

**Spojenie** - predstavuje trvalý alebo dočasný komunikačný vzťah medzi dvoma alebo viacerými entitami v komunikačnej sieti

**Fázy spojenia:**

- **vybudovanie:** vyžaduje sa riadiaca informácia,
- **informačná výmena:** prenos, alebo vzájomná výmena informácie medzi koncovými bodmi spojenia,
- **zrušenie spojenia:** je riadený riadiacou informáciou.

**Signalizácia** - riadiaci proces na vybudovanie a zrušenie spojenia

**Spojovo orientovaná komunikácia**

- fáza vybudovania a zrušenia spojenia,
- signalizácia,
- dva typy spojenia
- **fyzické spojenie**
  - medzi koncovými zariadeniami je vytvorená trvalá komunikačná cesta,
  - parametre sa počas spojenia nemenia,
  - vhodné pre signály v reálnom čase,
  - vytvorené spojenie je vyhradené len pre dané spojenie.
- **virtuálne spojenie**
  - po vybudovaní spojenia nie je rezervovaná trvalá fyzická cesta,
  - prenášaná informácia je delená na bloky (pakety),
  - tú istú fyzickú cestu môžu využívať pakety z rôznych spojení,
  - dynamické pridelovanie spojovacích a prenosových prostriedkov podľa potreby (možný konflikt medzi paketmi),
  - vyrovnávacie pamäte (spôsobujú premenlivé oneskorenie),
  - nie je vhodné pre signály v reálnom čase.

**Komunikácia bez spojovej orientácie (datagramová komunikácia)**

- pre sporadickú komunikáciu s malým množstvom prenášaných dát,
- nie je potrebná signalizácia: smerovaciu informáciu nesie paket.

**Datagram**

- druh spojenia bez nutnosti vybudovania a zrušenia komunikačnej cesty,
- v sieti nie je vybudovaná cesta,
- datagramový paket nesie smerovaciu informáciu,
- každý datagram môže využívať ľubovoľné uzly a prenosové časti siete,
- nie je zaručené správne poradie príchodu paketov a môže dôjsť k strate paketov v sieti.

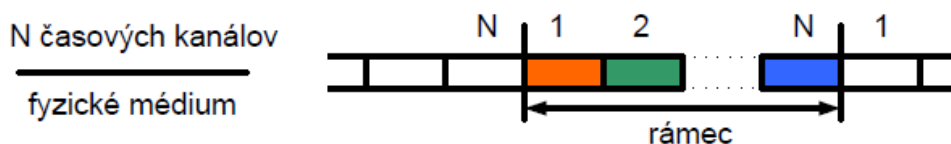
**Datagram s potvrdením**

- rozšírenie datagramovej prevádzky,
- prijímacia packetu strana potvrdzuje príjem každého packetu.

**Multiplexovanie** - viacero komunikačných procesov môže zdieľať spoločné prenosové alebo spojovacie médium.

- **Kanálový multiplex**
  - každé spojenie má pridelený komunikačný kanál s pevnou šírkou pásma,
  - kanál je určený fyzickým vedením vo zväzku vedení, časovou polohou v synchronnom časovom rámci, polohou nosnej na frekvenčnej osi, alebo vlnovou dĺžkou svetelnej nosnej,
  - charakteristický transfer mód je prepájanie okruhov.
- **Adresový multiplex**
  - kanály môžu mať variabilné prenosové pásma,

- informácia je delená na bloky (pakety) konštantnej, alebo variabilnej dĺžky,
- paket obsahuje riadiacu informáciu,
- podstatnou časťou riadiacej informácie je smerovacia informácia,
- charakteristický transfer mód je prepájanie paketov.
- **Priestorový multiplex (SDM - Space Division Multiplex)**
  - patrí ku **kanálovým** multiplexom,
  - jednotlivé spojenia sú oddelené fyzicky,
  - prenosové médiá tvoria zväzok,
  - spojenie môže byť aj dvojdôtové, alebo štvordôtové.
- **Frekvenčný multiplex (FDM - Frequency Division Multiplex)**
  - patrí ku **kanálovým** multiplexom,
  - jednotlivé spojenia zdieľajú to isté fyzické médium, ale sú oddelené frekvenčne,
  - kanály sú na frekvenčnej osi posúvané procesom modulácie,
  - typický hlavne pre analógovú prenosovú techniku.
- **Vlnový multiplex (WDM - Wavelength Division Multiplex)**
  - je modifikáciou frekvenčného multiplexu,
  - kanál je určený polohou nosnej svetelnej vlny,
  - prenosové médium je optické vlákno,
  - narastá jeho dôležitosť aj v spojovacej technike.
- **Časový multiplex (TDM - Time Division Multiplex)**
  - v rôznych modifikáciách patrí ku kanálovým, alebo adresovým multiplexom,
  - je základným multiplexom používaným v digitálnych spojovacích systémoch.
    - **Synchronný časový multiplex (STDM - Synchronous Time Division Multiplex)**
      - prideluje jednotlivým kanálom miesta na časovej osi v pravidelných intervaloch,
      - intervaly sú dané vzorkovacou frekvenciou prenášaného signálu,
      - signály bývajú zoskupené do vyšších hierarchií (rámce),
      - je používaný v úzkopásmovej ISDN (N-ISDN),
      - obsadzovanie multiplexu je realizované synchronným multiplexovaním.



- **Asynchronný časový multiplex (ATDM - Asynchronous Time Division Multiplex)**
  - neprideluje kanály v pravidelných intervaloch (patrí k adresovým multiplexom),
  - informácia je delená do paketov, ktoré sú odlíšené smerovacou informáciou.
  - **ATDM s paketmi variabilnej dĺžky**
    - paket variabilnej dĺžky nemá implicitne dané hranice,
    - riadiaca časť obsahuje informáciu o začiatku a konci paketu (flag),
    - riadiace pole, kontrolné pole,
    - obsadzovanie miesta v multiplexe podľa požiadaviek (asynchrónne),
    - štatistické multiplexovanie,
    - ATDM je paketov používané v bežnom prepájaní paketov.
  - **ATDM s paketmi konštantnej dĺžky**
    - hranice paketu sú známe,
    - paket je jednoznačne určený svojou polohou v rámci,
    - časová os je rozdelená na rovnaké úseky,
    - asynchrónny prenos - t.j. pakety obsadzujú miesta podľa potrieb spojenia,
    - ak nie je paket k dispozícii, do multiplexu sa vkladá prázdny paket,

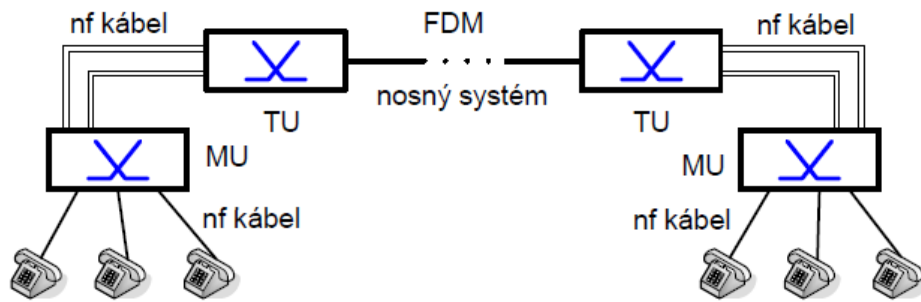
- ATDM sa používa v B-ISDN (FPS, ATM).
- **Synchrónne multiplexory** - prideluje vstupom výstupné časové kanály rovnomerne,
  - vo výstupnom multiplexe je každý vstupný kanál určený svojou polohou
  - štruktúra rámcov je pevne daná a periodicky sa opakuje
  - nevýhoda sa prejaví, ak je na vstupných kanáloch nízka prevádzka
  - určený na prenos a prepájanie synchrónnych signálov (audio a video)
  - zaručuje synchrónnosť prenosu signálu a konštantné oneskorenie signálu
- **Štatistické multiplexory** - výstupný multiplex je obsadzovaný podľa požiadaviek vstupu,
  - kanál vo výstupnom multiplexe už nie je daný svojou časovou polohou, ale nesie so sebou aj informáciu, ktorá ho identifikuje,
  - základný spôsob multiplexovania v B-ISDN.

### Transfer módy

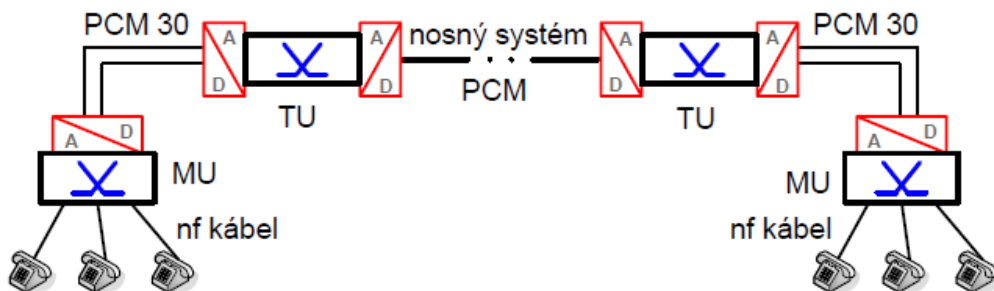
- **Prepájanie okruhov** - klasická telefónna sieť, medzi koncovými bodmi spojenia sa vytvorí komunikačný kanál (zriadený počas celej doby komunikácie)  
Je možné rozdeliť na:
  - **prepájanie pomocou priestorového multiplexu** - okruhy sú od seba oddelené priestorovo (t.j. kanály sú nesené na rôznych prenosových médiách), dovolí kanálom meniť fyzické médium, ale nie je možné meniť časovú polohu kanála v multiplexe.
  - **prepájanie pomocou časového multiplexu** - kanály sú od seba oddelené rôznymi časovými polohami,
    - všetky kanály sú fyzicky na tom istom prenosovom médiu,
    - pri prechode časovým spínačom dôjde k zmene časovej polohy kanála,
    - zmena je realizovaná pomocou zápisu a čítania z pamäti,
    - časový spínač dovolí zmenu časovej polohy kanála, ale nemôže zmeniť prenosové médium.
  - **prepájanie pomocou kombinácie priestorového a časového multiplexu.**
- **Prepájanie paketov** - nie je zriadený trvalý okruh medzi koncovými bodmi spojenia,
  - prenášaná informácia je delená na pakety,
  - spojenie má virtuálny charakter,
  - je možná spojovo orientovaná prevádzka a prevádzka bez spojovej orientácie,
  - prepájanie paketov je výhodné pre pomalé dátové prenosy (nemajú synchrónny charakter, nie sú citlivé na zmeny oneskorenia, majú nárazový charakter).
- **Rýchle prepájanie paketov (FPS - Fast Packet Switching)** - modifikácia paketového prepájania, ktorá odstraňuje zložitú funkcionálnu v smerovacích uzloch siete.
  - žiadna kontrola toku a kontrola chýb (optické prenosové médium),
  - pakety konštantnej dĺžky,
  - spojovo orientovaný mód činnosti,
  - časová transparentnosť (z dôvodu minimálneho procesingu v sieti a paketov pomerne malej dĺžky),
  - nezávislosť prenosu služby a spojovania od typu služby

### Vývoj k ISDN

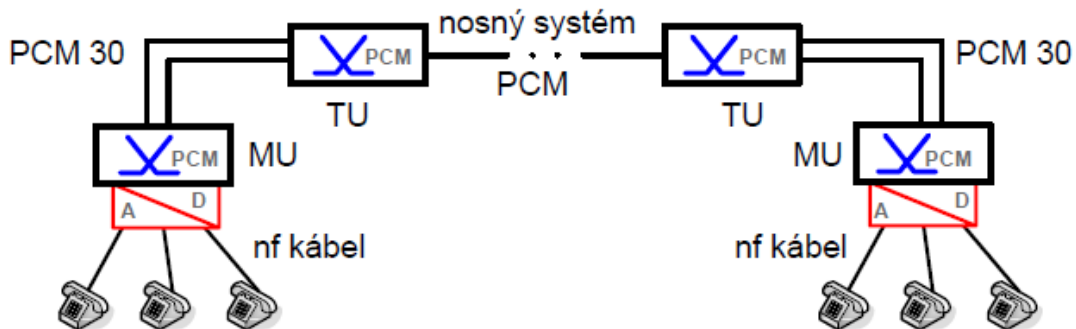
1. **Analógová telefónna sieť** - prvý vývojový krok k zavedeniu ISDN, analógové spojovacie ústredne a analógový prenos medzi ústredňami.



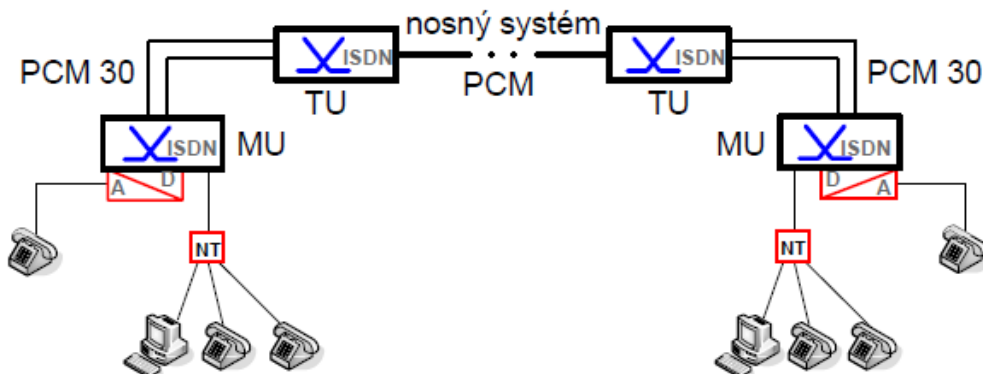
2. **Analogové spojovacie zariadenia s digitálnym prenosom** - analogové koncové zariadenia, analogová prípojka v účastníckej sieti, analogové spojovacie zariadenia, digitálne prenosové trasy (PCM).



3. **Digitálna sieť** - analogové koncové zariadenia, analogová účastnícka prípojka, digitálne spojovacie zariadenia (priestorový aj časový multiplex), digitálne prenosové trasy.



4. **ISDN** - analogové aj digitálne koncové zariadenia, digitálna účastnícka sieť, digitálne spojovacie zariadenia, digitálne prenosové trasy.



### ISDN protokolový referenčný model

Cieľom ISDN protokolového referenčného modelu je modelovať spojenia a výmenu informácií cez ISDN alebo vo vnútri ISDN.

- **Používateľská rovina (U)** - prenos informácie medzi používateľskými aplikáciami.

- **Riadiaca rovina (C)** - zabezpečuje prenos riadiacej informácie pre riadenie spojení v používateľskej rovine.
  - Hlavné úlohy: zostavenie a zrušenie spojenia, dohľad nad spojením a zabezpečenie doplnkových služieb.
- **Manažmentová rovina (M)** - celkový dohľad nad sieťou a nad ostatnými rovinami.

Vzhľadom na to, že ISDN je synchrónna sieť s prepájaním okruhov, používa (až na niektoré výnimky) komunikáciu **prvé tri vrstvy** na komunikáciu.

### Používateľské rozhranie – UNI (User Network Interface)

- jednoduchý ISDN terminál,
- viacero ISDN terminálov cez viacnásobnú účastnícku prípojku,
- neverejná telekomunikačná sieť,
- špeciálne zariadenia (napr. systémy na spracovanie informácií),

### UNI podporuje univerzálnosť siete:

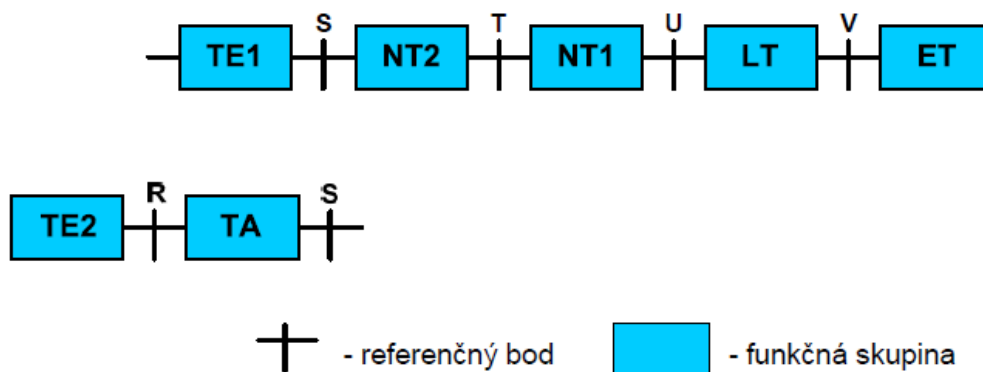
- to isté rozhranie používajú rôzne typy terminálov a rôzne aplikácie,
- prenositeľnosť terminálov,
- umožňuje ďalší vývoj zariadení,
- spojenie ISDN sietí s inými typmi sietí.

**Referenčné konfigurácie** - konfigurácie vhodné na identifikáciu rôznych fyzických používateľských prístupov k ISDN.

**Funkčné skupiny** - množiny funkcií, ktoré môžu byť vyžadované na používateľskom prístupe k ISDN.

**Referenčné body** - koncepčné body, ktoré oddeľujú funkčné skupiny (referenčné body môžu zodpovedať fyzickým rozhraniam medzi prístrojmi)

### Základná referenčná konfigurácia pre ISDN



**TE** (Terminal Equipment) - Terminálové zariadenie (digitálne telefóny, dátové terminály, pracovné stanice)

- spracovanie protokolov,
- funkcie údržby a rozhrania,
- funkcie pre spojenie k iným zariadeniam.

**TE1** (ISDN zariadenie) - zahŕňa funkcie TE a má rozhranie zodpovedajúce ITU-T odporúčaniam.

**TE2** (nie ISDN zariadenie) - zahŕňa funkcie TE, ale má rozhranie, ktoré nezodpovedá ITU-T odporúčaniam.

**TA** (Terminal Adaptor) - Terminálový adaptér - slúži na pripojenie TE2 na ISDN UNI rozhranie, medzi referenčnými bodmi R a S, R a T.

**NT1** (Network Termination 1) - Sieťové ukončenie 1

- zahŕňa funkcie fyzickej vrstvy Referenčného modelu OSI,
- ukončenie prenosových liniek, údržba a monitorovanie vo vrstve 1,
- časovanie (synchronizácia),
- prenos napájacieho napätia,

- multiplexovanie vo vrstve 1,
- ukončenie účastníckeho rozhrania.

**NT2** (Network Termination 2) - Sieťové ukončenie 2

- zahŕňa funkcie fyzickej vrstvy RM OSI, ale aj vyšších vrstiev,
- vo funkcii NT2 sú PABX, LAN, ...,
- spracovanie protokolov vo vrstve 2 a 3,
- multiplexovanie vo vrstve 2 a 3,
- spojovanie, koncentrácia,
- funkcie údržby a monitorovania,
- ukončenie účastníckeho rozhrania.

**LT** (Line Termination) - Linkové ukončenie - ukončenie prenosových liniek z UNI v spojovacom zariadení, z hľadiska prenosových funkcií,

- napájanie NT, napájanie regenerátorov na prenosových linkách,
- slučkové testy pre linky,
- regenerácia signálov,
- konverzie kódov.

**ET** (Exchange Termination) - Ústredňové ukončenie - ukončenie prenosových liniek z UNI v spojovacom zariadení z hľadiska riadenia.

**LT a ET patria k spojovaciemu zariadeniu a nie sú špecifikované ako UNI.**

## Kanály na UNI

### B kanál

- prenos používateľskej informácie,
- prenosová rýchlosť 64 kbit/s,
- pri prenose s prepájaním okruhov nikdy nenesie signalizačnú informáciu,
- B kanály môžu poskytovať viacero komunikačných módov: prepájanie okruhov, prepájanie paketov, semipermanentné spojenia.

### D kanál

- prenos signalizácie v móde prepájania okruhov,
- prenosová rýchlosť je 16 kbit/s, alebo 64 kbit/s (závisí od typu prístupu do siete),
- je paketovo orientovaný,
- v móde prepájania paketov môže slúžiť na prenos používateľskej informácie.

### H kanál

- prenos používateľskej informácie,
- prenosové rýchlosti sú násobkami základného B kanála,
- H<sub>0</sub> kanál: 384 kbit/s (6 x B kanál)
- H<sub>1</sub> kanál:
  - H<sub>11</sub> 1536 kbit/s (24 x B kanál)
  - H<sub>12</sub> 1920 kbit/s (30 x B kanál)
- prenos a prepájanie signálov: video (telekonferencia), rýchly prenos dát, kvalitné audio, multiplex viacerých signálov.

## Prístupy na UNI

**Základný prístup** (Basic Rate Access – BRA, Basic Rate Interface - BRI)

- 2B + D (2 x 64 kbit/s + 16 kbit/s),
- B kanály sú využívané nezávisle od seba.

**Prístup primárnym multiplexom** (Primary Rate Access – PRA, Primary Rate Interface - PRI)

- rozdielne štandardy pre Európu a pre USA,
- prenosová rýchlosť pre B a D kanál je 64 kbit/s,
- T1 (1544 kbit/s): 23B + D, E1 (2048 kbit/s): 30B + D

## Prístup primárnym multiplexom $H_0$

- kombinácia  $H_0$  kanálov + D kanál (alebo bez D kanála),
- prenosová rýchlosť D kanála je 64 kbit/s.
- 1544 kbit/s ( $4 \times H_0$ )
- 2048 kbit/s ( $5 \times H_0 + D$ )

## Prístup primárnym multiplexom $H_1$

- použitie kanála  $H_{11}$  (1536 kbit/s), alebo  $H_{12}$  (1920 kbit/s),
- v prípade potreby signalizácie sa použije D kanál (64 kbit/s) mimo tohto prístupu.

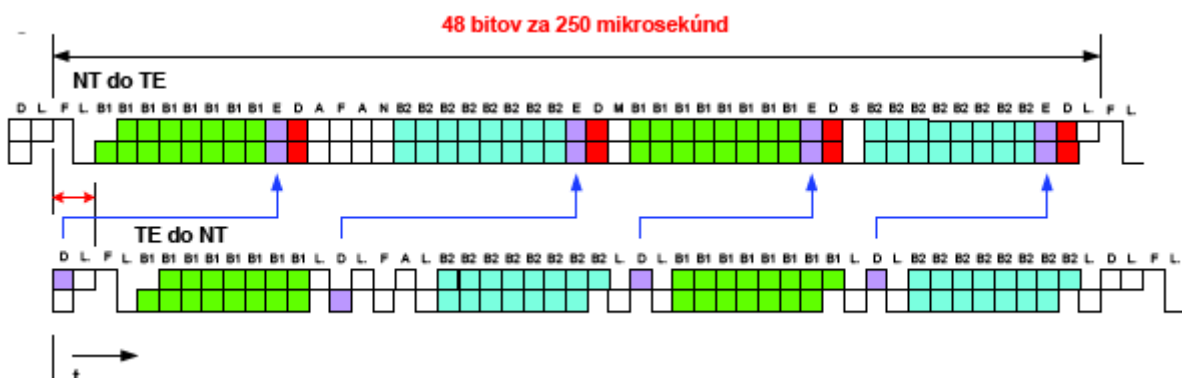
## Signalizačný systém DSS1

- $2B + D$  ( $2 \times 64$  kbit/s + 16 kbit/s): B kanály sú od seba nezávislé
- zapojenie: point-to-point, point-to-multipoint,
  - point-to-point: v referenčnom bode S, alebo T je v tom istom čase len jeden vysielač a jeden prijímač,
  - point-to-multipoint: v referenčnom bode T, alebo S je viacero TE súčasne aktívnych,
- referenčný bod  $S_0$ ,
- v prípade pripojenia viacerých terminálov sa používa pasívna zbernica (max 8 terminálov)

Funkcie potrebné pre spoluprácu NT a TE na rozhraní: 2 B kanály – 64 kbit/s, D kanál – 16 kbit/s, bitová synchronizácia, bajtová synchronizácia, rámcová synchronizácia, multirámcovanie, echokanál, napájanie, aktivovanie, deaktivovanie, oddelenie diaľkové, TE od S

## Základný prístup

### $S_0$ rámec



- 48 bitov, vysielenia rámca trvá  $250\mu\text{s}$  ( $48 \times 4000 = 192$  kbit/s),
- 4 bity pre D kanál, po 16 bitov pre B1 a B2 kanál (spolu 32 bitov), 12 bitov na riadenie prenosu medzi TE a NT,
- E bity (vysielené z NT do TE): opakovane vysielaajú D bity prijaté z TE,
- D echo kanál: riadenie prístupu viacerých TE na D kanál
- L bit: odstraňuje jednosmernú zložku,
- F, FA: ohraničenie rámcov a podrámcov,
- M: multirámcový bit (slúži na vytváranie multirámcov),
- linkový kód medzi TE a NT: **pseudo-ternary kód**
  - binárna jednotka reprezentovaná nulovým linkovým signálom,
  - binárna nula je reprezentovaná pozitívnym alebo negatívnym linkovým signálom (každá nasledujúca nula mení polaritu signálu).
  - prvá binárna nula, za L vyrovnávacím rámcovým bitom, má takú istú polaritu ako vyrovnávací bit

## Prístup na zbernicu

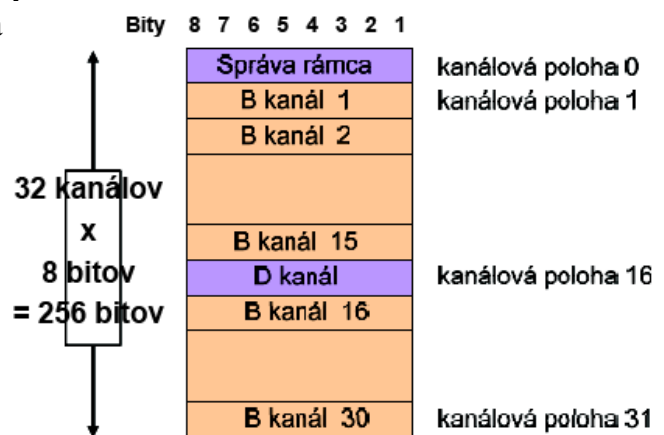
- CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection),
- každé TE samostatne kontroluje prístup na zbernicu, rozoznáva a odstraňuje kolízie
- možnosť riešenia problému: zriadiť spoločný kanál, na ktorom sa dajú rozoznávať stavy zbernice a kolízie (D echo kanál),
- NT prijíma informáciu z D kanála a vysiela ju späť pomocou D echo kanála,
- rámec vysielať z TE do NT je oneskorený o 2 bity oproti rámcu z opačného smeru.
- každý D bit v smere z TE do NT je echovaný najbližším E bitom v rámci v smere z NT do TE,
- prijímacia strana prijme E bit a porovnáva ho s D bitom, ktorý naposledy vyslal, ak sú zhodné: pokračuje vo vysielať, ak nie sú zhodné prestane vysielať dáta
- pokojový stav znamená vysielať jednotiek v D echo kanále,
- počet po sebe idúcich jednotiek slúži na rozoznanie priority,
- žiadna správa v signalizačnej informácii nemá viac ako 6 po sebe idúcich jednotiek, príjem viac ako 6 jednotiek znamená voľný kanál

### Primárny prístup

- všetky kanály majú rovnakú rýchlosť 64 kbit/s,
- len v konfigurácii point-to-point
- funkcie potrebné na S/T rozhraní pre prvú vrstvu: 30 B kanály – 64 kbit/s, D kanál – 64 kbit/s, bitová synchronizácia, bajtová synchronizácia, rámcová synchronizácia, CRC procedúra, diaľkové napájanie, informácia o prevádzke
- CRC: zabezpečuje ochranu proti chybnému rámcovaniu,
- dve možnosti prístupu: prístup 2,048 Mbit/s a 1,544 Mbit/s.

### Prístup primárnym multiplexom 2048 kbit/s – odporúčanie G.704

- prvý bit nultého kanála v rámci je určený na CRC procedúru,
- 8 základných, po sebe idúcich rámcov tvorí multirámec (8 x 256 bitov = 2048 bitov),
- CRC procedúra je vykonávaná na multirámcu.
  - 2048 bitov je prezentovaných polynómom s koeficientami 0 a 1,
  - blok je násobený  $x^4$  a následne delený polynómom  $x^4 + x + 1$  (je použitá operácia modulo 2),
  - výsledok je prenášaný v definovaných štyroch bitoch v 0. kanáloch rámcov ďalšieho prijímaču multirámcu smerom k prijímaču.



### Prenos na referenčnom bode U

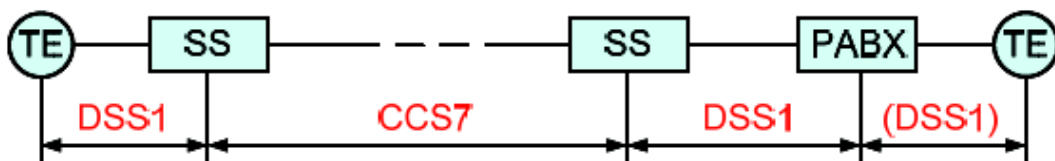
- prenos medzi NT a LT,
  - v prípade prenosu primárnym multiplexom, referenčný bod U
  - je realizovaný štvordrôtom, optickým káblom, alebo rádio-releovým spojom,
  - pri základnom prístupe 1 pár vodičov a pri primárnom prístupe 2 alebo 4 vodiče
- 1. Prenos signálu po štvordrôtovom vedení**
    - pre každý smer komunikácie je rezervovaný jeden pár vodičov,
    - výhoda: z hľadiska riadenia je to najjednoduchší spôsob,
    - nevýhoda: vysoké náklady na štvordrôt.
  - 2. Prenos signálu po dvojdrôtovom vedení**
    - smery prenosu nie sú priestorovo oddelené



- a) frekvenčný multiplex
    - signály v oboch smeroch majú odlišné nosné frekvencie,
    - nevýhody: v oboch smeroch je nutná veľká rýchlosť prenosu,
    - tlmenie nedovoľuje veľké vzdialenosti bez zosilňovačov,
    - pre moduláciu a demoduláciu sú potrebné analógové filtre,
    - nie je ekonomicky výhodný.
  - b) časový multiplex
    - ping-pong metóda (komunikácia v oboch smeroch delená do časových okien),
    - potrebná pomerne veľká rýchlosť prenosu ( $2B + D +$  synchronizácia),
    - zvýšenie dosahu je možné vysielaním dlhších rámcov ( $n \times 125$  mikrosekúnd, používaná hodnota je 250 mikrosekúnd).
3. Obojsmerný prenos s echo-kompenzátorom
- signály sú prenášané v oboch smeroch súčasne a na tej istej frekvencii,
  - princíp: v prijímači sa rušia signály, ktoré boli na vedenie vyslané vlastným vysielačom
  - výhody: jednoduché nasadenie v reálnej prevádzke, menší vplyv rušenia a tlmenia na prenosovej linke, prenos na veľké vzdialenosti (až 8 km).

### Signalizácia

- ISDN – synchronný prenos s prepájaním okruhov
- spojovo orientovaný mód: teda je nutná fáza zostavenia a zrušenia spojenia → signalizácia.
- Signalizácia - prenos, prepájanie a processing radiacích signálov,
  - predstavuje výmenu radiacích informácií medzi koncovými zariadeniami, medzi koncovými zariadeniami a sieťou a medzi sieťovými uzlami navzájom.



**DSS1** - signalizácia medzi účastníkom a spojovacím systémom (protokol D kanála - LAPD protokol) (Q.920 – Q.940)

**CCS7** - signalizácia medzi spojovacími systémami (signalizačný systém č. 7) (Q.700 – Q.795)

- pre prenos riadiacej informácie medzi účastníkom a spojovacím systémom slúži signalizačný D kanál (16 kbit/s alebo 64 kbit/s)
- prenos signalizácie medzi:
  - koncovým zariadením (KZ) a verejným spojovacím systémom,
  - verejným spojovacím zariadením a viacerými KZ,
  - verejným spojovacím zariadením a PABX
  - PABX a KZ.
- na prenos používateľskej informácie sa využíva 1. vrstva modelu (fyzická)
- na vykonávanie signalizačnej funkcie sa využívajú 3 spodné vrstvy modelu (fyzická, linková, sieťová)

### Fyzická vrstva

- prenos toku bitov na fyzickom prenosovom médiu v oboch smeroch,
- fyzické médium je totožné pre B a D kanál.

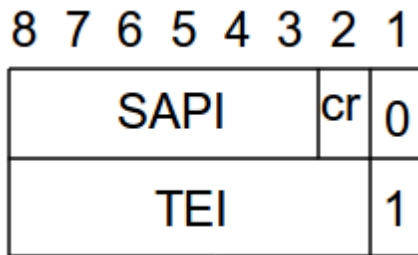
### Linková vrstva - Q.921

- využíva služby fyzickej vrstvy,
- zabezpečuje spoľahlivý a bezchybný prenos dát,

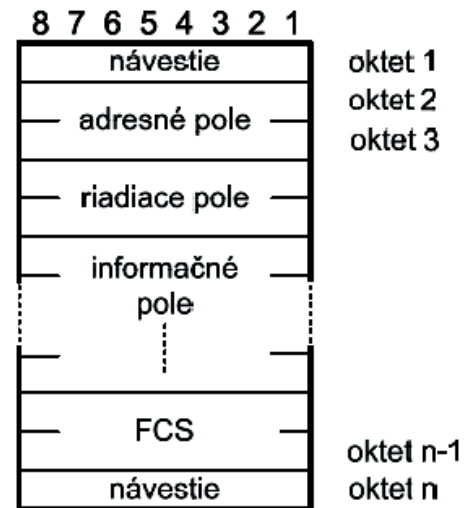
- **LAPD** protokol (Link Access Procedure on the D channel)
- vytvorenie spojenia vo vrstve 2,
- vytvorenie rámcu na transparentný prenos informácie z vrstvy 3,
- kontrola správneho poradia rámcov,
- detekcia chýb pri prenose,
- opakované vysielanie rámcov v prípade zistenej chyby pri prenose,
- riadenie toku dát,
- údržba a riadenie funkcií vo vrstve 2.

## LAPD

- návestie (flag): 01111110
- adresné pole



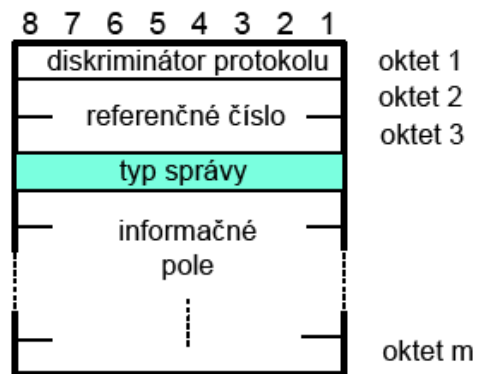
- SAPI (Service Access Point Identifier): 6 bitov, určuje, ktorý bod prístupu k službe je využívaný
  - SAPI=0 - signalizácia, SAPI=63 - manažmentové funkcie
- TEI (Terminal Endpoint Identifier): 7 bitov
- C/R: príkaz / odpoveď (1 bit)
- riadiace pole: má dĺžku 1 alebo 2 bajty podľa typu rámcu, formáty rámcov:
  - I-rámec: prenos sériovo číslovanej a potvrdzovanej informácie
    - vysielané I-rámce obsahujú vysielajúce poradové číslo **N(S)** (Send Sequence Number) a prijaté poradové číslo **N(R)** (Receive Sequence Number),
    - N(R) potvrdzuje bezchybne prijatie všetkých I-rámcov (vyslané až do poradového čísla  $N(S)=N(R)-1$ ),
    - použitie oknovej metódy (t.j. nie je potrebné potvrdzovanie každého rámcu),
    - veľkosť okna je daná rozdielom medzi N(S) a N(R): 127.
    - **informačné pole**
      - nesie informáciu zo sieťovej vrstvy D-kanála,
      - variabilná dĺžka (max. 256 bajtov).
    - **pole pre kontrolu sekvencie rámcov** (FCS - Frame check sequence field)
      - detekuje chyby pri prenose na D-kanále,
      - CRC procedúra na adresnom, riadiacom a informačnom poli.
  - S-rámec: pre účely riadenia a dohľadu
    - riadenie prenosu informácie.
  - U-rámec: prenos nečíslovanej a nepotvrdzovanej informácie
    - zostavenie a zrušenie spojenia vo vrstve 2
    - príkazy: SABME (Set Asynchronous Balance Mode Extended), DISC (Disconnect).



## Sieťová vrstva

- výstavba, udržiavanie a rušenie spojení
- riadenie doplnkových služieb,

- komunikovanie pomocou správ prenášaných v informačnom poli
- protokolu linkovej vrstvy
- diskriminátor protokolu: určuje typ protokolu v sieťovej vrstve
  - pre UNI signalizáciu: 00001000,
  - pre prenos používateľskej informácie v D-kanále: 00000000 - 00000111.
- referenčné číslo - určuje vzťah medzi vysielanou signalizačnou správou a spojením,
  - je platné len pre spojenie medzi terminálom a ústredňou
  - rôzne referenčné čísla pre viaceré signalizačné procedúry.
- typ správy
  - identifikuje vysielanú signalizačnú správu,
  - 4 skupiny signalizačných správ.
    - **Správy pre zostavenie spojenia** - Alerting, Call Proceeding, Connect, Connect Acknowledge, Progress, Setup, Setup Acknowledge
    - **Správy pre zrušenie spojenia** - Disconnect, Release, Release Complete, Restart, Restart Acknowledge
    - **Správy počas spojenia** - Resume, Resume Acknowledge, Resume Reject, Suspend, Suspend Acknowledge, Suspend Reject, User Information
    - **Rôzne správy** - Segment, Congestion Control, Information, Facility, Notify, Status, Status Enquiry
- informačné pole - prenáša obsah signalizačnej správy
- informácie potrebné na riadenie spojenia napr.: číslo volaného účastníka, číslo volajúceho účastníka, typ požadovanej služby, ...



## Signalizačný systém CCS7

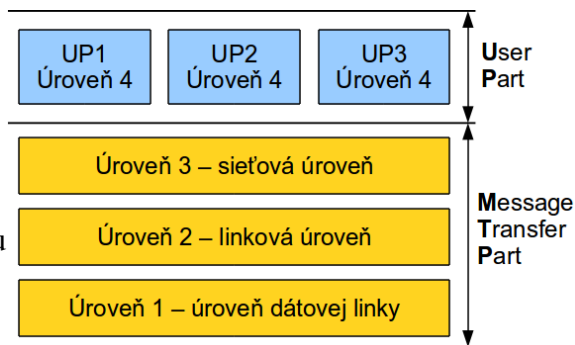
- prenos signalizačnej informácie medzi sieťovými uzlami,
- použiteľné pre rôzne siete,
- vhodné na riadenie širokého spektra služieb,
- možnosť zavedenia nových služieb,
- viacero signalizačných prenosov je združených na jeden signalizačný kanál
- signalizačný kanál je prenášaný mimo používateľskej informácie,
- základné prvky: signalizačné body, signalizačné prenosové body, signalizačné linky.
- **Signalizačný bod** (SP - signaling point)
  - miesto vzniku, alebo prijímania signalizačnej informácie (spojovacie zariadenia a miesta, kde je potrebné spracovať signalizačnú informáciu)
- **Signalizačný prenosový bod** (STP - signaling transfer point)
  - miesto, kde sa smeruje a prepája signalizačná informácia (sign. informácia nepodlieha žiadnemu spracovaniu).
- **Signalizačná linka**
  - spája signalizačné body a signalizačné prenosové body
- **Viazaná signalizácia** - signalizačná informácia je prenášaná tými istými cestami ako k nej patriace kanály s používateľskou informáciou.
- **Neviazaná signalizácia** - signalizačná a užitočná informácia sa prenášajú oddelenými prenosovými médiami.

## Odporúčanie pre signalizačnú sieť (ITU-T)

- V prípade jednej STP úrovne:
  - každý SP je prepojený s minimálne dvomi STP,
  - STP sú navzájom prepojené.
- V prípade dvoch STP úrovní:
  - každý SP je prepojený s minimálne dvomi STP v nižšej STP úrovni,
  - každý STP v nižšej úrovni je prepojený s minimálne dvomi STP vo vyššej STP úrovni,
  - vo vyššej úrovni sú STP navzájom prepojené.

## Štruktúra CCS7

- vrstvomý model (nezodpovedá RM OSI),
- **MTP** (Message Transfer Part): časť spoločná pre všetkých používateľov (transport a smerovanie signalizačných správ),
- **UP** (User Part): závislá od používateľa (tvorba signalizačných správ).
- MTP preberá signalizačné správy od UP a prenáša správy k adresovanému signalizačnému bodu (bez chýb, duplicity, straty informácie a v správnom poradí)



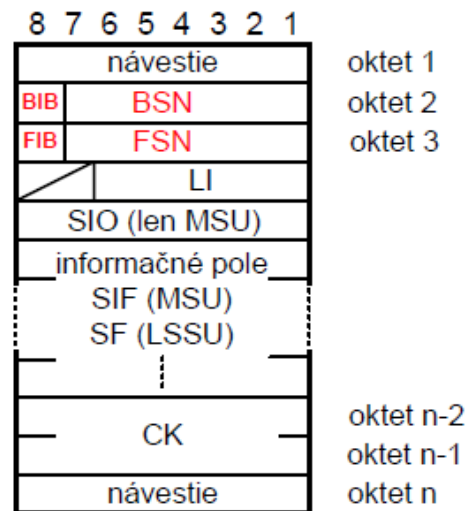
## MTP

### Úroveň 1 (úroveň dátovej linky)

- fyzické, elektrické a funkčné charakteristiky signalizačného dátového kanála a popisuje prístup na kanál,
- ako kanál je použitý **64 kbit/s digitálny kanál s PCM kódovaním**,
- pri prenose v multiplexe prvého rádu je ako signalizačný kanál zadefinovaný kanál č. 16,
- fyzické médium pre prenos signalizácie: prenosová linka 64 kbit/s.

### Úroveň 2 (linková úroveň)

- funkcie a procedúry na výmenu signalizačných správ na signalizačnej linke,
- spolu s úrovňou 1 vytvára **spoľahlivú signalizačnú cestu** pre bezchybný prenos signalizačných správ
- správy z vyšších vrstiev sú ukladané do rámcov s **variabilnou bitovou dĺžkou** (signálová jednotka),
- funkcie: ohraničenie signálových jednotiek návestiami; zero insertion;
  - detekcia chýb a ich oprava; monitorovanie chybovosti.
- **návestie**: 01111110
- **spätné poradové číslo** (BSN - Backward Sequence Number): indikuje poradové číslo prijatej jednotky v prijímači
  - jedným BSN je možné potvrdiť súčasne viac prijatých signálových jednotiek (veľkosť BSN poľa je 7 bitov).
- **spätný indikačný bit** (BIB - Backward Indicator Bit): potvrdzuje správne alebo nesprávne prijatie signalizačnej jednotky
- **dopredné poradové číslo** (FSN - Forward Sequence Number): priradzuje poradové číslo každej vysielanej signalizačnej jednotky
  - kontrola správneho poradia prijatých signálových jednotiek



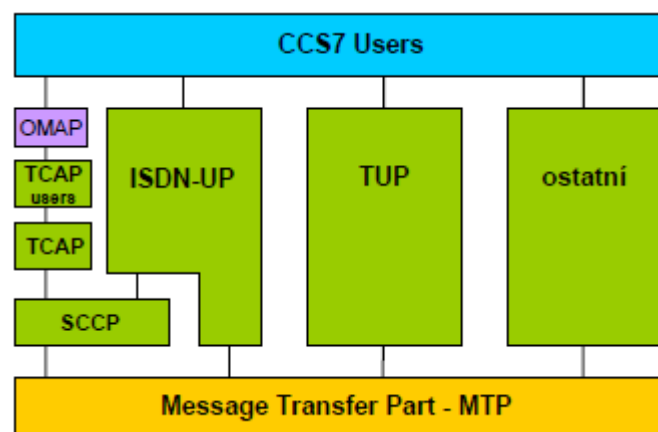
- **dopredný indikačný bit** (FIB - Forward Indicator Bit): indikuje, či signalizačná jednotka je vysielaná prvýkrát, alebo ide o opakované vysielanie.
- **indikátor dĺžky** (LI - Length Indicator)
  - určuje, koľko bajtov má nasledujúce informačné pole,
  - hodnota LI je závislá od typu signálovej jednotky.
- **Typy signálových jednotiek**
  - **správa MSU** (Message Signal Unit): signalizačné správy z používateľskej časti CCS7 a manažmentové správy z úrovne 3
  - **LSSU** (Link Status Signal Unit): stav signalizačnej linky
  - **FISU** (Fill-In Signal Unit): výplňová jednotka bez informačného poľa
- **identifikácia služby** (SIO - Service Information Octet)
  - nachádza sa len v MSU,
  - obsahuje indikátor služby a indikátor siete.
- **informačné pole:**
  - **pre MSU:** signalizačné informačné pole - SIF (Signaling Information Field) - obsahuje používateľskú signalizačnú informáciu,
  - **pre LSSU:** stavové pole - SF (Status Field) - obsahuje informácie o nastavení vysielaného a prijímaného smeru.
- **kontrolné bity** (CK - Check Bits)
  - zabezpečujú bezchybný prenos signálových jednotiek pomocou CRC.
- **Riadenie toku (úroveň 2)**
  - vyslanie správy BUSY (101) v poli SF (Status Field), prostredníctvom LSSU
  - zastavenie prenosu všetkých MSU,
  - obnovenie vysielania je pomocou vyslania ďalšej LSSU,
  - problém je pri pretrvávajúcom preťažení
- **Riadenie chybovosti (úroveň 2)**
  - Základná metóda pre signalizačné linky s oneskorením menším než 15 ms - go-back-N ARQ metóda.
  - Metóda preventívnej cyklickej retransmisie - pre signalizačné linky s oneskorením väčším alebo rovným ako 15 ms - opakované vysielanie MSU, ktoré ešte neboli potvrdené.

### Úroveň 3 (sieťová úroveň)

- Spracovanie signalizačných správ (smeruje správu na správnu signalizačnú linku a na zodpovedajúcu používateľskú časť),
- Manažment signalizačnej siete
- realizovanie týchto funkcií pomocou signalizačných správ (sú uložené v informačnom poli SIF signálovej jednotky MSU).

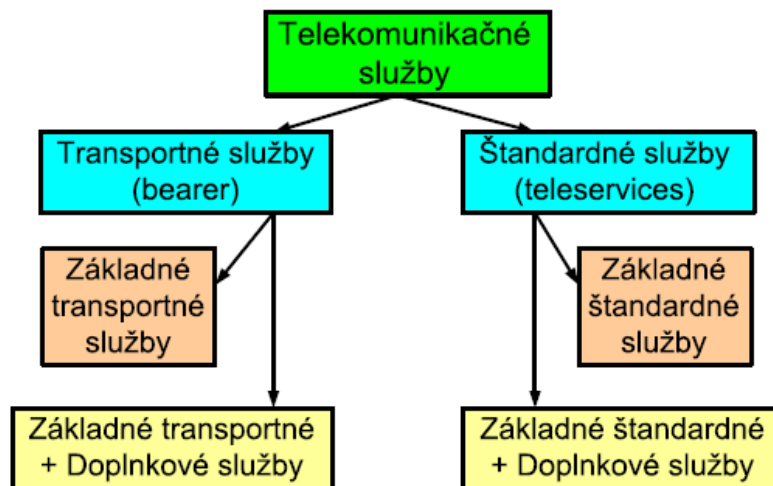
### UP

- časť závislá od používateľa,
- zabezpečuje správne použitie MTP časti pre rôzne typy používateľských zariadení.
- **TUP** (Telephone User Part) – časť pre telefónnych účastníkov
- **ISDN-UP** (ISDN User Part) – časť pre ISDN účastníkov
  - signalizačné funkcie pre riadenie spojení, spracovanie služieb a



- administráciu zariadení v ISDN.
- IAM - prvá správa pri výstavbe spojenia (nesie adresnú informáciu)
- SAM - transportuje volacie číslo
- ACM - oznámi, že volaná ústredňa bola dosiahnutá
- ANM - oznámi volajúcej ústredni, že volaná ústredňa úspešne prijala spojenie
- Typ správy (Message Type)
  - pre výstavbu spojenia,
  - pre zrušenie spojenia,
  - pre riadenie spojení.
- **SCCP** (Signaling Connection Control Part) - časť pre riadenie signalizačného spojenia
  - zabezpečuje prídavné funkcie na prenos správ medzi spojovacími systémami, príp. ďalšími signalizačnými bodmi,
  - môže zabezpečovať spojovo orientovaný prenos správ, alebo prenos správ bez spojovej orientácie.
- **TCAP** (Transaction Capabilities Part) - časť pre využitie transakčných možností
  - umožňuje výmenu správ medzi účastníkmi CCS7 bez zriadenia informačného kanálu ( dátová komunikácia po signalizačných linkách)
- **OMAP** (Operations Maintenance and Administration Part) – časť zabezpečujúca procedúry pre manažment siete a dohľad
- procedúry pre manažment siete a dohľad z centrálnych riadiacich bodov v CCS7 sieti.
  - Overenie MTP cesty
  - Overenie SCCP cesty
  - Manažment smerovania
  - Manažment chybových stavov linky

## Služby v ISDN



## Transportné služby

- **s prepájaním okruhov**
  - prenos používateľskej informácie v jednom type kanála a prenos
  - signalizácie cez iný typ komunikačného kanála,
  - prenosi cez 64 kbit/s kanál a jeho násobky.
- **s prepájaním paketov**
  - zahŕňa aj funkcie pre spracovanie paketov,
  - služby umožňujúce zriadenie virtuálnych spojení, alebo emuláciu
  - prepájania okruhov cez virtuálne spojenia,

- o umožňujú služby bez spojovej orientácie a prenos používateľskej informácie.

### Štandardné služby

- **telefónne spojenie:** prenos a prepájanie hovorového signálu 3,1 kHz
- **teletex:** výmena korešpondencie vo forme dokumentov kódovaných vo formáte Teletex
- **videotex:** videotex služby obohatené o retrieval a mailbox funkciu
- **telex:** interaktívna textová komunikácia

### Doplnkové služby

- rozširujú možnosti štandardných a transportných služieb,
- nie je ich možné poskytovať samostatne,
- služby: AOC, CLIP, CLIR, COLP, COLR, CONF, CRED, CUG, DDI, HOLD, MCID, MSN, SUB, TP, UUS, 3PTY, CW, CFU, CFB, CFNR.

Služby, ktoré nie je možné súčasne využívať: 3PTY a TP

Služby, ktorých súčasné oprávnenie je vylúčené: MSN a DDI

Služby, ktoré sa navzájom negatívne ovplyvňujú:

CFU	SUB	subadresa, pridružená k pôvodne volanému účastníkovi, nie je presmerovaná, keď je volanie presmerované
CFU	CW	služba CFU má prednosť pred službou CW
CFU	DDI	
CFU	MCID	
CFU	UUS	informácia používateľ-používateľ je prenášaná k cieľovému účastníkovi iba vtedy, ak má používateľ povolenú službu UUS
CFU	CLIP	cieľovému účastníkovi, ku ktorému je volanie presmerované a ktorý má priradenú službu CLIP, je dodané číslo pôvodne volajúceho účastníka
CFU	COLR	volajúcemu účastníkovi nie je prenesená identifikácia spojenej linky
TP	HOLD	terminál nemôže odložiť aktívne volanie, keď je iné volanie držané na tomto termináli
TP	AOC	
TP	CW	čakajúce volanie nie je aktívne volanie, a preto nemôže byť zaparkované
TP	UUS	ak je volanie zaparkované, nie je možné prijímať, ani vysielat' informáciu používateľ-používateľ
TP	MCID	volaný účastník nemôže použiť službu MCID pre volanie, ktoré ním bolo predtým zaparkované
MSN	3PTY	služba 3PTY nemôže byť realizovaná na báze mnohonásobného účastníckeho čísla
CW	UUS	informácia používateľ-používateľ je dodaná volanému účastníkovi spolu s indikáciou čakajúceho volania
MCID	DDI	služby MCID je realizovaná globálne pre celý prístup

### Adresovanie v ISDN



### Euro-ISDN

- vychádza z celosvetového štandardu ISDN

Definuje:

- **prístupy na ISDN**
  - základná prípojka (Basic Access - BA, BRA, BRI),
  - primárna prípojka (Primary Rate Access - PRA, PRI).
- **transportné služby**
  - **mód prepájania okruhov**
    - 64 kbit/s, pre digitálny kanál
    - hovor,
    - 3.1 kHz audio.
  - **mód prepájania paketov**
    - prístup k verejnej dátovej sieti,
    - prepojovanie virtuálnym kanálom ISDN.
- **štandardné služby**
  - telefónna služba so šírkou pásma 3.1 kHz,
  - telefónna služba so šírkou pásma 7 kHz,
  - videotex,
  - videotelefón.
- **doplnkové služby** – DDI, MSN, CLIP, CLIR...

### **Asynchrónny prenosový mód (ATM)**

2048kbit/s je hranica pre úzkopásmovú ISDN

Požiadavky na univerzálnu sieť:

- nezávislosť na službe,
- nezávislosť na rýchlosti,
- prenos dátových signálov,
- prenos synchronných signálov,
- spojovo orientovaná prevádzka,
- prevádzka bez spojovej orientácie,
- spoľahlivý a bezchybný prenos,
- spolupráca so súčasnými sieťami,
- bezpečnosť do budúcnosti.

Princíp synchronného časového delenia - v presne danom časovom okamihu je pridelený kanál na vysielanie, presne určený, príkladom je PCM modulácia.

- kombinovanie výhody prepájania paketov a prepájania okruhových,

ATM spája výhody **ATD** (asynchrónne časové delenie) a **FPS** (rýchle prepájanie paketov)

### **Asynchrónne časové delenie**

- vychádza zo synchronného časového delenia STD pridaním inteligencie do multiplexorov.
- nepravidelné ukladanie signálov do multiplexu (podľa potreby zdrojov),
- štatistické multiplexory: rozoznávajú bitovú rýchlosť vstupujúceho signálu
- efektívnejšie využitie multiplexu,
- ATD je vhodný pre signály s variabilnými bitovými rýchlosťami,
- paket nesie v sebe identifikačnú adresovú informáciu, a podľa toho rezervuje miesto v multiplexe
- spojenie nie je určené časovou polohou, ale adresou v hlavičke paketu

### **Rýchle paketové prepájanie**

- vychádza z paketového prepájania,



- spolieha sa na optické prenosové linky,
- žiadna kontrola chýb a riadenie toku v sieti,
- kontrola chýb a riadenie toku nadobúda end-to-end charakter

### ATM je základný mód pre B-ISDN.

- vytvára prenosové a prepájacie prostredie pre synchronne aj asynchronne signály,
- je paketovo orientovaný mód prenosu, ale dokáže zabezpečiť časovú transparentnosť.

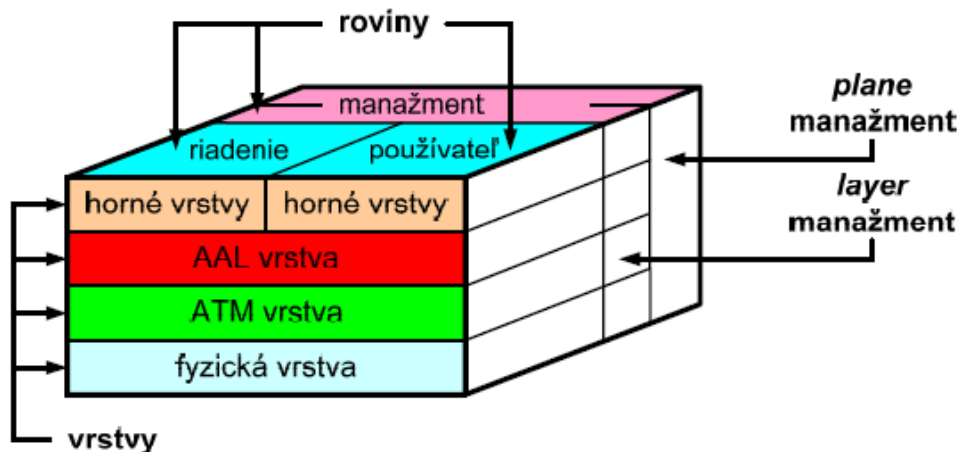
### Vlastnosti ATM

- Bunka konštantnej dĺžky
  - 53 bajtov = 48B dáta + 5B záhlavie
  - konštantná dĺžka bunky uľahčuje smerovanie v spojovacích uzloch,
  - štatistické multiplexovanie
- Spojovo orientovaný prenos
  - ATM je spojovo orientovaný mód,
  - adresovanie a smerovanie je realizované virtuálnymi kanálmi a virtuálnymi cestami,
  - procesom zostavenia spojenia sa vytvorí virtuálny okruh,
  - zostavenie spojenia je riadené signalizáciou a meta-signalizáciou.
- Výhody
  - zabezpečenie kvality služby (QoS - Quality of Service),
  - nie je potrebná kontrola toku buniek,
  - menšie nároky na adresnú informáciu v hlavičke
- Žiadna kontrola chýb v sieťových uzloch
  - v sieťových uzloch nie je vykonávaná kontrola bezchybnosti prenosu informačného poľa buniek,
  - kontroluje sa hlavička (nesie smerovaciu informáciu),
  - kontrola chýb sa presúva ku koncovým zariadeniam.
  - preventívne riadenie prevádzky pri vstupe zdroja do multiplexu
  - pri žiadosti o spojenie je možné posúdiť pravdepodobnosť preťaženia multiplexu,
  - variabilná bitová rýchlosť prenosu môže aj pri povolení spojenia spôsobiť preťaženie multiplexu
  - dohľad nad prevádzkou.
- Transparentné prepájanie buniek v smerovacích uzloch
  - smerovanie je realizované hardvérovo,
  - smerovanie je realizované čítaním smerovacích tabuliek,
  - ATM bunky nesú v hlavičke identifikátory **VPI** (Virtual Path Identifier) a **VCI** (Virtual Channel Identifier).
  - **Virtuálny kanál** (VC – Virtual Channel) komunikačný kanál slúžiaci na jednosmerný prenos ATM buniek.
  - **Spojenie virtuálnym kanálom** (VCC – Virtual Channel Connection) základný druh spojenia v ATM sieti, súbor viacerých VCI.
  - **Identifikátor virtuálneho kanála** (VCI – Virtual Channel Identifier) jedinečné číselné návestie identifikujúce VC.
  - **Virtuálna cesta** (VP – Virtual Path) zväzok viacerých VC
  - **Spojenie virtuálnou cestou** (VPC – Virtual Path Connection) – spojenie viacerých VP
  - **Identifikátor virtuálnej cesty** (VPI – Virtual Path Identifier) - jedinečné číselné návestie identifikujúce VP.
- Smerovacia tabuľka
  - prichodia ATM bunka je v ATM prepínači identifikovaná údajmi: VPI, VCI a rozhranie

## ATM prepínača

- Zaručená kvalita služby
  - účastník a sieť musia dodržať prevádzkový kontakt,
  - sieť súhlasí podporovať prevádzku na dohodnutej úrovni a účastník súhlasí neprekročiť dohodnuté výkonnostné obmedzenia
  - kontrolu dodržiavania prevádzkového kontraktu zabezpečuje proces riadenia zaťaženia multiplexu,
  - prevádzkový kontrakt pozostáva z prevádzkového deskriptora Spojenia a QoS triedy alebo sady QoS parametrov

## ATM protokolový referenčný model



- **manažment rovina** - zabezpečuje monitorovanie a dohľad nad sieťou,
- **používateľská rovina** - riadi informačný tok medzi používateľmi,
- **riadiaca rovina** - riadi zostavenie, priebeh a zrušenie spojenia.

## Fyzická vrstva

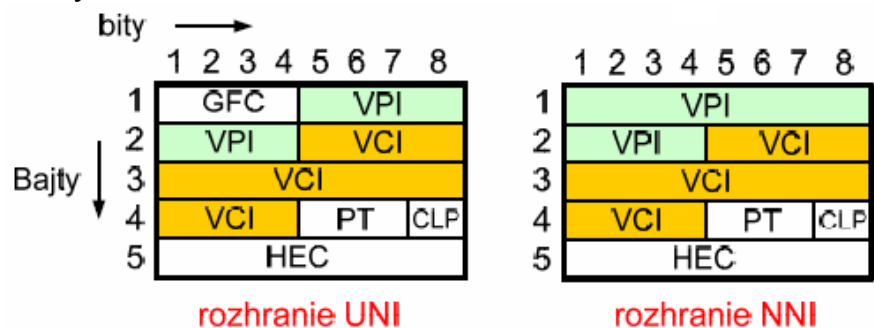
- funkcie fyzickej vrstvy sú nezávislé od služieb v horných vrstvách,
- hlavnou úlohou je vytvoriť prenosový mechanizmus pre služby,
- prenos pomocou ATM a SDH

Fyzická vrstva sa delí na dve časti:

- **Physical Media Sublayer (PM)**,
  - 1. podvrstva fyzického média,
  - zabezpečuje vysielanie a príjem bitov a fyzicky prístup na prenosové médium
  - akceptuje prenos pomocou SDH a ATM multiplexom.
- **Transmission Convergence Sublayer (TC)**.
  - preberá bunky z ATM vrstvy a upravuje ich do zodpovedajúceho formátu na prenos pomocou Physical Media podvrstvy.
    - a) adaptovanie prenosových rámcov do požadovaného formátu (ATM, SDH) a naopak
    - b) delineačia buniek (roznávanie hranice bunky)
    - c) overovanie hlavicky bunky
    - d) cell decoupling - vkladanie a výber prázdnych buniek
    - e) generovanie prenosových rámcov a ich obnova

## ATM vrstva

- spracúva všetky funkcie vzťahujúce k



- hlavičke
- nezávislá od prenosového vedenia
- je zodpovedná za vytváranie spojení
- veľkosť 53B = 48B dáta + 5B záhlavie
  
- pole **GFC** (Generic Flow Control)
  - má dĺžku 4 bity a existuje len na rozhraní UNI,
  - použitý ako prístupový mechanizmus, ktorý implementuje rôzne úrovne priority.
- polia **VPI** a **VCI** (Virtual Path Identifier, Virtual Channel Identifier)
  - smerovanie,
  - spojenie virtuálnym kanálom - základný druh spojenia a vytvára virtuálny kanál medzi dvoma spojovacími bodmi (je daný hodnotou VCI),
  - virtuálna cesta - zlučuje viacero virtuálnych kanálov (je daná hodnotou VPI)
- pole **PT** (Payload Type)
  - má dĺžku 3 bity,
  - nesie informáciu, či v informačnom poli bunky je uložená používateľská alebo sieťová informácia
- pole **CLP** (Cell Loss Priority)
  - má dĺžku 1 bit,
  - určené na diferencovanie buniek v rámci jedného ATM spojenia
- pole **HEC** (Head Error Control)
  - má dĺžku 8 bitov – rozoznávanie hraníc,
  - cyklický ochranný kód slúži na zabezpečenie hlavičky proti chybám prenosu (kód je schopný opraviť jednu chybu).
- Typy buniek:
  - používateľské bunky,
  - prázdne bunky,
  - bunky pre riadenie signalizácie,
  - bunky pre manažment fyzickej vrstvy.

Typy spojení v ATM:

- Unicast spojenie,
- Multicast spojenie,
- Broadcast spojenie.

Spojenie pomocou VP a spojenie pomocou VC:

- Poin-to-point,
- Point-to-multipoint,
- Multipoint-to-multipoint.

Spojenie podľa symetrickosti:

- spojenie symetrické a asymetrické spojenie.

**ATM adaptačná vrstva (AAL)**

- úlohou je sprostredkovať služby ATM vrstvy vyšším používateľským vrstvám
- izoluje vyššie vrstvy od špecifických charakteristík ATM vrstvy mapovaním dátových jednotiek vyšších vrstiev do informačného poľa ATM bunky a naopak,
- podporuje viacero protokolov,
- je závislá od poskytovaných služieb.
- **Segmentation And Reassembly Sublayer (SAR)**
  - spracúva informáciu z vyššej podvrstvy tak, aby mala formát informačného poľa bunky

- spätne rekonštruuje informáciu z informačného poľa ATM bunky.
- **Convergence Sublayer (CS)**
  - multiplexovanie, detekcia straty buniek, časovanie,
  - je delená na dve časti:
    - časť závislá od služieb: Service Specific Convergence Sublayer,
    - spoločná časť: Common Part Convergence Sublayer.

Triedy služieb

Trieda	A	B	C	D
Potreba synchronizácie	áno		nie	
Bitová rýchlosť	konštantná	variabilná		
Mód spojovania	Spojovo orientovaný			Bez spojovej orientácie

Trieda A

- prenos audio a video signálu s konštantnou prenosovou rýchlosťou,
- sieť s prepájaním okruhov,
- protokol typu 1 (AAL 1).

Trieda B

- prenos audio a video signálu s variabilnou prenosovou rýchlosťou
- protokol typu 2 (AAL 2).

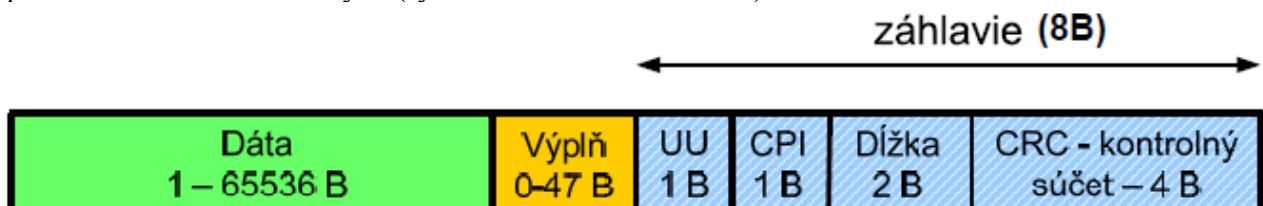
Trieda C

- spojovo orientovaný prenos dát,
- protokol typu 3 (AAL 3).

Trieda D

- prenos dát bez spojovej orientácie,
- služba akceptuje rámce, ktoré obsahujú postačujúcu smerovaciu informáciu,
- protokol typu 4 (AAL 4),
- triedy C a D majú spoločné rysy -> AAL 3/4,

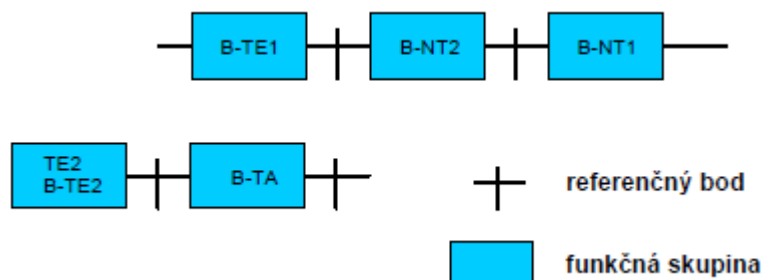
Modifikácia protokolov 3 a 4 – **AAL5** - poskytuje prístupový bod na jednoduchšie a efektívnejšie spracovávanie služieb triedy C (rýchla dátová komunikácia).



Výplň do veľkosti 48B, pretože sa to vkladá do dátového poľa ATM paketu.

**Používateľské rozhranie - UNI**

- pripojenie k neverejnej ATM sieti, privátnej
- univerzálne prostredie, pomocou ktorého je možný prístup do ATM siete,
- rozlíšujeme:
  - verejné UNI,
  - privátne UNI.



**B-TE** (Broadband Terminal Equipment) - Terminálové zariadenie

- ukončenie rozhrania,
- spracovanie protokolov pre signalizáciu,
- spracovanie spojení k iným zariadeniam,
- funkcie údržby a monitorovania.

**B-TE1** (Broadband Terminal Equipment type 1)

- zahŕňa funkcie zodpovedajúce funkčnej skupine B-TE,
- má rozhranie vyhovujúce B-ISDN rozhraniu.

**B-TE2** (Broadband Terminal Equipment type 2)

- zahŕňa funkcie zodpovedajúce funkčnej skupine B-TE,
- má rozhranie, ktoré nevyhovuje B-ISDN rozhraniu.

**B-TA** (Broadband Terminal Adaptor)

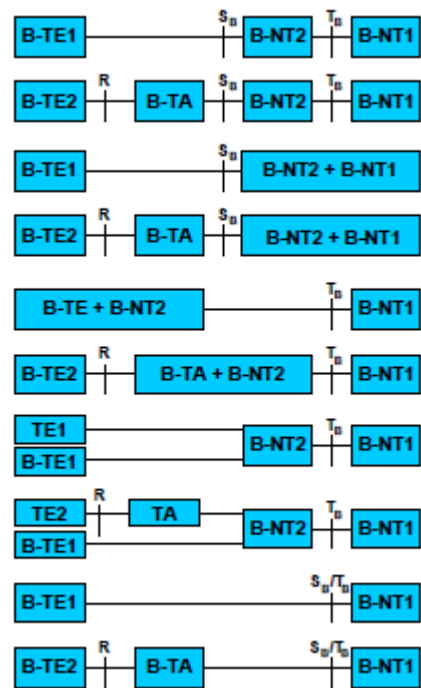
- umožňuje pripojenie B-TE2 alebo TE2 na B-ISDN UNI rozhranie.

**B-NT1** (Broadband Network Termination 1)

- ukončenie prenosových liniek,
- spracovanie prenosových rozhraní,
- funkcie údržby a monitorovania.

**B-NT2** (Broadband Network Termination 2)

- adaptačné funkcie pre rôzne média a protokoly,
- delineaácia buniek,
- koncentrácia,
- buffering,
- multiplexovanie/demultiplexovanie,
- funkcie údržby a monitorovania,
- spracovanie signalizačného protokolu,
- spojovanie.

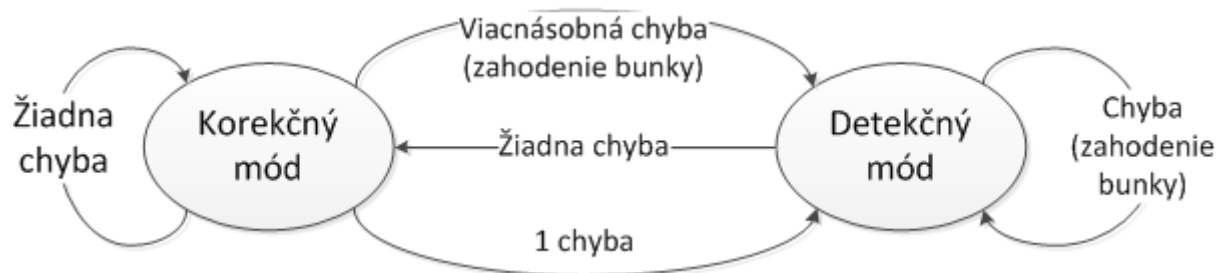


## Prístup na UNI

Dva základné prístupy:

- **155 520 kbit/s**
  - Physical Medium Sublayer
    - zabezpečuje definovanú rýchlosť, časovanie a prístup na fyz. médium,
    - pri elektrickom fyzickom médiu je odporúčaný CMI linkový kód (Coded Mark Inversion),
    - pri optickom médiu je odporúčaný linkový kód NRZ.
  - Transmission Convergence Sublayer
    - Generovanie a obnova prenosových rámcov
      - úlohou TC podvrstvy je udržiavať a správne rozoznávať prenosové rámce.
    - Adaptácia na prenosové rámce
      - úprava ATM bunky do formátu vhodného na prenos
      - prenos ATM multiplexom a pomocou SDH
    - HEC verifikácia
      - pole HEC je záverečnou časťou každej bunky,
      - chráni hlavičku pred chybami v prenose,
      - oprava jednej chyby alebo detekcia viacnásobnej chyby

Stavový diagram HEC algoritmu



- Delineácia buniek
  - proces, pomocou ktorého sa rozoznávajú hranice buniek.
- Cell rate decoupling
  - vkladanie prázdnych buniek do multiplexu.

Funkcie vrstvy	Vrstva	
Multiplexovanie, detekcia straty buniek, časovanie	CS	AAL
Segmentovanie a zlučovanie (reassembly)	SAR	
GFC Tvorba/extrakcia hlavičky bunky Spracovanie VPI/VCI Multiplexovanie/demultiplexovanie buniek	ATM	
Tvorba a obnova prenosových rámcov Prispôsobovanie toku ATM buniek na prenosové rámce Overovanie pola HEC Rozoznávanie hraníc buniek Vkladanie prázdnych buniek	TC	Fyzická vrstva
Časovanie Fyzické médium	PM	

- **622 080 kbit/s,**
  - asymetrický prístup,
  - symetrický prístup,
  - možný prenos ATM multiplexom a aj pomocou SDH.

Fyzickým médiom je optické vlákno.

### Služby v B-ISDN

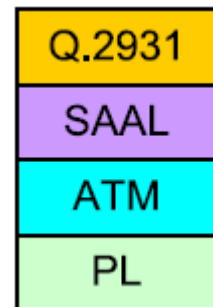
- **interaktívne**
  - konverzačné - obojsmerná komunikácia v reálnom čase (prenos pohyblivého obrazu, zvuku, dát, dokumentov),
  - messaging - obojsmerná komunikácia nie v reálnom čase
  - -retrieval - výber informácie z informačných centier a bánk dát určených na verejné použitie
- **distributívne,**
  - Služby bez zákaznickej kontroly (šírenie televízneho, rozhlasového a textového vysielania)
  - Služby pod kontrolou zákazníka
    - distribuovanie informácií k veľkému počtu účastníkov,
    - informácia je formovaná do sekvencie informačných jednotiek s cyklickým opakovaním.

### Signalizácia v B-ISDN

- výmena riadiacich informácií medzi koncovými zariadeniami, medzi koncovými zariadeniami a sieťou a medzi sieťovými uzlami,
- signalizácia v B-ISDN vychádza zo signalizácie ISDN.
- signalizácia pre hovor (Call control) - signalizačná výmena medzi koncovými zariadeniami.
- signalizácia pre spojenie (Connection control) - signalizácia pre sprostredkovanie výmeny informácií.

### Signalizácia na UNI

- signalizačné procedúry medzi koncovým terminálom a privátnou sieťou, koncovým terminálom a verejnou sieťou a medzi privátnou a verejnou sieťou.
- ITU-T odporúčanie Q.2931,
- signalizácia je prenášaná vo virtuálnych signalizačných kanáloch,
- v každej virtuálnej ceste je signalizačný virtuálny kanál (SVC), ktoré majú svoje VPI a VCI, určovaný procesom meta-signalizácie
- signalizačné správy na UNI sú definované vo vrstve 3 a vychádzajú zo signalizačných správ definovaných pre signalizáciu v D-kanáli (DSS1) pre ISDN,
- **B-DSS1**.



### Fyzická a ATM vrstva

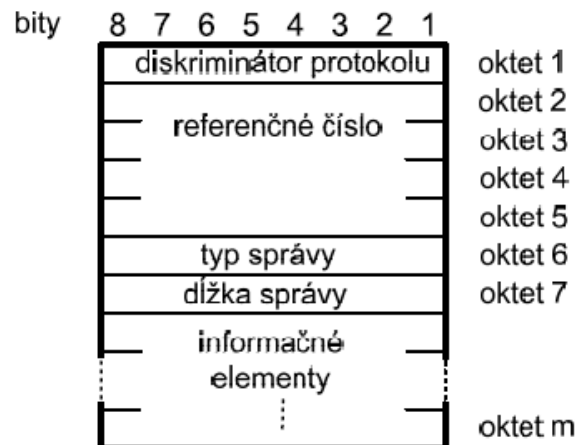
- fyzická vrstva: prenosové médium pre prenos ATM buniek,
- ATM vrstva: je univerzálna pre všetky prenosy

### SAAL vrstva (Signaling ATM Adaptation Layer)

- adaptačná vrstva pre signalizáciu,
- podporuje prenos signalizačných správ vo vrstve 3 (AAL5),
- maximálna dĺžka signalizačnej správy je 4096 bajtov,
- pre vrstvu 3 má podobné funkcie ako vrstva 2 v ISDN signal. DSS1,
- pre výmenu správ medzi entitami v SAAL vrstve sú použité rovnaké procedúry ako v HDLC protokole.

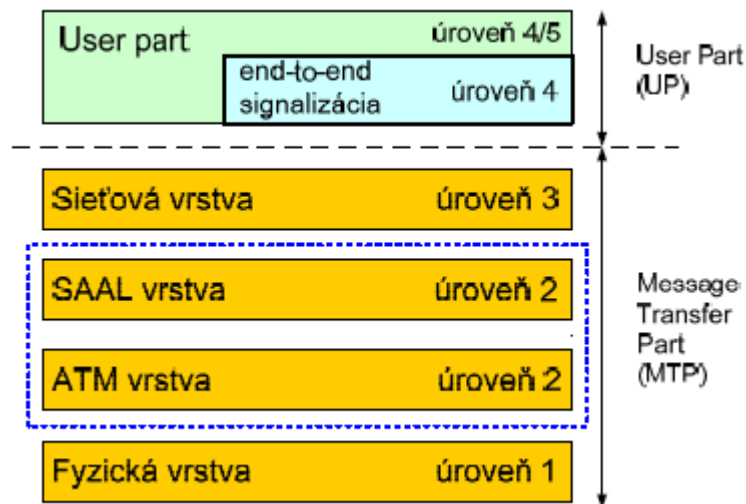
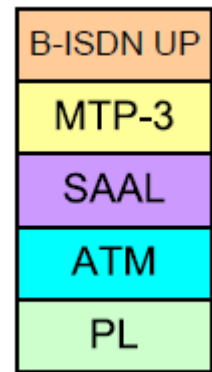
### Vrstva 3 (Q.2931)

- správy vychádzajú z konceptu správ definovaných pre vrstvu 3 v DSS1
- **diskriminátor protokolu**: určuje typ protokolu,
- **referenčné číslo**: identifikuje hovor na UNI.
- **typ správy**: určuje typ signalizačnej správy
  - správy pre **zostavenie spojenia**: Alerting, Call Proceeding, Connect, Connect Acknowledge, Progress, Setup, Setup Acknowledge
  - správy pre **zrušenie spojenia**: Disconnect, Release, Release Complete, Restart, Restart Acknowledge
  - správy **počas spojenia**: Resume, Resume Acknowledge, Resume Reject, Suspend, Suspend Acknowledge, Suspend Reject
  - **rôzne** správy: Information, Notify, Status, Status Enquiry
  - **point-to-multipoint** správy: Add party, Add party acknowledge, Add party reject, Drop party, Drop party acknowledge
- **dĺžka správy**: identifikuje dĺžku informačných elementov správy,
- **informačné elementy**: prenášajú obsah informačnej správy.



### Signalizácia na NNI

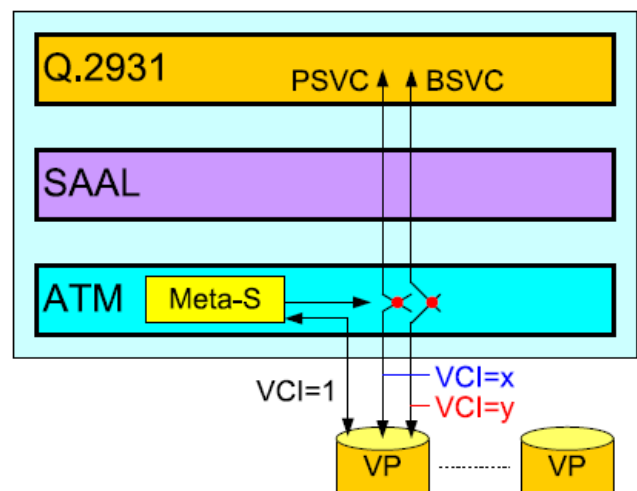
- ITU-T odporúčanie Q.2761 až Q.2764,
- signalizačné procedúry medzi uzlami vo verejnej sieti a medzi verejnými sieťami.
- meta-signalizácia
- procedúra na pridelovanie virtuálnych signalizačných kanálov na UNI
- na UNI je signalizácia pre každé spojenie nesená vo zvláštnom virtuálnom kanále (SVC)
- koncept signalizácie vychádza zo signalizačného systému CCS7 s prihliadnutím na špecifiká B-ISDN siete.



- **MTP - fyzická vrstva** - prístup na fyzické médium.
- **MTP - ATM a SAAL vrstva**
  - ATM vrstva: tvorba ATM signalizačných buniek,
  - SAAL vrstva: zabezpečuje bezpečný prenos a dodržanie sekvencie signalizačných správ
- **Sieťová vrstva**
  - riadenie signalizačnej siete,
  - smerovanie signalizačných správ hľadanie náhradných náhradných trás
- **UP - B-ISDN User part (úroveň 4/5)**
  - výstavba a rušenie signalizačných spojení,
  - spájanie signalizačných spojení.

### Meta-signalizácia

- súčasť ATM vrstvy, vytvára a ruší virtuálne kanály
- ITU-T odporúčanie Q.2120,
- signalizačná procedúra na UNI,
- určovanie a rušenie signalizačných virtuálnych kanálov,
- meta-signalizačný virtuálny kanál (MSVC) pre každú virtuálnu cestu,
- MSVC má v každej virtuálnej ceste rezervovaný kanál s VCI=1
- **point-to-point signalizačný kanál:** výmena signalizácie medzi koncovými zariadeniami,
- **broadcast signalizačný kanál:** je jednosmerný a PABX ním môže vysielať signalizačné správy viacerým účastníkom súčasne (všeobecný broadcast signalizačný kanál a selektívny





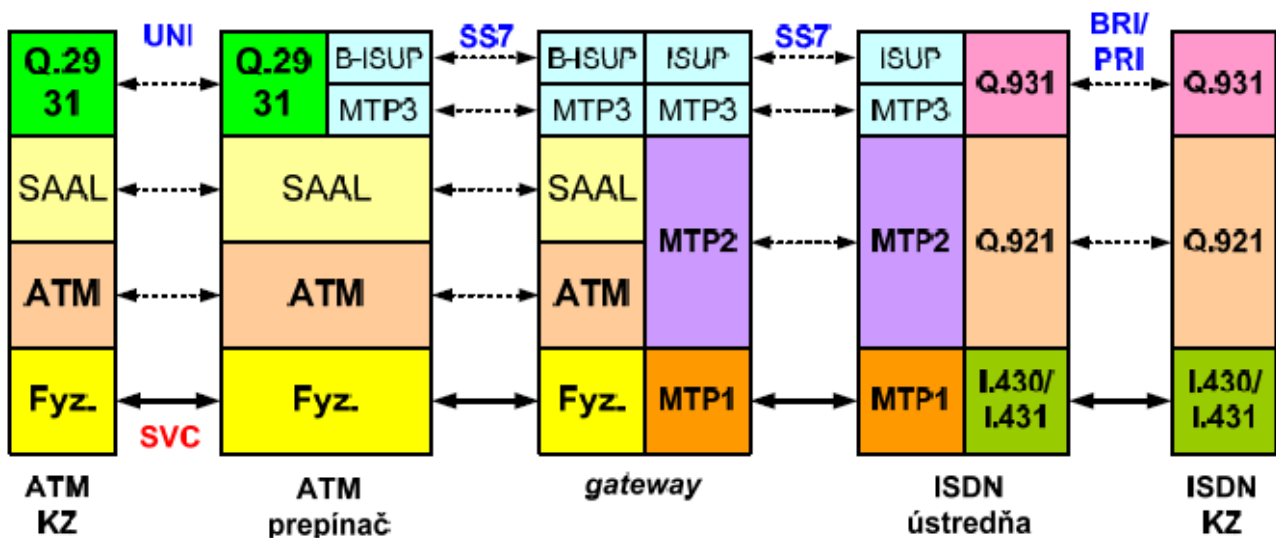
broadcast signalizačný kanál)

- veľkosť správy je 48B.
- Typ správy: Assign Request, Assigned, Denied, Check Request, Check Response, Removed

### Signalizácia na P-NNI

- signalizačné procedúry medzi privátnymi sieťami a medzi prepínačmi
- vo vnútri privátnej siete,
- symetrický prenos,
- nie sú podporované doplnkové služby,
- pridané parametre pre source routing a alternate routing.

### Spolupráca medzi ISDN a B-ISDN signalizáciami



### Riadenie prevádzky a preťaženia v ATM sieťach

- nevyhnutná súčasť ATM siete,
- nárazový charakter prevádzky,
- štatistické multiplexovanie,
- rezervovanie šírky pásma na základe strednej hodnoty,
- kritický bod: špičková hodnota rýchlosti,
- proces počas zaťaženia linky musí byť riadený, pretože nie všetky signály sú rovnako citlivé na stratu buniek a oneskorenie,
- efektívne využitie sieťových prostriedkov pri zachovaní dohodnutej QoS

### Kvalita služby - QoS

- asynchrónny prenosový mód je jedna z najvhodnejších alternatív na vybudovanie konvergovanej siete,
- podpora širokého spektra služieb a aplikácií s odlišnými charakteristikami a požiadavkami na QoS,
- na pôde ITU-T a ATM Forum boli špecifikované prevádzkové parametre, kategórie ATM služieb a QoS parametre.

### Prevádzkové parametre - popisujú správanie sa signálu (hlas, dáta, video).

- Špičková prenosová rýchlosť - PCR (Peak Cell Rate)
  - maximálna rýchlosť vysielania buniek pre dane ATM spojenie
- Priemerná rýchlosť buniek - SCR (Sustainable Cell Rate)

- priemerná rýchlosť vysielania buniek
- Maximálna veľkosť zhluku - MBS (Maximum Burst Size)
  - maximálny počet buniek vysielaných rýchlosťou PCR (hodnota SCR je ale zachovaná)
- Minimálna rýchlosť buniek - MCR (Minimum Cell Rate)
  - minimálne požadované prenosové pásmo pre dané spojenie
  - pre služby typu ABR
  - [bunka/s]
- Zmena oneskorenia príchodu buniek – CDV (Cell Delay Variation)
  - odchýlka príchodu buniek od referenčných hodnôt príchodov buniek.
  - $CDV = \max(CTD) - \min(CTD)$
- Tolerancia zmeny oneskorenia príchodu buniek – CDVT (Cell Delay Variation Tolerance)
  - reprezentuje ohraničenie pre odchýlky akceptovateľného oneskorenia od referenčných hodnôt príchodov buniek,
  - veľké hodnota CDVT negatívne ovplyvňuje TCP priepustnosť a SAR (segmentovanie a obnovenie buniek).
- Tolerancia veľkosti zhluku - BT (Burst Tolerance)
  - charakterizuje interval medzi dvoma po sebe nasledujúcimi zhlukmi, počas ktorých sú bunky vysielané prenosovou rýchlosťou PCR,
  - parameter MBS súvisí s parametrom BT.

#### **Kategórie služieb** - definované na základe prevádzkových parametrov.

- Služba s konštantnou bitovou rýchlosťou - CBR (Constant Bit Rate)
  - požaduje konštantné prenosové pásmo počas trvania celého spojenia (prenosové pásmo dane parametrom PCR)
  - pre aplikácie v reálnom čase,
  - minimálne zmeny CDV a zlepšuje TCP priepustnosť.
- Služba s premenlivou prenosovou rýchlosťou v reálnom čase - rt-VBR (real time Variable Bit Rate)
  - požaduje premenlivé prenosové pásmo, ale vyžaduje časovú transparentnosť (charakterizované parametrami PCR, SCR a MBS)
- Služba s premenlivou prenosovou rýchlosťou bez potreby prenosu v reálnom čase – nrt-VBR (non-real time Variable Bit Rate)
- Služba s dostupnou bitovou rýchlosťou - ABR (Available Bit Rate)
  - určená pre dátové prenosy,
  - tolerancia zmeny prenosového pásma a oneskorenia buniek (charakterizované parametrami PCR a MCR)
  - parametre ABR služby:
    - ACR (Allowed Cell Rate) [bunky/s],
    - AIR (Additive Increase Rate)
- Služba s nešpecifikovanou bitovou rýchlosťou – UBR (Unspecified Bit Rate)
  - pre aplikácie bez časovej transparentnosti a garancie QoS (Best-effort služba).
- Služba garantovanej rýchlosti rámcov – GFR (Guaranteed Frame Rate)
  - garantuje MCR za predpokladu dodržania maximálnej veľkosti rámca (MFS) a MBS.

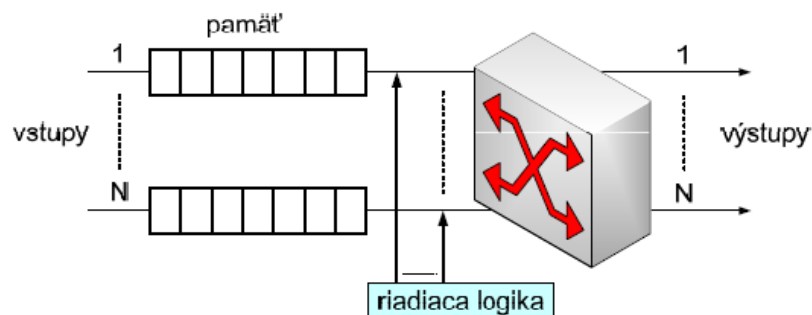
#### **QoS parametre**

- prevádzkové parametre, ktoré sa stanú súčasťou prevádzkového kontraktu, alebo slúžia na vyhodnotenie zabezpečenia QoS.
- **QoS parametre, ktoré sú predmetom dohadovania medzi sieťou a koncovým zariadením počas vytvárania spojenia**

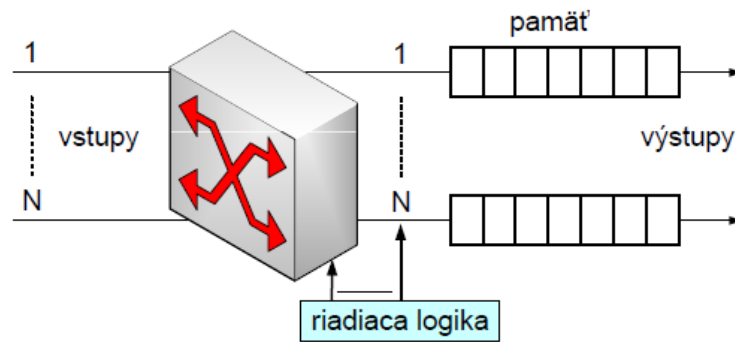
- Oneskorenie prenosu buniek - CTD (Cell Transfer Delay)
- Maximálne prenosové oneskorenie buniek – MaxCTD (Maximum Cell Transfer Delay)
  - najvyššie prípustné oneskorenie pre prenos bunky,
  - v prípade prekročenia budú bunky stratene, alebo neprídu včas.
- Pomer stratených buniek - CLR (Cell Loss Ratio) - pomer počtu buniek, ktoré sú zničené, alebo dopravené neskoro k cieľovému počtu vyslaných buniek
- Zmeny oneskorenia buniek - CDV (Peak-to-peak Cell Delay Variation)
  - množstvo oneskorenia medzi pevným oneskorením a MaxCTD.
- **QoS parametre, ktoré nie sú predmetom dohadovania medzi sieťou a koncovým zariadením**
  - Pomer chybných buniek - CER (Cell Error Ratio)
    - pomer celkového počtu chybných buniek k počtu všetkých úspešne prenesených a chybných buniek v sledovanom časovom úseku.
  - Rýchlosť zle vložených buniek - CMR (Cell Misinserted Rate)
    - počet zle vložených buniek počas definovaného časového intervalu.
- **d’alšie QoS parametre týkajúce sa blokov buniek (blok buniek - príslušná postupnosť toku buniek v ATM spojení):**
  - Rýchlosť chybných blokov buniek - ECBR (Errored Cell Block Rate)
    - $ECBR = N/T_{ECBR}$
  - Maximálny počet chybných blokov buniek – MECBC (Maximum Errored Cell Block Count)
    - maximálny počet chybných blokov buniek definovanej dĺžky v ľubovoľnom časovom intervale.
  - Závažne chybný blok buniek – SECB
    - ak je viac ako M poškodených, stratených alebo zle vložených v prijatom bloku buniek
  - Pomer závažne chybných blokov buniek – SECBR (Severly Errored Cell Block Ratio)
    - $SECBR = N/T_{ECBR}$
    - $SECBR = SECB / \text{celkový počet blokov buniek v sledovanom úseku}$

### ATM a vyrovnávacie pamäte

- **Radenie buniek na vstupe spojovacieho elementu**
  - počas trvania jednej bunky sa prepojí p buniek z p vstupov na p výstupov ( $p \leq N$ )

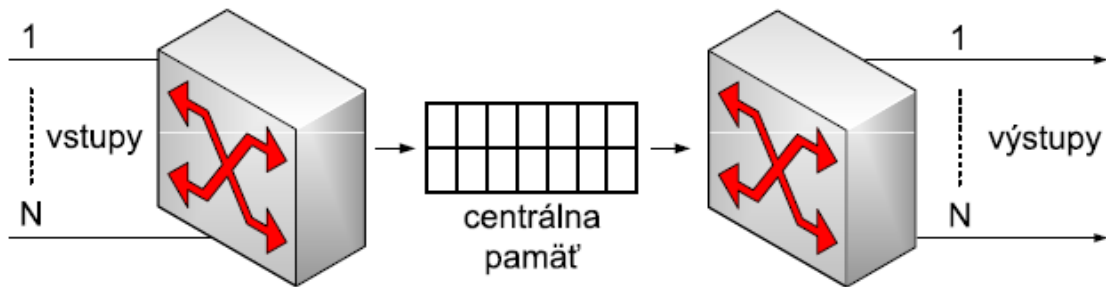


- **Radenie buniek na výstupe spojovacieho elementu**
  - viaceré bunky z rôznych vstupov na jeden výstup,
  - zápis viacerých buniek počas jednej bunkovej periódy do vyrovnávacej pamäte
  - FIFO algoritmus



- **Radenie buniek v strede spojovacieho elementu**

- vyrovnávacia pamäť je rovnako zdieľaná vstupmi aj výstupmi
- zložitejšie riadenie pamäti



### Manažment prevádzky

Ochrana siete a koncových zariadení pred zahľtením tak, aby boli dosiahnuté výkonnostné parametre v sieti a bola zachovaná dohodnutá kvalita služieb.

Úlohy ATM manažmentu prevádzky:

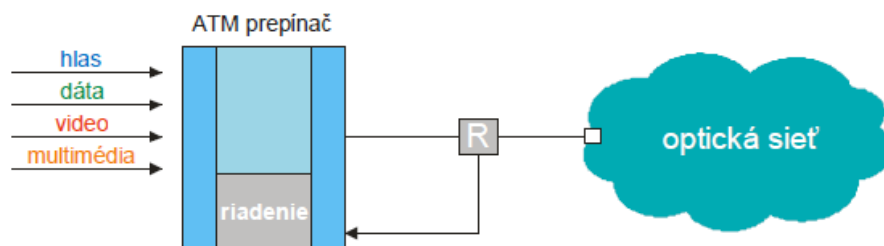
- určiť, či nové spojenie môže byť zriadené,
- dohoda s účastníkom siete na výkonnostných parametroch,
- udržiavanie hodnôt výkonnostných parametrov.

### Prevádzkový kontrakt

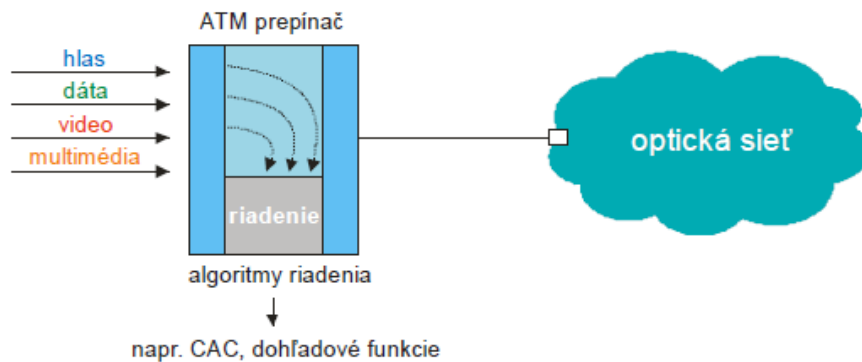
- dohoda medzi účastníkom a sieťou v čase vytvárania spojenia
- stanovujú sa vlastnosti spojenia na UNI a NNI rozhraniach,
- sieť zaručí poskytovať prevádzku na dohodnutej úrovni a účastník súhlasí dodržiavať a neprekročiť dohodnuté výkonnostné parametre.

### Riadenie prevádzky a preťaženia

- preťaženie je stav elementov siete, v ktorých sieť nie je schopná zachovať dohodnuté parametre prenosu,
- prístupy pre riadenie širokopásmových sietí:
  - reaktívne



- preventívne



- **Riadenie prístupu spojení - CAC (Connection Admission Control)**
  - súbor činností vykonávaných sieťou v čase trvania zostavenia spojenia s cieľom rozhodnúť, či požiadavka na vytvorenie virtuálnej cesty alebo kanálu môže byť akceptovaná, alebo odmietnutá,
  - podľa použitého algoritmu je požiadavka na vytvorenie spojenia spracovaná, len ak je k dispozícii dostatočné množstvo sieťových prostriedkov (šírka pásma, kapacita vyrovnávacej pamäte, a pod.) v každom uzle cesty spojenia,
  - rozhodnutie je na základe kategórie služby, požadovanej QoS a stavu siete.
  - manažment prevádzky v ATM sieti by mal zabezpečiť virtuálne okruhy, ktoré poskytnú stabilnú výkonnosť siete pri výskyte stochasticky sa meniaceho zaťaženia siete,
  - zaťaženie by malo byť čo najväčšie, no pri plnom zachovaní QoS požiadaviek spojení
  - Požiadavky na CAC mechanizmus:
    - dodržiavanie dohodnutej QoS,
    - efektívnosť využitia prenosovej kapacity,
    - nezávislosť, flexibilita zavedenia novej služby,
    - výpočtová jednoduchosť
  - Prehľad vybraných CAC metód:
    - metóda FIFO radenia pre CBR prevádzku,
    - metóda alokovania špičkovej prenosovej rýchlosti,
    - konvolučná metóda,
    - Gaussova aproximačná metóda,
    - metóda efektívnej šírky pásma,
    - metóda difúznej aproximácie,
    - metóda pre samopodobnostnú prevádzku,
    - metódy založené na on-line meraní prevádzky,
    - heuristické metódy.
- **Riadenie dohľadu nad sieťou – UPC/NPC (Usage/Network Parameter Control)**
  - súbor činností vykonávaných s cieľom monitorovania a riadenia siete z hľadiska overovania prevádzky a právoplatnosti ATM spojenia,
  - ochrana prostriedkov siete pred úmyselným, ale aj neúmyselným zneužitím.
  - GCRA (Generic Cell Rate Algorithm)
  - kontrola zhody vzhľadom na prevádzkový kontrakt spojenia,
    - pre CBR službu: PCR a CDVT,
    - pre VBR službu: PCR a CDVT; SCR a BT.
- **Riadenie priority**
  - rozlišovanie priority prevádzky pomocou CLP (Cell Loss Priority) bitu v hlavičke ATM bunky.
- **Tvarovanie prevádzky (Traffic Shaping)**
  - modifikovanie prevádzky na úrovni buniek,

- zníženie špičkovej prenosovej rýchlosti, limitovanie veľkosti zhukov,
- zníženie veľkosti parametra CDV vhodným umiestňovaním buniek do multiplexu, ...
- **Rýchla rezervácia sieťových prostriedkov** – FRM (Fast Resource Management)
  - funkcia umožňujúca vyčleniť v sieti dostatočnú kapacitu v dôsledku trvania prenosu zhuku buniek na základe požiadavky účastníka.
- **Riadenie toku kategórie služieb ABR**
  - služby ABR využívajú dočasne voľné prenosové pásmo, ale prenos je citlivý na stratovosť buniek (preto musí byť dodržaná dohodnutá QoS)

### **Funkcie riadenia preťaženia**

- **Zahodenie vybraných buniek** (Selective Cell Discarding)
  - v závislosti od poskytovanej služby ATM spojenia, alebo na základe nižšej priority pre stratovosť buniek.
- **Zahodenie rámcov** (Frame Discard)
  - pri vyradovaní buniek je lepšie zahodiť bunky tvoriace jeden logický informačný rámec, ako náhodne zahadzovať bunky patriace do rôznych rámcov.
- **EFCI** (Explicit Forward Congestion Indication)
  - informácia v PT,
  - podpora pri potláčaní a zotavení zo stavu preťaženia.

### **Dohľad nad sieťou**

- neustále monitorovanie prevádzky v multiplexe,
- opatrenia pri preťažení:
  - zahodenie buniek,
  - priorita buniek,
  - oneskorenie buniek,
  - hlásenie chybového stavu operátorovi siete.

### **Multimediálne služby**

Interaktívna služba, v ktorej informačná výmena pozostáva najmenej z dvoch informačných typov. Multimediálna služba zahŕňa druh a spôsob prenosu a sprístupnenie multimédií cez telekomunikačné prostredie používateľovi.

#### **Kategorizácia multimediálnych služieb**

- podľa prenášaného druhu multimédia (videotelefónne a videokonferenčné, telemedicína, video na požiadanie, videotex, videomail, ...),
- podľa spôsobu prenosu a sprístupnenia multimédií (konverzačné, vyhľadávacie, distributívne a služby na odovzdávanie),
- podľa použitej prenosovej rýchlosti (úzkopásmové a širokopásmové),
- podľa telekomunikačného prostredia (služby pevných, mobilných, satelitných a LAN sietí).

### **Technológie na spracovanie multimédií**

Digitalizácia - operácia prevodu signálu, reprezentujúcom médium do číselnej formy (vzorkovanie, kvantovanie, kódovanie)

Kódovanie - postupy zdrojového kódovania, ktoré odstraňujú redundanciu obsiahnutú v digitalizovanom tvare príslušného média.

Archivácia - proces uloženia príslušného média do pamäťového podsystemu

Vyhľadávanie

### **Technológie na spracovanie multimédií realizujú najmä tieto operácie:**

- kompresia multimediálnych dát,

- garantovanie konštantného časového oneskorenia pri prenose multimediálnych dát,
- zabezpečenie časových a priestorových vzťahov medzi médiami (media synchronization)
- zabezpečenie parametrov kvality služieb
- zabezpečenie ochrany informačného obsahu multimédií.

### Technológie na prenos multimédií

- súhrn technických a programových prostriedkov, ktoré sprostredkujú prenos multimédií vzdialenému používateľovi a vytvárajú vhodné telekomunikačné prostredie na tento prenos.
- tieto technológie zahŕňajú najmä telekomunikačnú sieť vhodnú na realizáciu prenosu multimédií, realizovanú na báze vhodnej sieťovej technológie.

### Požiadavky na sieťové technológie

- prenosová rýchlosť v telekomunikačnej sieti: niekoľko Mbit/s,
- paketovo orientovaná telekomunikačná sieť s využitím štatistického multiplexovania,
- garancia QoS multimediálnych služieb
- telekomunikačná sieť by mala byť adaptívna z hľadiska rôznych prenosových rýchlostí, počtu používateľov a priestoru pokrývania,
- distribúcia multimédií na rôzne a geograficky vzdialené miesta.

### Služby

- **televzdelávanie** - dištančná forma vzdelávania založená na podpore telekomunikačnej a výpočtovej techniky umožňujúca vzdialeným partnerom vyučovacieho procesu také vzájomné prepojenie, že vzniká priestorovo nezávislá učebňa.
  - Sieťová infraštruktúra
    - využitie širokopásmovej siete,
    - sú možné prenosi aj cez úzkopásmové siete (využitím komprimovaných audio a video signálov),
    - Ethernet, rýchly Ethernet, Token Ring, FDDI, Dátová sieť X.25, TCP/IP, Frame Relay, ISDN sieť, ATM.
- **video na požiadanie** (video on demand) - doručovanie multimediálneho obsahu na základe požiadavky klienta.
  - Rozdelenie podľa charakteru informačného obsah:
    - správy na požiadanie,
    - informácie na požiadanie,
    - prezentácia firiem na požiadanie,
    - prezentácia na požiadanie,
    - komerčné reklamy na požiadanie,
    - hry na požiadanie,
  - Základná charakteristika VoD služieb:
    - dlhotrvajúce spojenie,
    - vysoké požiadavky na šírku prenosového pásma → potreba kódovania
    - podpora interaktivity – pauza, pretečenie
    - citlivosť na QoS – oneskorenie, synchronizácia, reakcia na interaktivitu,
  - Požiadavky na VoD systém:
    - efektívnosť
    - práca v reálnom čase
    - škálovateľnosť
    - interaktivita
    - spoľahlivosť

- bezpečnosť
- nestrannosť
- heterogenita (nezávislosť na dodávateľovi)
- Architektúra systému VoD
  - **server** (spracovanie požiadaviek klienta, výber požadovaných médií, prenos dát do siete)
  - **sieť**
    - transportná sieť (ATM, IP/Ethernet, POS – packet over SONET),
    - prístupová sieť (xDSL, káblové rozvody, optické prístupové siete, bezdrôtová miestna slučka).
  - **klient**
- Kódovanie video obsahu - MPEG-2, MPEG-4, H.264, Windows Media 9.
- Možné riešenia
  - centralizovaná architektúra
  - distribuovaná architektúra
  - hybridná architektúra
- **videokonferencia**
  - Dvaja alebo viacerí účastníci sa môžu vidieť a počuť nezávisle od ich geografickej polohy, prípadne môžu spoločne prezerať a spracovávať dokument.
  - základná videokonferencia a videokonferencia s vysokou kvalitou,
  - dvojbodová a viacbodová (riadiaca jednotka MCU – multi control unit),
- **telemedicína,**
  - Poskytovanie zdravotníckej starostlivosti na diaľku.
  - vytvorenie veľkých distribuovaných zdravotníckych centier,
  - spojenie praktických lekárov s nemocnicami (prenos informácií o pacientovi, konzultácie diagnóz, ...),
  - vzdelávanie lekárov a medicínskeho personálu,
  - prenos diagnostických informácií (EKG, ...),
  - vizuálne spojenie medzi pacientom a lekárom,
  - prístup k informáciám.
- **telekooperácia**
  - Spolupráca prostredníctvom informačných a telekomunikačných technológií.
  - zdieľanie a spoločné spracovanie rôznych dokumentov + priama komunikácia medzi partnermi (hlasová, prípadne aj video komunikácia)
- **samoobslužná zóna bankových služieb**



## Zoznam skratiek

3PTY - Three Party Service	CTD - Cell Transfer Delay (Oneskorenie prenosu buniek)
AAL - ATM Adaptation Layer	CUG - Closed user group
ABR - Available Bit Rate (Služba s dostupnou bitovou rýchlosťou)	CW - Call waiting
ACR - Allowed Cell Rate	DDI - Direct dialling-in
AIR - Additive Increase Rate	ECBR - Errored Cell Block Rate (Rýchlosť chybných blokov buniek)
AOC - Advice of charge during the call	EFCI - Explicit Forward Congestion Indication
ATD - Asynchrónne časové delenie	ET - Exchange Termination
ATDM - Asynchronous Time Division Multiplex	FCS - Frame check sequence
ATM - Asynchrónny prenosový mód	FDM - Frequency Division Multiplex
B-NT - Broadband Network Termination	FIB - Forward Indicator Bit
B-TA - Broadband Terminal Adaptor	FISU - Fill-In Signal Unit
B-TE - Broadband Terminal Equipment	FPS - Fast Packet Switching
B-TE1 - Broadband Terminal Equipment type 1	FRM - Fast Resource Management (Rýchla rezervácia sieťových prostriedkov)
B-TE2 - Broadband Terminal Equipment type 2	FSN - Forward Sequence Number
BIB - Backward Indicator Bit	GCRA - Generic Cell Rate Algorithm
BRA - Basic Rate Access	GFC - Generic Flow Control
BRI - Basic Rate Interface	GFR - Guaranteed Frame Rate (Služba garantovanej rýchlosti rámcov)
BSN - Backward Sequence Number	HEC - Head Error Control
BT - Burst Tolerance (Tolerancia veľkosti zhľuku)	HOLD - Call Hold
CAC - Connection Admission Control	ISDN - Integrated Services Digital Network
CBR - Constant Bit Rate (Služba s konštantnou bitovou rýchlosťou)	ISDN-UP - ISDN User Part
CDV - Cell Delay Variation (Zmena oneskorenia príchodu buniek)	LAPD - Link Access Procedure on the D channel
CDVT - Cell Delay Variation Tolerance (Tolerancia zmeny oneskorenia príchodu buniek)	LI - Length Indicator
CER - Cell Error Ratio (Pomer chybných buniek)	LSSU - Link Status Signal Unit
CFB - Call forwarding on busy	LT - Line Termination
CFNR - Call forwarding on no reply	MaxCTD - Maximum Cell Transfer Delay (Maximálne prenosové oneskorenie buniek)
CFU - Call forwarding unconditional	MBS - Maximum Burst Size (Maximálna veľkosť zhľuku)
CK - Check Bits	MCID - Malicious call identification
CLIP - Calling line identification presentation	MCR - Minimum Cell Rate (Minimálna rýchlosť buniek)
CLIR - Calling line identification restriction	MCU - Multi Control Unit
CLP - Cell Loss Priority	MECBR - Maximum Errored Cell Block Count (Maximálny počet chybných blokov buniek)
CLR - Cell Loss Ratio (Pomer stratených buniek)	MFS - maximálna veľkosť rámca
CMI - Coded Mark Inversion	MSN - Multiple Subscriber Number
CMR - Cell Misinserted Rate (Rýchlosť zle vložených buniek)	MSU - Message Signal Unit
COLP - Connected line identification presentation	MSVC - meta-signalizačný virtuálny kanál
COLR - Connected line identification restriction	MTP - Message Transfer Part
CONF - Conference Call Ad-On	NPC - Network Parameter Control
CPCS - Common Part Convergence Sublayer	nrt-VBR - non-real time Variable Bit Rate (Služba s premenlivou prenosovou rýchlosťou bez potreby prenosu v reálnom čase)
CRC - cyclic redundancy check	NT - Network Termination
CRED - Credit Card Call	OMAP - Operations Maintenance and Administration Part
CS - Convergence Sublayer	PCM - Pulse-code modulation
CSMA/CD - Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection	

PCR - Peak Cell Rate (Špičková prenosová rýchlosť)  
PM - Physical Media Sublayer  
PRA - Primary Rate Access  
PRI - Primary Rate Interface  
PT - Payload Type  
QoS - Quality of Service  
rt-VBR - real time Variable Bit Rate (Služba s premenlivou prenosovou rýchlosťou v reálnom čase)  
SAAL - Signaling ATM Adaptation Layer  
SAPI - Service Access Point Identifier  
SAR - Segmentation And Reassembly Sublayer  
SCCP - Signaling Connection Control Part  
SCR - Sustainable Cell Rate (Priemerná rýchlosť buniek)  
SDM - Space Division Multiplex  
SECB - Severly Errored Cell Block (Závažne chybný blok buniek)  
SF - Status Field  
SIF - Signaling Information Field  
SIO - Service Information Octet  
SP - signaling point  
SS - spojovací systém  
SSCS - Service Specific Convergence Sublayer  
STDM - Synchronous Time Division Multiplex  
STP - signaling transfer point  
SUB - Subaddressing  
SVC - zvláštny virtuálny kanál  
TA - Terminal Adaptor  
TC - Transmission Convergence Sublayer  
TCAP - Transaction Capabilities Part  
TDM - Time Division Multiplex  
TE - Terminal Equipment  
TEI - Terminal Endpoint Identifier  
TP - Terminal portability  
TUP - Telephone User Part  
UBR - Unspecified Bit Rate (Služba s nešpecifikovanou bitovou rýchlosťou)  
UNI - User Network Interface  
UP - User Part  
UPC - Usage Parameter Control  
UUS - User-to-User Signaling  
VC - Virtual Channel  
VCC - Virtual Channel Connection  
VCI - Virtual Channel Identifier  
VoD – Video on Demand  
VP - Virtual Path  
VPC - Virtual Path Connection  
VPI - Virtual Path Identifier  
WDM - Wavelength Division Multiplex

## Zoznam štandardizácii

G.704 - Prístup primárnym multiplexom 2048 kbit/s  
I.200 – služby ISDN  
I.300 - sieťové aspekty ISDN  
I.400 - UNI  
I.430 - základný prístup ISDN  
I.431 - primárny prístup ISDN  
I.500 - medzisieťové rozhrania ISDN  
I.600 - údržba a dohľad ISDN  
Q.2120 - Meta-signalizácia  
Q.2761 - Q.2764 - signalizácia na NNI  
Q.2931 - signalizácia na UNI  
Q.700 - Q.795 - CCS7  
Q.920 - Q.940 - DSS1  
Q.921 - signalizácia v linkovej vrstve  
Q.931 - signalizácia v sieťovej vrstve