

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.

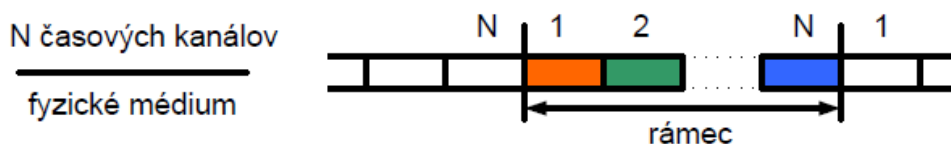
Datagram s potvrdením

- 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 pásmo,

- 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 dvojdružové, alebo štvordružové.
- **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,

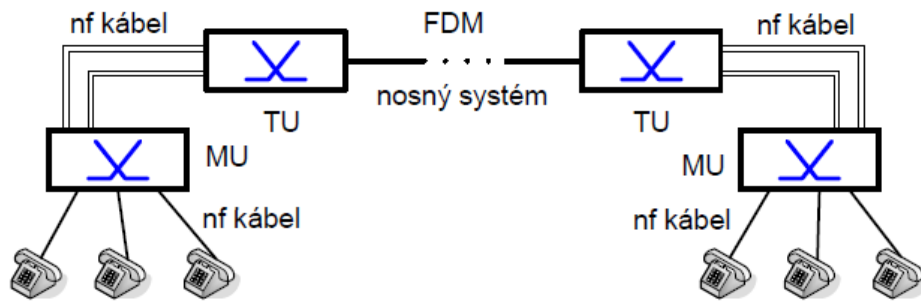
- ATDM sa používa v B-ISDN (FPS, ATM).
- **Synchrónne multiplexory** - prideluje vstupom výstupné časové kanály rovnomerne,
 - vo výstupnom multiplexe je každý vstupný kanál určený svojou polohou
 - štruktúra rámcov je pevne daná a periodicky sa opakuje
 - nevýhoda sa prejaví, ak je na vstupných kanáloch 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

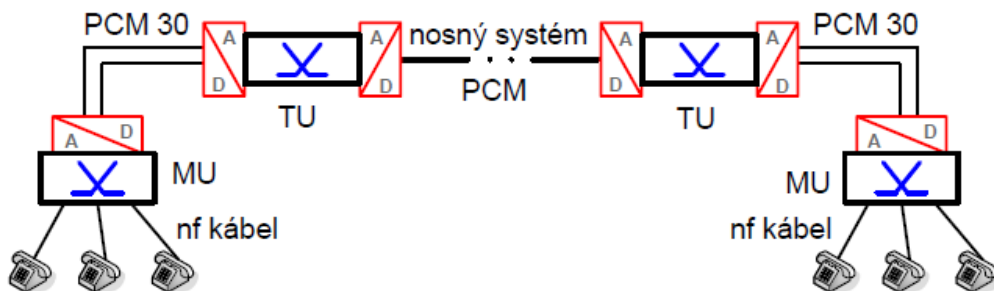
- **Prepájanie okruhov** - klasická telefónna sieť, medzi koncovými bodmi spojenia sa vytvorí komunikačný kanál (zriadený počas celej doby komunikácie)
Je možné rozdeliť na:
 - **prepájanie pomocou priestorového multiplexu** - okruhy sú od seba oddelené priestorovo (t.j. kanály sú nesené na rôznych prenosových 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 funkcionálnosť 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

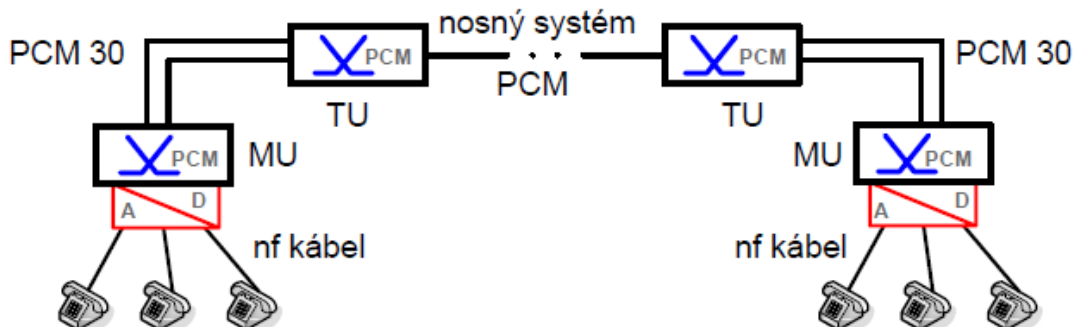
1. **Analógová telefónna sieť** - prvý vývojový krok k zavedeniu ISDN, analógové spojovacie ústredne a analógový prenos medzi ústredňami.



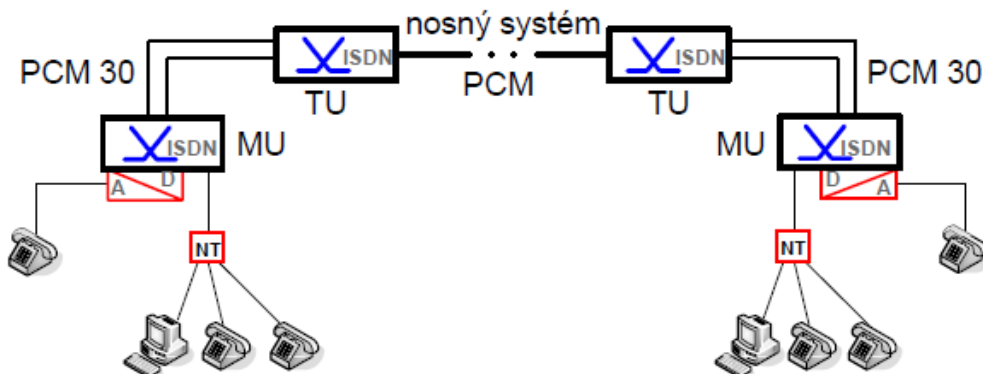
2. **Analogové spojovacie zariadenia s digitálnym prenosom** - analogové koncové zariadenia, analogová prípojka v účastníckej sieti, analogové spojovacie zariadenia, digitálne prenosové trasy (PCM).



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:

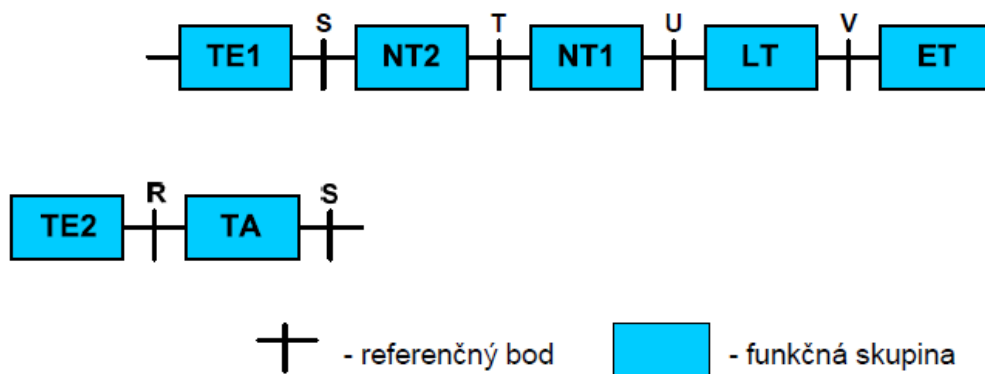
- to isté rozhranie používajú rôzne typy terminálov a rôzne aplikácie,
- prenositeľnosť terminálov,
- umožňuje ďalší vývoj zariadení,
- spojenie ISDN sietí s inými typmi sietí.

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,
- H₀ kanál: 384 kbit/s (6 x B kanál)
H₁ kanál:
 - H₁₁ 1536 kbit/s (24 x B kanál)
 - H₁₂ 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.

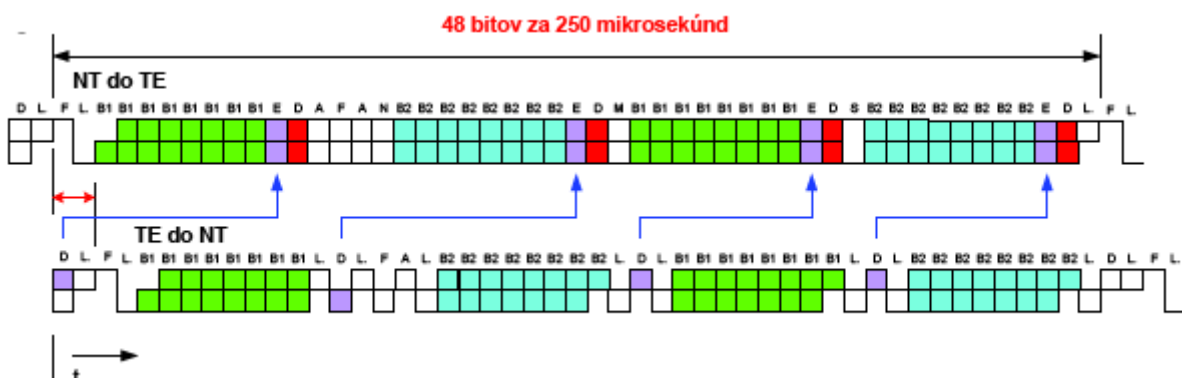
Signalizačný systém DSS1

- $2B + D$ (2×64 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 $250\mu s$ ($48 \times 4000 = 192$ 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

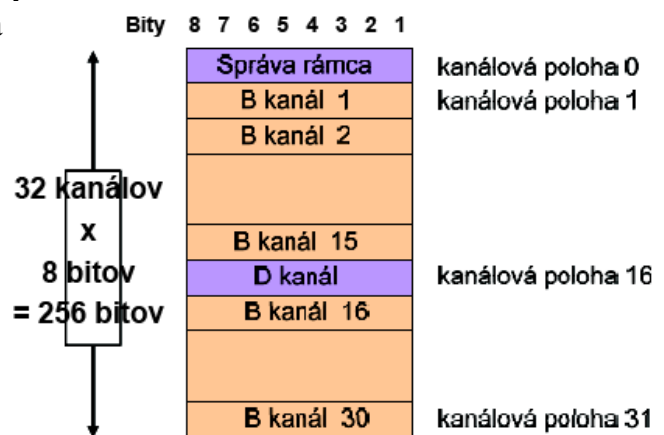
- CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection),
- každé TE samostatne kontroluje prístup na zbernicu, rozoznáva a odstraňuje kolízie
- možnosť riešenia problému: zriadiť spoločný kanál, na ktorom sa dajú rozoznávať stavy zbernice a kolízie (D echo kanál),
- NT prijíma informáciu z 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.



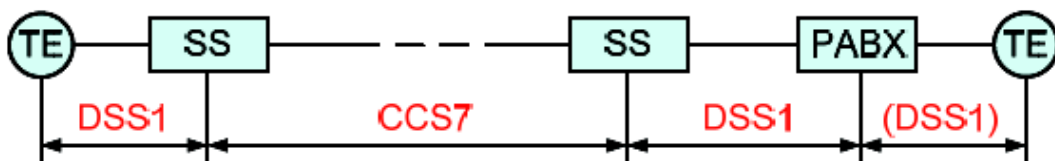
Prenos na referenčnom bode U

- 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 vysielať 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.

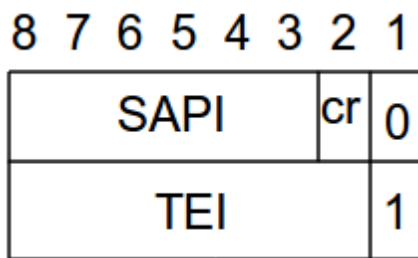
Linková vrstva - Q.921

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

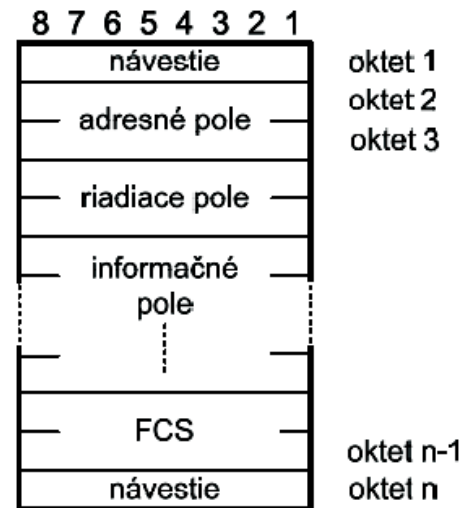
- **LAPD** protokol (Link Access Procedure on the D channel)
- vytvorenie spojenia vo vrstve 2,
- vytvorenie rámcu na transparentný prenos informácie z vrstvy 3,
- kontrola správneho poradia rámcov,
- detekcia chýb pri prenose,
- opakované vysielanie rámcov v prípade zistenej chyby pri prenose,
- riadenie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

LAPD

- návestie (flag): 01111110
- adresné pole



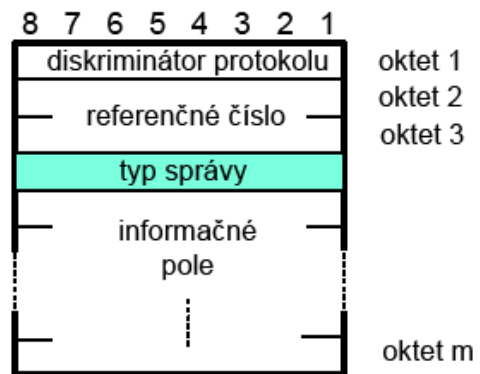
- SAPI (Service Access Point Identifier): 6 bitov, určuje, ktorý bod prístupu k službe je využívaný
 - SAPI=0 - signalizácia, SAPI=63 - manažmentové funkcie
- TEI (Terminal Endpoint Identifier): 7 bitov
- C/R: príkaz / odpoveď (1 bit)
- riadiace pole: má dĺžku 1 alebo 2 bajty podľa typu rámcu, formáty rámcov:
 - I-rámec: prenos sériovo číslovanaj 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

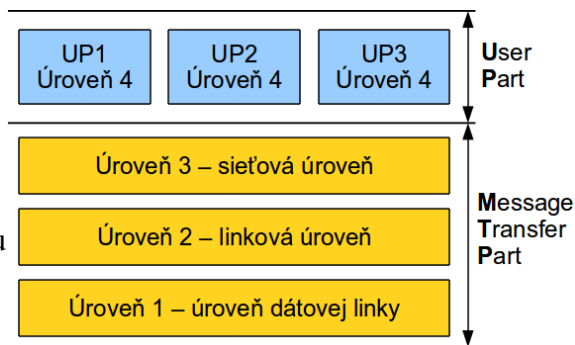
- prenos signalizačnej informácie medzi sieťovými uzlami,
- použiteľné pre rôzne siete,
- vhodné na riadenie širokého spektra služieb,
- možnosť zavedenia nových služieb,
- viacero signalizačných prenosov je združených na jeden signalizačný kanál
- signalizačný kanál je prenášaný mimo používateľskej 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

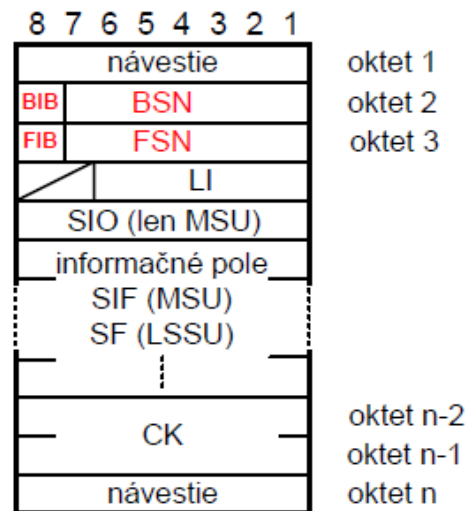
- **spätné poradové číslo** (BSN - Backward Sequence Number): indikuje poradové číslo prijatej jednotky v prijímači

- 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



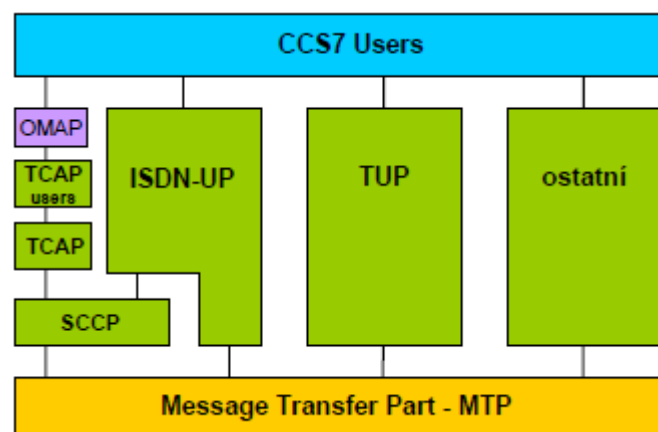
- **dopredný indikačný bit** (FIB - Forward Indicator Bit): indikuje, či signalizačná jednotka je vysielaná prvýkrát, alebo ide o opakované vysielanie.
- **indikátor dĺžky** (LI - Length Indicator)
 - určuje, koľko bajtov má nasledujúce informačné pole,
 - hodnota LI je závislá od typu signálovej jednotky.
- **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

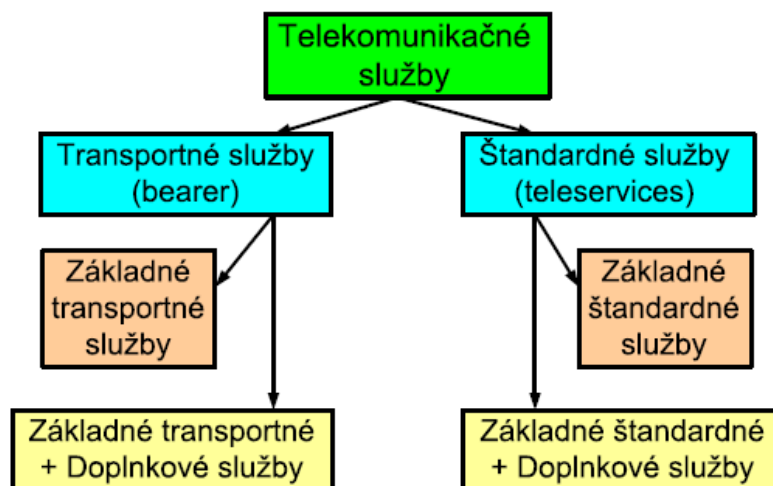
- časť závislá od používateľa,
- zabezpečuje správne použitie MTP časti pre rôzne typy používateľských zariadení.
- **TUP** (Telephone User Part) – časť pre telefónnych účastníkov
- **ISDN-UP** (ISDN User Part) – časť pre ISDN účastníkov
 - signalizačné funkcie pre riadenie spojení, spracovanie služieb 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 synchrónnych signálov,
- spojovo orientovaná prevádzka,
- prevádzka bez spojovej orientácie,
- spoľahlivý a bezchybný prenos,
- spolupráca so súčasnými sieťami,
- bezpečnosť do budúcnosti.

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

- kombinovanie výhody prepájania paketov a prepájania okruhov,

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

Asynchrónne časové delenie

- vychádza zo synchrónneho 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.

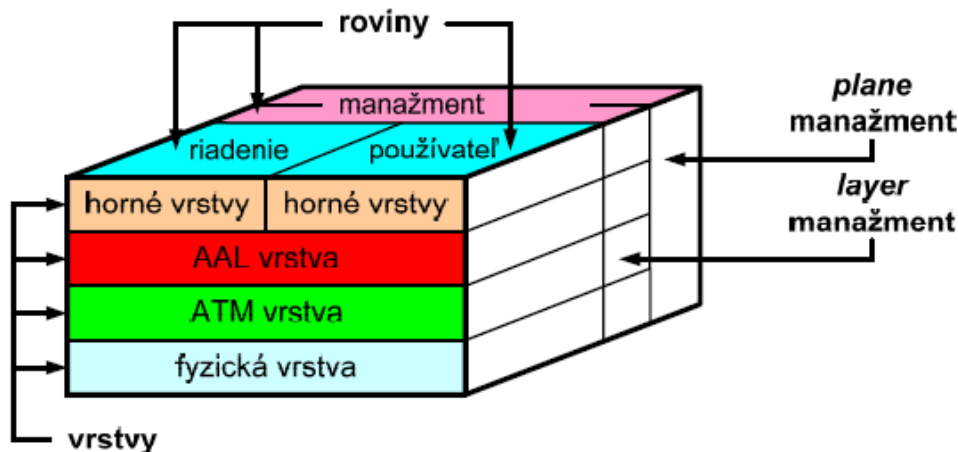
Vlastnosti ATM

- 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

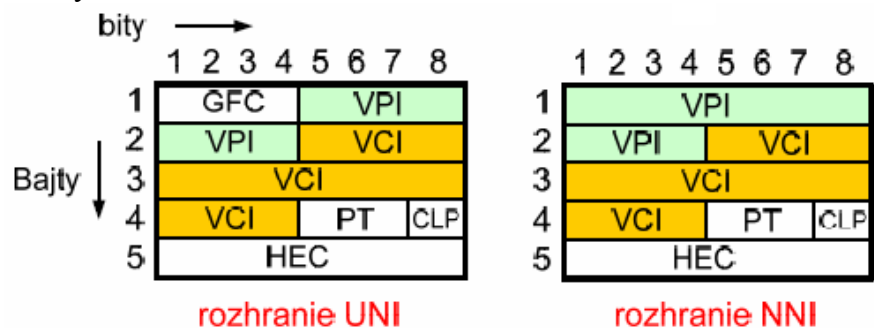
- funkcie fyzickej vrstvy sú nezávislé od služieb v horných vrstvách,
- hlavnou úlohou je vytvoriť prenosový mechanizmus pre služby,
- prenos pomocou ATM a SDH

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).

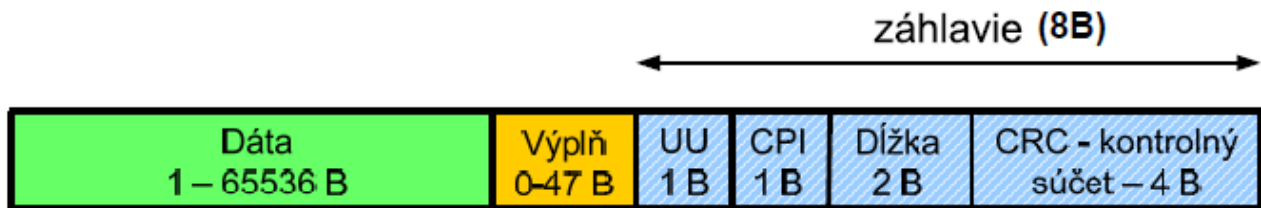
Trieda C

- 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).



Signalizácia v DSS1

Úvod

- Používa sa v ISDN
- Na komunikáciu sa využívajú **B-kanály** a na signalizáciu **D-kanály**
- ISDN je založená na **prepájaní okruhov** – vytvorí sa virtuálny okruh, na prenos **postačuje fyzická vrstva** RM OSI
- Pri **zostavovaní** spojenia sa využívajú **prvé 3 vrstvy** RM OSI. Na to je vyhradený paketovo-orientovaný **D-kanál**, kde sa prenášajú info pre vytvorenie a ukončenie spojenia atď. Tieto správy majú štruktúru určenú protokolom DSS1, ktorý sa používa v signalizácii v D-kanále medzi užívateľom a ústredňou
- Medzi ústredňami sa využíva CCS7 signalizácia

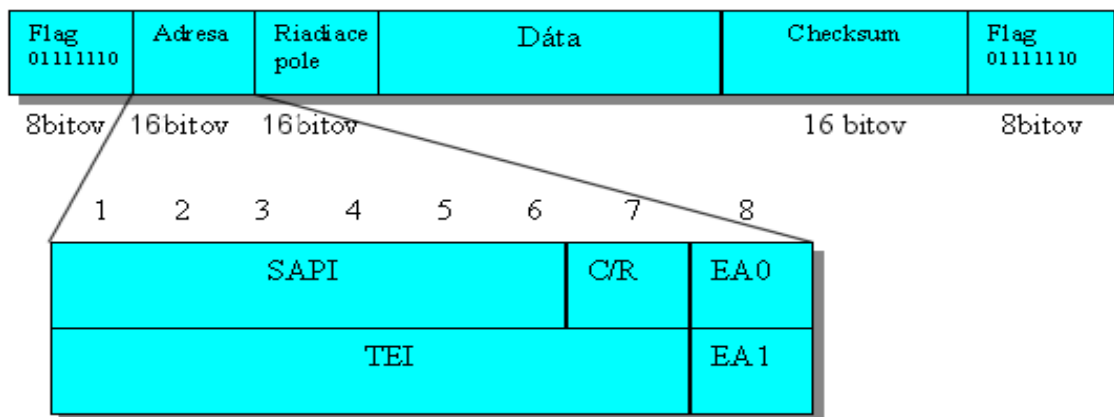
Fyzická vrstva

- Informácia sa prenáša v podobe prúdu bitov
- Užitočná informácia **B-kanálu** má prenosovú rýchlosť **64 kbit/s**
- Signalizačný **D-kanál** má rýchlosť **16 kbit/s** alebo **64 kbit/s**
- **Základný prístup** (BRA) 2B + D kanál (B – 64kbit/s a D – 16kbit/s)
- **Prístup primárnym multiplexom** (PRA) 30B + D (B aj D 64kbit/s)
- B-kanál **spojovo** orientovaný
- D-kanál **paketovo** orientovaný

- **TE-NT základný prístup**
 - k 1 NT sa pripája max 8 TE – **point-to-point** alebo **point-to-multipoint**
 - Synchronizácia: **bitová, bajtová, rámcová**
 - Používa sa dvoj párový kábel
 - Každý smer má k dispozícii **192kbit/s**
 - Kolízia sa detekuje echovaním bitov z D-kanála (**CSMA-CD**)
- **TE-NT prístup primárnym multiplexom**
 - S 1 NT sa pripája iba 1 TE – **point-to-point**
 - Synchronizácia: **bitová, bajtová, rámcová**
 - Založené na **PDH** hierarchii – pre EU **2048kbit/s (32 kanálov)**
 - Signalizačný kanál je **16-ty** (64kbit/s), **0-ty** je synchronizačný
 - Bezchybnosť rámca je zabezpečená **CRC-4** kódom

Linková vrstva

- Zabezpečuje **spoľahlivý a bezchybný** prenos dát, ktoré prišli do sieťovej vrstvy a posiela fyzickej vrstve
- **LAP-D** = protokol, ktorý sa stará o signalizáciu



- **Flag** – slúži na ohraničenie rámca (vždy 0111 1110)
- **Adresa**
 - v prvom oktete je **6-bitový SAPI** (Service Access Point Identifier). Toto pole slúži ako rozoznanie pre 3 vrstvu a udáva, aký **typ dát** sa prenáša v dátovom poli rámca LAP-D. Najčastejšie sa využívajú hodnoty **SAPI 0 a 63**. 0 znamená, že linková vrstva nesie **signalizačnú informáciu ISDN** – D kanálu, konkrétne správu protokolu DSS1. Hodnota 63 označuje, že rámec je **použitý pre niektoré procedúry** na úrovni linkovej vrstvy.
 - V druhom oktete adresného poľa sa nachádza **TEI** (Terminal Endpoint Identifier). Označuje, ktorému **koncovému zariadeniu je daný signalizačný rámec určený**, resp. od ktorého pochádza. Sieť podľa TEI kontroluje, **koľko zariadení je pripojených**.
 - **Pole C/R** určuje, kto posiela Command - príkaz a Response - odpoveď. Keď terminál posiela príkaz, tak C/R = 0, ak ústredňa, C/R = 1. Ak odpoveď posiela terminál, tak C/R = 1, ak ústredňa, C/R = 0.
 - **Pole EA0** má vždy hodnotu 0 a **EA1** hodnotu 1.
- **Riadiace pole** - 3 druhy rámcov
 - **I-rámec** - informačný rámec potvrdzovaný, slúži na **prenos číslovanej a potvrdzovanej informácie**, ktorá je uložená v časti Dáta rámca LAP-D. Je použitá **metóda okna**, teda môžeme poslať viac rámcov bez potvrdenia, pričom potvrdenia prichádzajú s

užitočnými rámcami alebo aj samostatne na požiadanie.

8 7 6 5 4 3 2 1

N(S)	0
N(R)	P/F

- Pole **N(S)** v rámcoch obsahuje číslo **poslaného** rámca a **N(R)** číslo rámca **očakávaného** od druhej strany.
- Bit **P/F** má špeciálnu funkciu. Keď jedna strana pošle rámec s týmto bitom nastaveným na P (= Poll), druhá strana musí vrátiť v rámci bit nastavený na F (= Final).
- **S-rámec** - riadenie a dohľad
- **U-rámec** - nepotvrzovaný, určený na zostavenie resp. zrušenie spojenia

Sieťová vrstva

- ISDN sieťová vrstva je špecifikovaná Q-sériou štandardov ITU-T **Q.930 až Q.939**.
- Úlohou sieťovej vrstvy v signalizácii je **nadväzovanie, riadenie a rušenie logického spojenia** v sieti medzi dvoma zariadeniami. **D kanál je paketovo orientovaný**.
- **Nadväzovanie spojenia** - posielajú sa pakety, ktoré sú smerované (routing) v sieti, pričom sa hľadá najvhodnejšia cesta na vytvorenie fyzického spojenia.
- Protokol DSS1 je prenášaný v dátovom poli LAP-D rámca, pričom **SAPI = 0**. Koncové uzly si pritom posielajú správy s predpísaným formátom:

8 bitov	8 bitov	8/16 bitov	8 bitov	n * 8 bitov
Protocol Discriminator	Length of CRV	CRV = Call Reference Value	Message type	Message elements

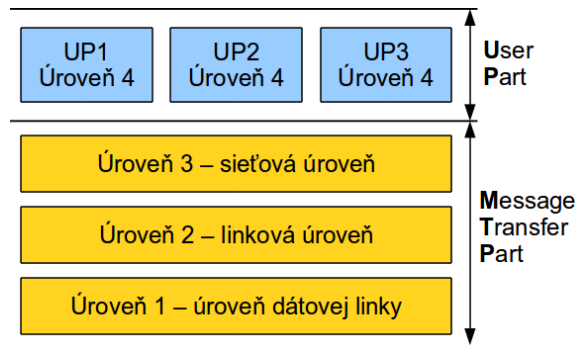
- **Protocol discriminator** – určuje druh **použitého protokolu** sieťovej vrstvy
- **Length of CRV** - udáva **dĺžku nasledujúceho poľa** Call reference value, ktoré môže mať jeden alebo dva bajty. Štyri nižšie bity poľa Length of CRV udávajú samotnú dĺžku, vyššie štyri bity sú nuly.
- **Call reference value** – číslo, ktoré identifikuje každý **pokus o nadviazanie spojenia** v B-kanále. Má význam iba medzi terminálom a nasledujúcou ústredňou
- **Message type** – identifikuje **typ správy** (napr. SETUP, CONNECT, atď.)
- **Message elements** – obsahuje **údaje samotnej správy**, ako je napr. telefónne číslo, typ služby a podobne. Toto pole môže mať variabilnú dĺžku

CCS7 signalizácia

Úvod

- prenos signalizačnej informácie **medzi sieťovými uzlami**
- signalizačný kanál je prenášaný **mimo používateľskej informácie**
- základné prvky: **signalizačné body, signalizačné prenosové body, signalizačné linky**
- **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

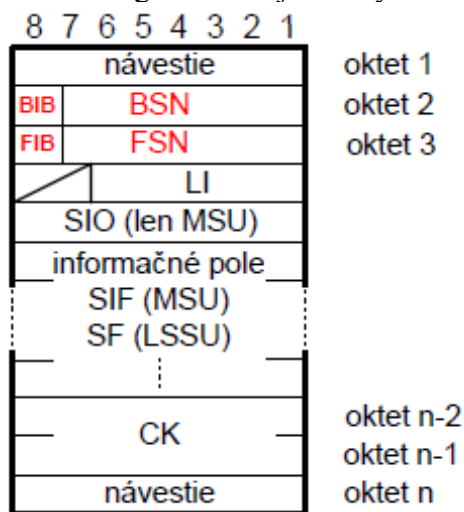
Štruktúra CCS7



- **MTP** (Message Transfer Part): časť **spoločná** pre všetkých používateľov (transport a smerovanie signalizačných správ),
- **UP** (User Part): **závislá** od používateľa (tvorba signalizačných správ).

MTP

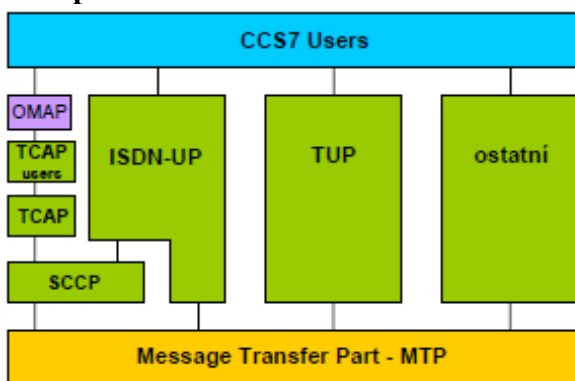
- **Úroveň 1**
 - fyzické, elektrické a funkčné charakteristiky signalizačného dátového kanála a popisuje prístup na kanál
 - **64kbit/s kanál s PCM kódovaním**
- **Úroveň 2**
 - funkcie a procedúry na výmenu **signalizačných správ** na signalizačnej linke
 - s úrovňou 1 vytvára spoľahlivú cestu pre **bezchybný** prenos signalizačných správ
 - funkcie: **ohraničenie signalizačných jednotiek** návestiami, **detekcia chýb a oprava, monitoring** chybovosti
 - štruktúra signalizačnej jednotky



- **návestie** - 01111110
- **BSN** - spätné poradové číslo, indikuje poradové číslo **prijatej** jednotky v prijímači
- **BIB** - spätný indikačný bit, **potvrďuje správne** alebo **nesprávne prijatie** signálovej jednotky
- **FSN** - dopredné poradové číslo, priraduje poradové číslo každej vysielanej signálovej jednotke, kontrola správneho poradia
- **FIB** - dopredný indikačný bit, indikuje, či je sign. jednotka vysielaná prvýkrát, alebo ide o opakované vysielanie
- **LI** - indikátor dĺžky, určuje koľko bajtov má nasledujúce informačné pole
- Typy signalizačných jednotiek
 - **MSU** – signalizačné správy z používateľskej časti CCS7 a manažmentové správy z úrovne 3

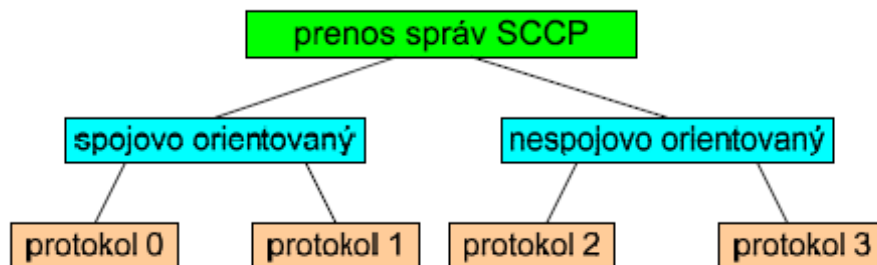
- LSSU – stav signalizačnej linky
- FISU – výplňová jednotka bez informačného poľa
- **Riadenie toku**
 - LSSU
 - zastavenie prenosu všetkých MSU
 - obnovenie vysielania pomocou vyslania ďalšej LSSU
- **Riadenie chybovosti**
 - základná metóda (go-back-N ARQ, <15ms)
 - metóda preventívnej cyklickej retransmisie (>15ms)
- **Úroveň 3**
 - spracovanie signalizačných správ
 - manažment sig. siete

User part



Blokové znázornenie User Part

- **TUP** – telefónni účastníci
- **ISDN-UP** – ISDN účastníci, používajú sa tieto správy:
 - IAM – prvá správa pri výstavbe
 - SAM – transportuje volacie čísla
 - ACM – oznámi, že volaná ústredňa bola dosiahnutá
 - ANM – oznámi volajúcej ústredni, že volaná ústredňa úspešne prijala spojenie
 - REL – iniciovanie zrušenia spojenia
 - RLSD – spojenie na používateľskom kanále je zrušené
 - RLC – ukončenie spojenia a kanál voľný pre nové spojenie
- **SCCP** – časť pre riadenie signalizačného spojenia
 - Zabezpečuje prídavné funkcie na prenos správ medzi spojovacími systémami



- **TCAP** – časť pre využitie transakčných možností
 - Umožňuje výmenu správ medzi účastníkmi CCS7 bez zriadenia informačného kanálu
- **OMAP** – časť zabezpečujúca procedúry pre manažment siete a dohľad
 - Procedúry pre manažment siete a dohľad z centrálnych riadiacich bodov v CCS7 sieti
 - Overovanie MTP a SCCP cesty

- Manažment smerovania a chybových stavov linky

Asynchrónny prenosový mód ATM

Úvod

- Kombinované výhody prepájania okruhov a prepájania paketov
- **Základný mód** pre B-ISDN
- vytvára prenosové a prepájacie prostredie pre **synchrónne aj asynchrónne signály**
- je **paketovo orientovaný** mód prenosu, ale dokáže zabezpečiť časovú transparentnosť
- Spája výhody **ATD** (asynchrónne časové delenie) a **FPS** (rýchle paketové prepájanie)
- **ATD**
 - vychádza zo synchrónneho časového delenia STD pridaním inteligencie do multiplexorov
 - ATD je vhodný pre signály s **variabilnými** bitovými rýchlosťami
 - spojenie nie je určené časovou polohou, ale **adresou v hlavičke** paketu
- **FPS**
 - žiadna kontrola chýb a riadenie toku v sieti
 - kontrola chýb a riadenie toku nadobúda end-to-end charakter

Vlastnosti ATM

- Bunka **konštantnej** dĺžky: **53** bajtov = **48** dáta + **5** záhlavie
- **Spojovo** orientovaný prenos: VP a VC
- Zostavenie spojenia je realizované **signalizáciou a meta-signalizáciou**
- Zabezpečenie kvality služby
- Nie je potrebná kontrola toku buniek
- Žiadna kontrola chýb v sieťových uzloch
- Kontroluje sa hlavička, kontrola chýb na koncových zariadeniach
- Žiadna kontrola toku dát a prevádzky v sieťových uzloch
- Transparentné prepájanie buniek v smerovacích uzloch
- Zaručená kvalita služby

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

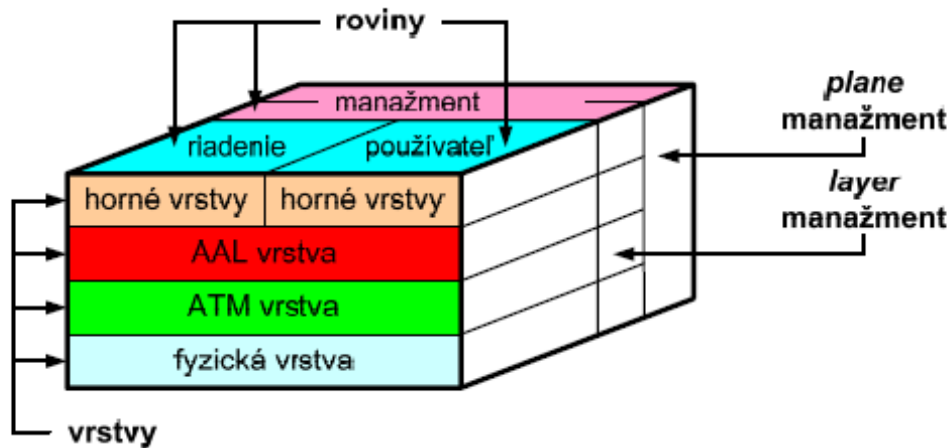
Spojenie virtuálnou cestou (VPC – Virtual Path Connection)

- spojenie viacerých VP.

Identifikátor virtuálnej cesty (VPI – Virtual Path Identifier)

- jedinečné číselné návestie identifikujúce VP.

ATM protokolový referenčný model



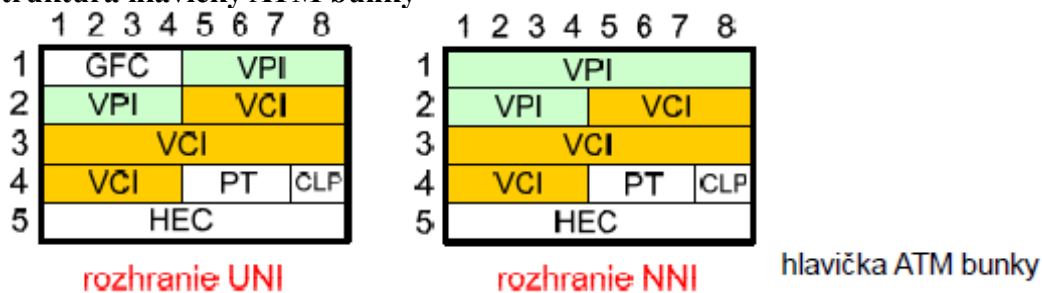
- **manažment rovina** - zabezpečuje monitorovanie a dohľad nad sieťou,
- **používateľská rovina** - riadi informačný tok medzi používateľmi,
- **riadiaca rovina** - riadi zostavenie, priebeh a zrušenie spojenia.

Fyzická vrstva

- funkcie fyzickej vrstvy sú nezávislé od služieb v horných vrstvách
- hlavnou úlohou je **vytvoriť prenosový mechanizmus** pre služby
- prenos pomocou **ATM, SDH**
- Fyzická vrstva sa delí na dve časti:
 - **PM** (Physical Media Sublayer)
 - zabezpečuje vysielanie a príjem bitov a fyzicky prístup na prenosové médium
 - akceptuje prenos pomocou SDH a ATM multiplexom
 - **TC** (Transmission Convergence Sublayer)
 - preberá bunky z ATM vrstvy a upravuje ich do zodpovedajúceho formátu na prenos pomocou Physical Media podvrstvy

ATM vrstva

- spracúva všetky funkcie vzťahujúce k hlavičke
- je zodpovedná za vytváranie spojení
- **štruktúra hlavičky ATM bunky**

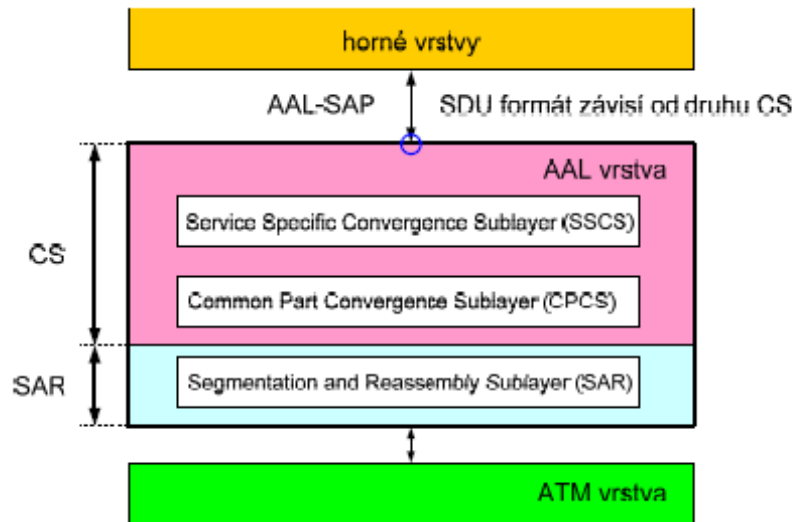


- pole **GFC** (Generic Flow Control)
 - má dĺžku 4 bity a existuje **len na rozhraní UNI**,
 - použitý ako prístupový mechanizmus, ktorý implementuje rôzne úrovne **priority**.
- polia **VPI** a **VCI** (Virtual Path Identifier, Virtual Channel Identifier)
 - smerovanie,
 - spojenie virtuálnym kanálom - základný druh spojenia a vytvára virtuálny kanál medzi dvoma spojovacími bodmi (je daný hodnotou VCI),
 - **virtuálna cesta** - zlučuje viacero virtuálnych kanálov (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,
- pole **HEC** (Head Error Control)
 - má dĺžku 8 bitov,
 - cyklický ochranný kód slúži na **zabezpečenie** hlavičky proti chybám prenosu (kód je schopný opraviť **jednu chybu**).

ATM adaptačná vrstva (AAL)

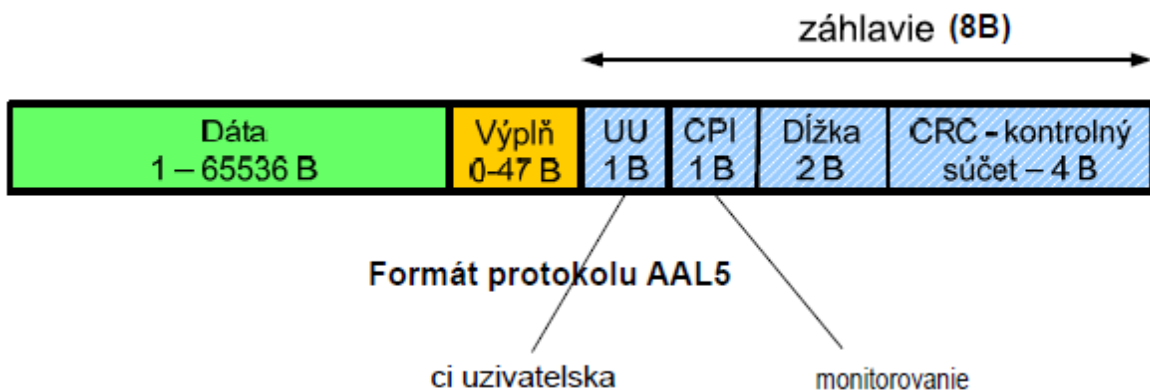
- úlohou je sprostredkovať služby ATM vrstvy vyšším používateľským vrstvám



- Segmentation And Reassembly Sublayer (**SAR**)
 - spracúva informáciu z vyššej podvrstvy tak, aby mala formát informačného poľa bunky,
 - spätne rekonštruje 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.

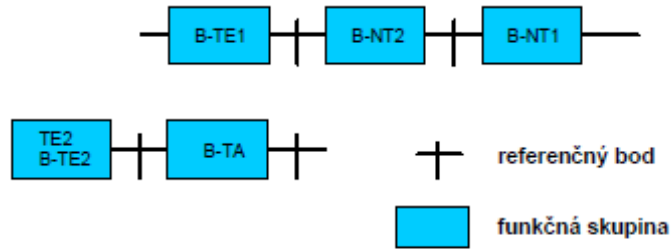
AAL 5 protokol

vypln 48 bajtov, aby to bolo delitelne 48



- **Používateľské rozhranie UNI**

- Univerzálne prostredie, pomocou ktorého je možný prístup do ATM siete



Základná referenčná konfigurácia

- Prístup na UNI
 - 155 520 kbit/s a 622 080 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, obnova prenosových rámcov
 - adaptácia prenosového toku na prenosové rámce
 - HEC verifikácia
 - delineácia buniek
 - cell rate decoupling

