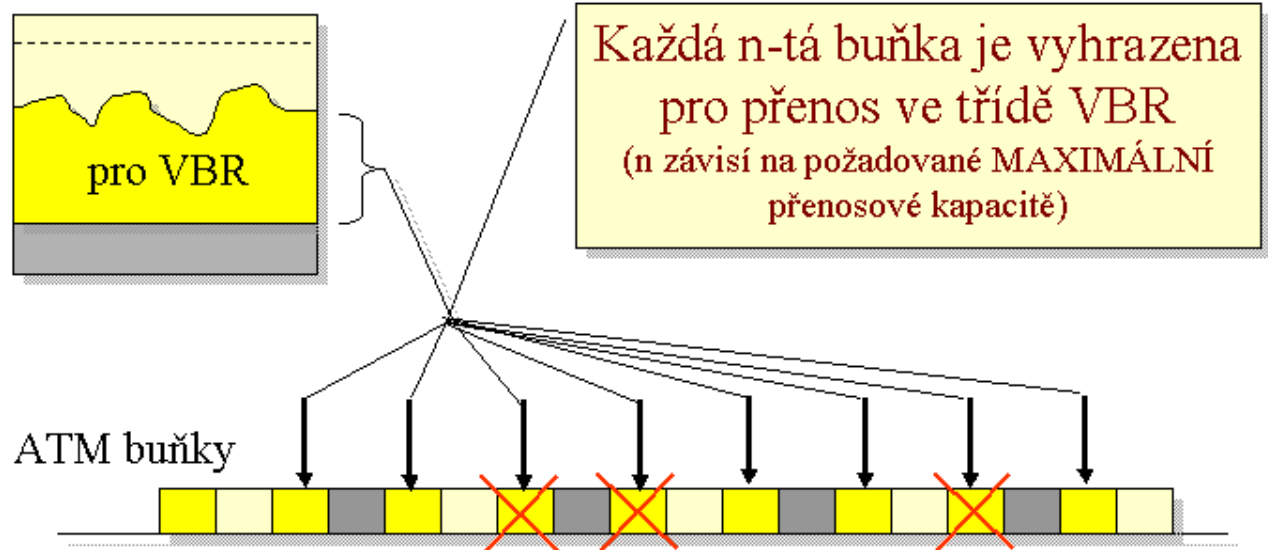
- garantuje konstantní rychlost přenosu
- emulace přepojování okruhů (ale jako bitová roura – bez potvrzování a řízení toku)
- garantuje i maximální přenosové zpoždění
- buňka vyhrazená pro CBR nemůže být použita jinak
- použití: vše co by jinak potřebovalo samostatný „drát“ (propojení ústředěn) nebo generuje konstantní datový tok (nekomprimované video, nekomprimovaný zvuk, atd.)



# Proměnná bitová rychlost – VBR, Variable Bit Rate

21

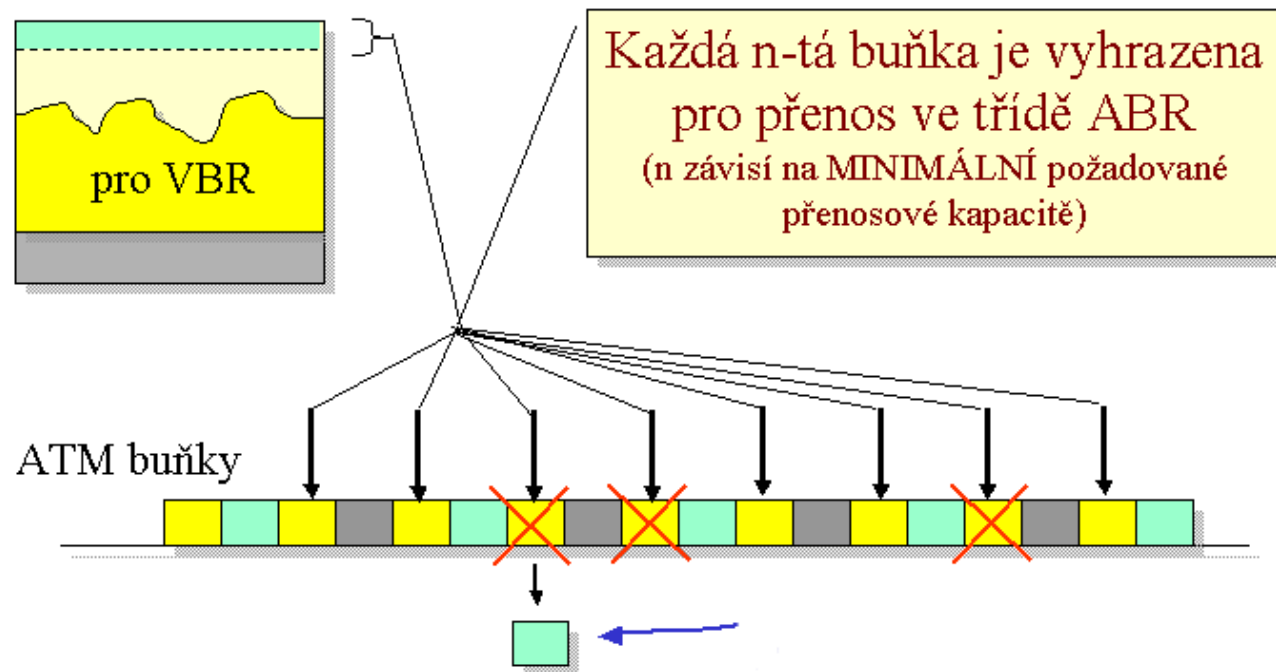
- každý přenos dohodne kapacitu mezi MIN a MAX
- rezervace přenosové kapacity pro MAX
- nevyužité buňky se mohou využít jinak
- **rt-VBR** (real-time VBR) – proměnný datový tok, ale minimální nebo garantované zpoždění (komprimovaný obraz, komprimovaný zvuk)
- **nrt-VBR** (non-real-time VBR) – pro dávkové přenosy (transakční systémy, rezervační systémy)



# Dostupná bitová rychlost – ABR, Available Bit Rate

22

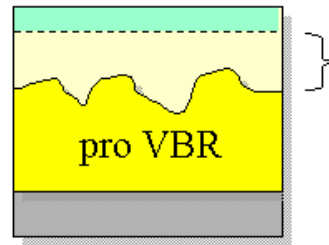
- každý přenos dohodne kapacitu mezi MIN a MAX
- rezervace přenosové kapacity pro MIN
- vyšší než MIN je poskytnuta pouze, pokud jsou volné zdroje
- používá se řízení toku – odesílatel se dozví, jsou uspokojeny jeho požadavky nad MIN
- použití: propojení LAN sítí



# Nespecifikovaná bitová rychlost – UBR, Unspecified Bit Rate

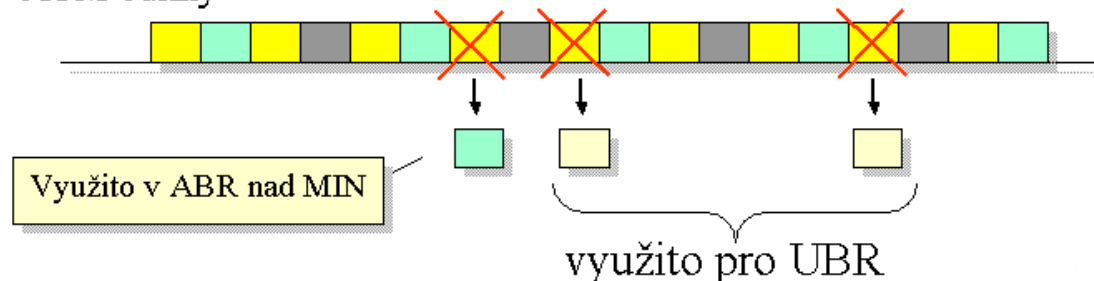
23

- nejsou poskytovány žádné garance
- požadavky jsou uspokojovány až po splnění požadavků CBR, VBR a ABR
- v podstatě „best effort“ z paketových přenosů
- fronta FIFO, kde čekají data, až bude volná buňka
- použití: pro aplikace tolerující nepravidelnost doručování a možnost ztráty dat (IP, UDP, TCP)



- žádná buňka není dopředu vyhrazena
- Buňky jsou přidělovány podle momentálních možností, po uspokojení požadavků ve třídách CBR, VBR (a ABR)

ATM buňky



# Typy provozu v ATM, shrnutí

24

	<b>CBR</b>	<b>rt-VBR</b>	<b>nrt-VBR</b>	<b>ABR</b>	<b>UBR</b>
<b>Zaručená přenosová kapacita</b>	Ano	Ano	Ano	Částečně	Ne
<b>Vhodné pro real-time přenosy</b>	Ano	Ano	Ne	Ne	Ne
<b>Vhodné pro dávkové přenosy</b>	Ne	Ne	Ano	Ano	Ano
<b>Informuje o zahlcení</b>	Ne	Ne	Ne	Ano	Ne



# Adaptační vrstva ATM

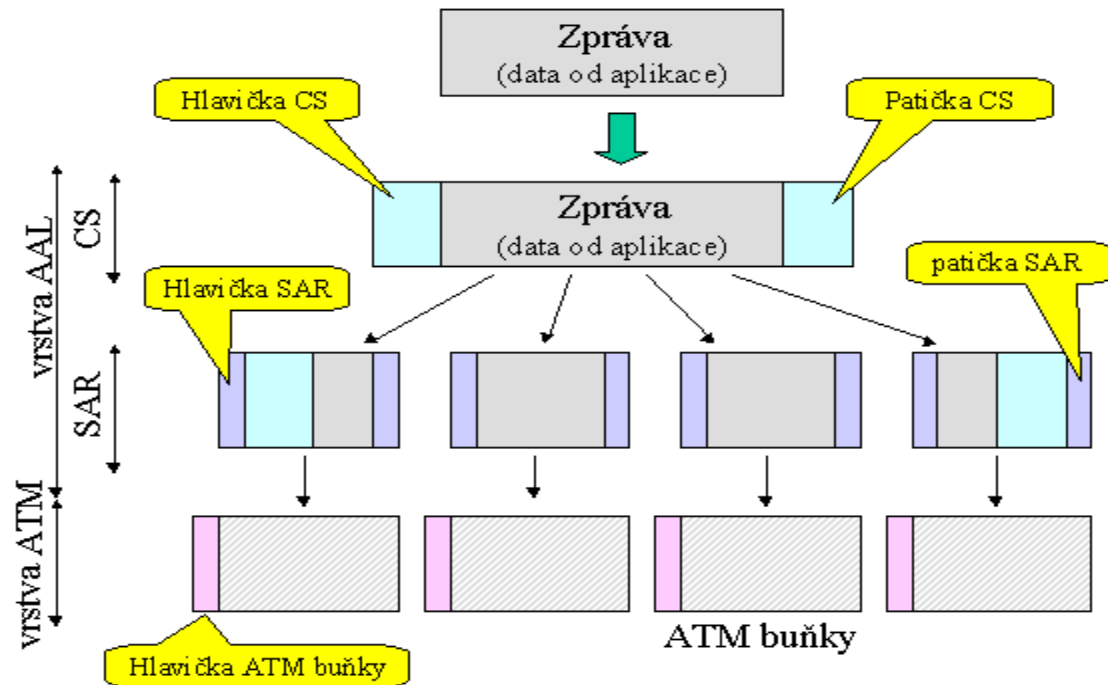
25

- chová se jako transportní vrstva (vyšším vrstvám zakrývá charakter ATM)
  - ▣ nad AAL bývá další skutečná transportní vrstva
- rozklad dat na vhodně velké části, aby šly umístit do buněk
  - ▣ musí se do dat vkládat režie pro správné rozdělení a skládání
- může zajišťovat detekci chyb a řízení toku a takové řízení přenosových funkcí ATM, aby se jednotlivým aplikacím poskytlo právě to, co požadují
- kvalita služeb (Quality of Service, QoS)

# Adaptační vrstva ATM, podvrstvy

26

- podvrstva SAR (Segmentation and Reassembly)
  - ▣ rozdělování dat na vhodně velké části a jejich zpětné skládání
- podvrstva CS (Convergence Sublayer)
  - ▣ různým aplikacím nabízí různé druhy služeb



# Historie AAL

27

- původní předpoklad: aplikace se liší požadavky na
  - ▣ real-time vs. non-real-time přenosy
  - ▣ constant bit rate vs. variable bit rate
  - ▣ spojovaný vs. nespojovaný přenos
- z 8 možných kombinací ITU povolilo jen 4
  - ▣ označili je jako třídy A, B, C, D
  - ▣ pro každou z tříd byly vyvinuty protokoly AAL1-4
- AAL3 a AAL4 splynuly v AAL3/4
- později byl přidán AAL5

# Třídy služeb v ATM

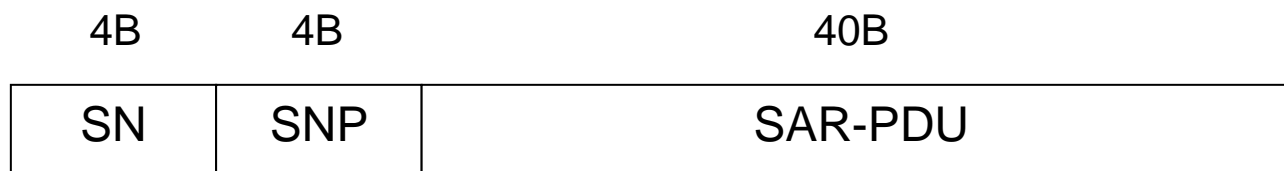
28

	A		B		C		D	
přenos	rt	nrt	rt	nrt	rt	nrt	rt	nrt
bit rate	konstantní		proměnný		konstantní		proměnný	
režim	spojovaný přenos				nespojovaný přenos			

# AAL1

29

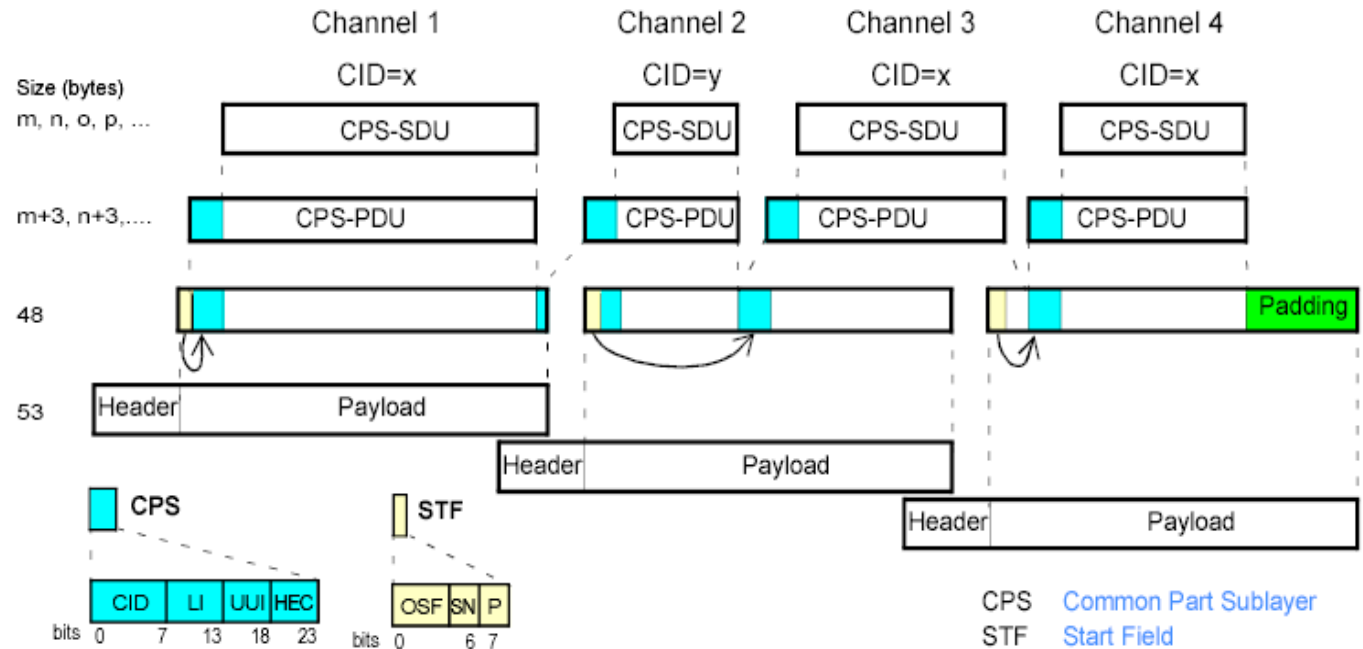
- v zásadě odpovídá CBR
- reálný čas (malé zpoždění i rozptyl), konstantní bitový tok, spojovaný přenos
- bez potvrzování a bez kontroly neporušenosti
- je vyžadována synchronizace  $\Rightarrow$  závisí na použitém médiu
- je vkládáno Sequence Number (SN) a jeho zabezpečení (SNP, Protection)
- zbytek je pro data (nejčastěji synchronní zvuková, vždy 1 B pro jeden kanál, vzorek  $125\mu\text{s}$ )



# AAL2

30

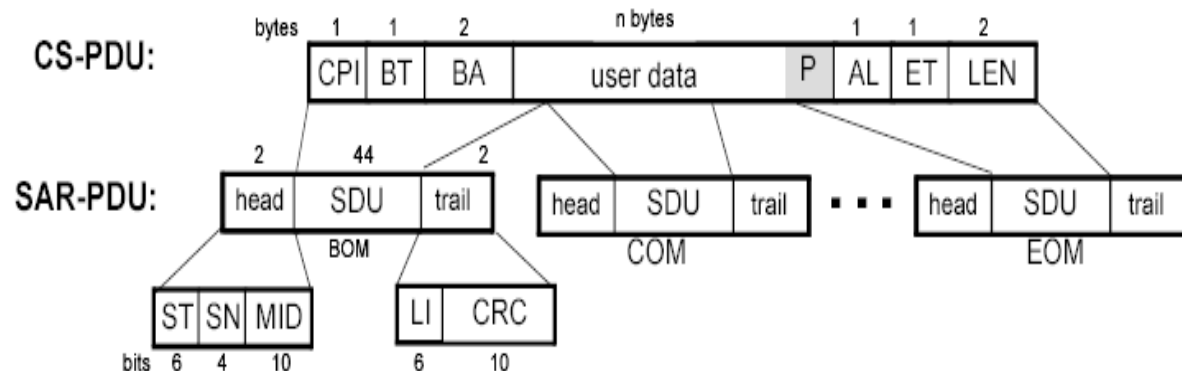
- odpovídá rt-VBR
- reálný čas, proměnný datový tok, spojovaný přenos
- standardizační komise záměrně nezveřejnila délky polí, aby jej nikdo nevyužíval (problémy a složitost)



# AAL3/4

31

- odpovídá nrt-VBR a ABR
- přenos dat, která nejsou citlivá na zpoždění
  - ▣ spíše jim vadí ztráty a chyby
  - ▣ liší se spojovaným nebo nespojovaným režimem
- původně 2 vrstvy se spojily, pracuje ve dvou režimech
  - ▣ **stream režim** – jako roura, mezi částmi dat nejsou hranice
  - ▣ **režim zpráv** – jsou zasílány celé zprávy jako celek
- složitá, přidává příliš mnoho dalších informací



AL	Alignment	COM	Continuation of Message	LEN	Length	SDU	Service Data Unit
BA	Buffer Allocation Size	CPI	Common Part Indicator	LI	Length Indicator	SN	Sequence Number
BOM	Beginning of Message	EOM	End of Message	MID	Multiplex Identifier	ST	Segment Type
BT	Burst Tolerance	ET	End Tag	P	Padding		

# Důvody vzniku AAL5

32

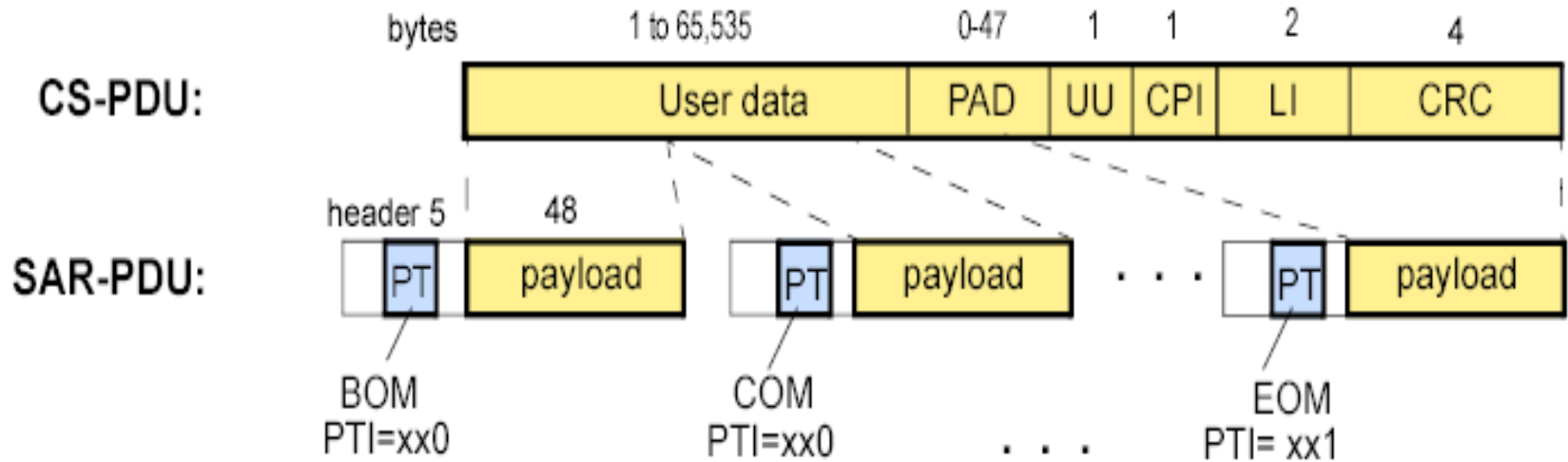
- AAL1-4 vznikly ve „světě spojů“  $\Rightarrow$  „svět počítačů“ je považuje za složité a neefektivní
- ve „světě počítačů“ vznikl protokol **SEAL** (Simple Efficient Adaptation Layer)
  - ▣ název poměrně přesně vystihuje názor počítačového světa na AAL1-4
  - ▣ nyní je známější jako AAL5



# AAL5

33

- menší režie než AAL3/4
- nabízí spolehlivý i nespolehlivý přenos
- stream režim i režim zpráv (zprávy mohou být dlouhé až 64kB ⇒ lze tedy přímo vkládat IP datagramy)



# Přepínání v ATM

34

