

Téma č.5: ATM

Osnova:

1	Úvod.....	2
1.1.1	ISDN - prvá univerzálna sieť, jej nedostatky	2
1.1.2	Dátové siete – ich nedostatky	2
1.2	Požiadavky na univerzálnu sieť:	3
1.2.1	Nezávislosť na službe.....	3
1.2.2	Nezávislosť na rýchlosti	3
1.2.3	Prenos dátových signálov	3
1.2.4	Prenos synchrónnych (izochrónnych) signálov	3
1.2.5	Spoľahlivý a bezchybný prenos.....	3
1.2.6	Spolupráca so súčasnými sieťami	3
1.2.7	Bezpečnosť do budúcnosti	3
1.3	Šírka pásma potrebná pre jednotlivé služby.....	4
2	Odporúčania ITU-T pre B-ISDN.....	4
3	Princíp ATM	5
3.1.1	Asynchrónne časové delenie ATD	5
3.1.2	Rýchle paketové prepájanie FPS	5
3.1.3	Základný mód pre B-ISDN.....	6
4	Vlastnosti ATM.....	6
4.1.1	Paket konštantnej dĺžky.....	6
4.1.2	Spojovo orientovaný prenos.....	7
4.1.3	Žiadna kontrola chýb v sieťových uzloch	7
4.1.4	Žiadna kontrola toku dát a prevádzky v sieťových uzloch.....	7
4.1.5	Transparentné prepájanie buniek v smerovacích uzloch.....	8
4.1.6	Porovnanie s klasickými technológiami	8
5	B-ISDN protokolový referenčný model	9
6	Sieťové rozhrania	10
6.1	User-to-Network Interface (UNI).....	10
6.2	Network-to-Node Interface (NNI).....	10
6.3	Data Exchange Interface (DXI).....	11
7	Základná referenčná konfigurácia	11
7.1	Fyzická vrstva.....	11
7.1.1	Prenos multiplexom ATM.....	11
7.1.2	Prenos pomocou SDH	12
7.1.3	Podvrstvy fyzickej vrstvy	12
7.1.3.1	Physical Media Sublayer (PM)	12
7.1.3.2	Transmission Convergence Sublayer (TC).....	12
7.2	ATM vrstva	12
7.3	ATM adaptačná vrstva (AAL).....	14
7.3.1	TRIEDA A	14
7.3.2	TRIEDA B.....	14
7.3.3	TRIEDA C.....	14
7.3.4	TRIEDA D	14
8	ATM spojenia.....	16
8.1	Identifikátory spojení.....	16
8.1.1	Virtual Channel Connection.....	16

8.1.2	Virtual Path Connection	16
8.1.3	Použitie identifikátorov pri prepínaní buniek.....	17
8.2	Typy ATM spojení	17
8.3	Vytváranie ATM spojení.....	18
8.4	SVC signalizácia	18
8.4.1	Adresácia v ATM sieti	18
8.4.2	Štandardy signalizačných protokolov.....	19
8.4.3	Signalizačný protokol Q.2931	19
8.4.4	Meta signalizácia.....	19
8.4.5	Zriaďovanie spojenia.....	20
8.4.6	Procedúra ukončenia	20
8.4.7	Signalizácia počas spojenia	20
8.4.8	Spojenie bod - multibod	21
9	Služby ATM.....	21
9.1	Interaktívne služby	21
9.1.1	Konverzačné služby	21
9.1.2	Výmena správ- messaging.....	22
9.1.3	Retrieval služby.....	22
9.2	Distributívne služby	22
9.2.1	Služby bez zákaznickej kontroly	22
9.2.2	Služby pod kontrolou zákazníka	23

1 Úvod

1.1.1 ISDN - prvá univerzálna sieť, jej nedostatky

Zavedením ISDN sa realizuje prvá univerzálna sieť, ktorá dokáže prenášať a prepájať väčšinu súčasných služieb. ISDN však nie je rovnako vhodná pre všetky služby a tak niektoré signály prenáša neefektívne.

Hneď ako sa v ISDN zriadi prenosový kanál, nie je možná jeho zmena počas trvania spojenia. V prípade, že sa v takomto kanále prenáša signál s variabilnou rýchlosťou prenosu, musí byť šírka kanála nastavená na maximálnu rýchlosť signálu a tak je vlastne kanál väčšinu času nevyužitý.

Základný B - kanál v ISDN je 64 kbit/s, čo nie je dostačujúce pre veľmi rýchle signály ako počítačové dáta, alebo video. Je možné spájať viacero kanálov paralelne, ale pri veľkom počte paralelných kanálov sa musí udržiavať synchronizácia medzi kanálmi, čo spôsobuje problémy pri prenose a spojovaní. Preto sa rýchle a dátové signály prenášajú odlišnými sieťami (distribúcia televízneho signálu, alebo počítačové siete).

1.1.2 Dátové siete – ich nedostatky

Dátové siete umožňujú vysokú rýchlosť prenosu (viac ako 100 Mb/s). Dátové siete majú paketový charakter a bez zvláštnych opatrení **nezaručujú konštantné oneskorenie signálu v sieti**. To je nežiaduce pre synchronne signály a signály v reálnom čase, ktoré vyžadujú časovo transparentný prenos.

Skutočne univerzálna sieť musí preto zohľadňovať asynchrónny a synchronný charakter signálu, rôzne (aj variabilné) prenosové rýchlosti a heterogénnosť koncových terminálov.

1.2 Požiadavky na univerzálnu sieť:

1.2.1 Nezávislosť na službe

Sieť musí prepájať a prenášať všetky služby rovnako efektívne. Znamená to, že musí byť nezávislá na type koncového terminálu. Je preto potrebné definovať univerzálne účastnícke rozhranie UNI s protokolovou štruktúrou a prístupovými bodmi pre všetky dnešné, a j v budúcnosti očakávané služby.

1.2.2 Nezávislosť na rýchlosti

Sieť musí akceptovať všetky rýchlosti koncových terminálov, vrátane variabilných prenosových rýchlostí. Z toho vyplýva, že aj prenosový kanál musí mať variabilnú šírku prenosového pásma, pretože v prípade konštantnej šírky pásma prenosového kanála je sieť pre signály s variabilnou rýchlosťou neefektívna.

1.2.3 Prenos dátových signálov

Asynchrónny dátový prenos je základom počítačovej komunikácie. ATM sieť by mala byť chrbtovou kosťou pre vzájomné prepojenie počítačových sietí LAN a dátových sietí MAN. Dátový prenos je preto nevyhnutnou podmienkou činnosti B-ISDN.

1.2.4 Prenos synchronných (izochrónnych) signálov

Najrozšírenejšou telekomunikačnou službou je dnes sprostredkovanie hlasovej komunikácie prostredníctvom telefónneho spojenia. Telefónny hovor je synchronný signál v reálnom čase a požaduje transparentný prenos. Distribúcia video signálu musí mať tiež definované časové vzťahy medzi vysielačom a prijímačom.

1.2.5 Spôľahlivý a bezchybný prenos

To je jedna z najdôležitejších požiadaviek na telekomunikačné siete. Nie všetky signály sú rovnako citlivé na poruchy počas prenosu. Sieť preto musí prenos odovzdávajúci službe s najprísnejšími požiadavkami, alebo musí pri prenose rozlišovať požiadavky na kvalitu prenosu daného signálu.

1.2.6 Spolupráca so súčasnými sieťami

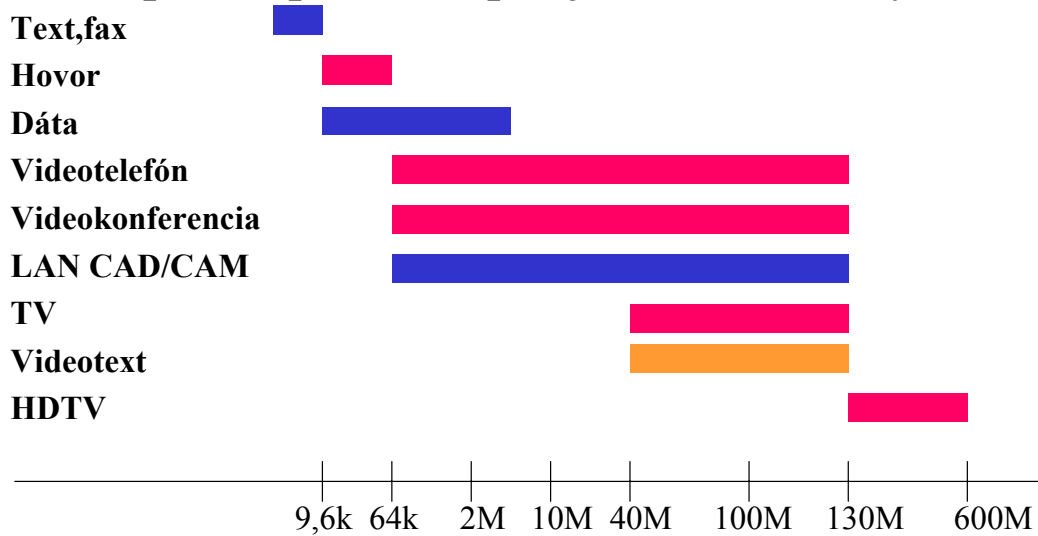
Je pravdepodobné, že ako pri ISDN, aj pri B-ISDN budú vznikať najprv izolované ostrovy, ktoré sa budú postupne prepájať a rozširovať. Preto je spolupráca s existujúcimi sieťami nutnou podmienkou fungovania celej siete.

1.2.7 Bezpečnosť do budúcnosti

Univerzálnosť siete by sa mala prejavovať aj v tom, že dokáže v budúcnosti akceptovať služby, ktoré dnes ešte neexistujú.

Zabezpečenie splnenia týchto požiadaviek vyžaduje flexibilný prenosový mód a spôsob prepájania v sieti. Tomuto zodpovedá digitálna sieť vybudovaná na technológii ATM.

1.3 Šírka pásma potrebná pre jednotlivé služby



2 Odporúčania ITU-T pre B-ISDN

Výskum v oblasti transfer módu pre B-ISDN sa začal v roku 1983. V roku 1985 sa inicializoval štandardizačný proces na pôde CCITT (ITU-T) a v ETSI NA5. V roku 1988 na zasadnutí v Soule vybraný jeden z navrhovaných transfer módov pre B-ISDN a nazvaný ATM – Asynchronous Transfer Mode.

Prehľad odporúčaní pre B-ISDN je usporiadaný do sérií.:

- Séria I.100 – Všeobecná platforma
Zaoberá sa všeobecnými konceptmi, štruktúrou, terminológiou a metódami použitými v B-ISDN.
- Séria I.200 – Služby
Kvalifikujú a definujú služby v B-ISDN a požiadavky na ich kvalitu.
- Séria I.300 – Sieťové aspekty a funkcie.
Definuje referenčný protokolový model B-ISDN, popisujú vrstvy modelu a riadenie prevádzky v sieti.
- Séria I.400 – Uživatelské rozhranie - UNI
Definujú spôsob pripojenia účastníka k verejnej sieti. Zabezpečuje sa tak kompatibilita koncových zariadení bez ohľadu na výrobcu a krajinu, kde je koncové zariadenie pripojené. Sú definované referenčné body rozhrania, dátové rýchlosti a protokolové vrstvy na UNI.
- Séria I.500 – Medzisieťové rozhrania
Zabezpečujú spoluprácu B-ISDN v rôznych krajinách a spoluprácu s ostatnými existujúcimi sieťami.
- Séria I.600 – Údržba v ISDN
Obsahom sú princípy údržby a dohľadu v ISDN sieti.
- Série Q – signalizácia a spojovanie
- Séria G.700 – prenosové prostriedky

- Série G.800 a G.900 – prenosové systémy hlavne transportom B-ISDN signálu cez SDH

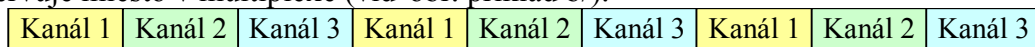
3 Princíp ATM

Transfer mód s prepájaním paketov ako aj transfer mód s prepájaním okruhov nie sú vo svojej čistej podobe vhodné ako univerzálny mód pre B-ISDN. Preto bol v roku 1983 inicializovaný výskum v oblasti rýchleho paketového prepájania FPS (Fast Packet Switching) a asynchrónneho časového delenia ATD (Asynchronous Transfer Division).

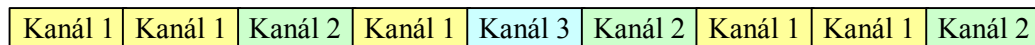
3.1.1 Asynchrónne časové delenie ATD

Vychádza zo synchronného časového delenia STD (Synchronous Time Division), pridaním inteligencie do multiplexorov. **STD** sú kanály pre jednotlivé zdroje ukladané do multiplexoru pravidelne. **Každý kanál je presne definovaný svojou časovou polohou.** Multiplex tak vytvára pravidelné rámce (viď obr. príklad a/). Takéto delenie multiplexu nie je vhodné pre signály, ktoré majú navzájom rôzne bitové rýchlosti, ani pre signály s variabilnou šírkou pásma.

ATD ukladá signály do kanálov nepravidelne, podľa potreby zdrojov. To znamená, že signály s vyššou bitovou rýchlosťou budú v multiplexe častejšie, pomalé kanály budú zastúpené v multiplexe menej často. To si vyžaduje inteligenciu vo vstupných multiplexoroch, ktoré potom nazývame štatistické multiplexory. Štatistický multiplexor rozoznáva bitovú rýchlosť vstupujúceho signálu a podľa toho mu rezervuje miesto v multiplexe (viď obr. príklad b/).



a/



b/

Použitie ATD však vnáša neurčitost' v identifikácii signálu. V SDT mal každý signál presne určený kanál v rámci a tak bol v prijímači presne lokalizovaný. V ADT je signál multiplexovaný štatisticky a prijímač nemá žiadnu informáciu, kde v multiplexe sú jednotlivé komponenty signálu. Každý komponent (paket) musí preto niesť v sebe identifikačnú adresovú informáciu. **Spojenie potom už nie je určené časovou polohou v multiplexe, ale adresou v hlavičke paketu, ktorá definuje logické (virtuálne) spojenie.**

3.1.2 Rýchle paketové prepájanie FPS

Vychádza z paketového prepájania, ale podstatne redukuje jeho zložitost'. Paketové prepájanie, ktorého typickým príkladom je sieť X.25, vzniklo v čase, keď vysoká chybovosť prenosových liniek nezaručovala bezchybnú prevádzku. Pre spoľahlivú link-by-link prevádzku bol v sieťových smerovacích uzloch použitý zložitý procesing, ktorý sledoval sekvenciu a chybovosť paketov. Spoľahlivosť prevádzky sa zvýšila, ale operácie v uzloch spomaľovali prenos. Sieť nebola vhodná pre rýchly prenos dát a kvôli časovej netransparentnosti neumožňovala ani transport izochrónnych signálov (telefónna prevádzka).

Rýchle paketové prepájanie (FPS) na rozdiel od klasického paketového prepájania spoľieha na kvalitné optické prenosové linky a odstraňuje procesing zo smerovacích uzlov. **Nevykonáva žiadnu kontrolu chýb a riadenie toku v sieti.** Ak sú tieto funkcie potrebné tak sú presunuté k vyšším vrstvám protokolového modelu a tým sú vytlačené von zo siete smerom ku koncovým zariadeniam. Kontrola chýb a riadenie toku nadobúda end-to-end charakter.

3.1.3 Základný mód pre B-ISDN

Ako základný mód pre B-ISDN bol zvolený ATM – Asynchronous Transfer Mode, ktorý spája výhody ATD a FPS a vytvára prenosové a prepájacie prostredie pre synchronne aj asynchronne signály. Je to paketovo orientovaný mód prenosu, ale dokáže zabezpečiť časovú transparentnosť.

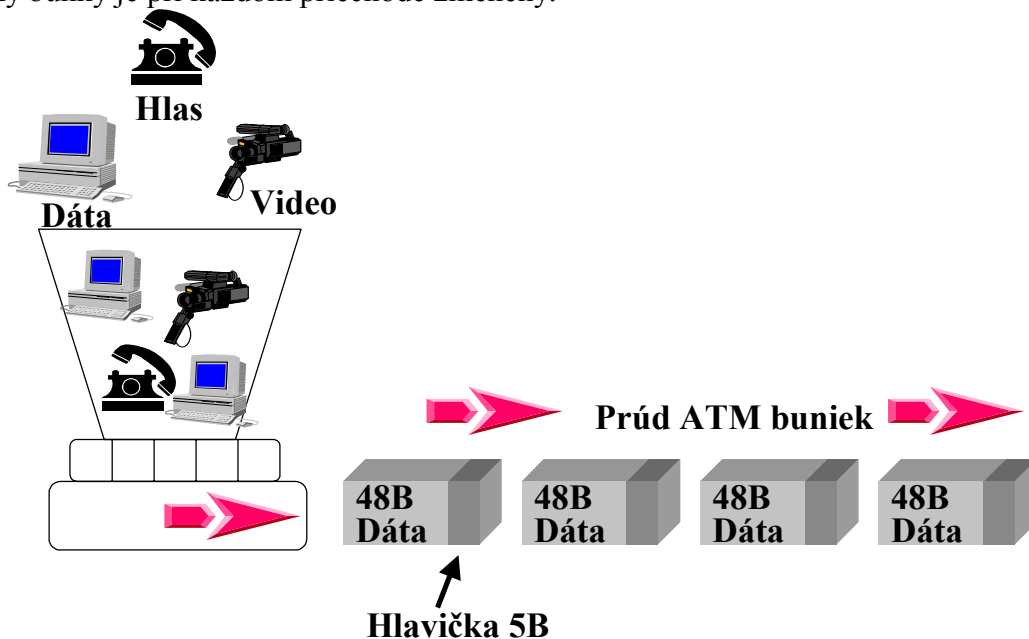
4 Vlastnosti ATM

4.1.1 Paket konštantnej dĺžky

Paket pre ATM sieť je nazývaný **bunka**, aby bol odlišný od paketu vo formáte X.25.

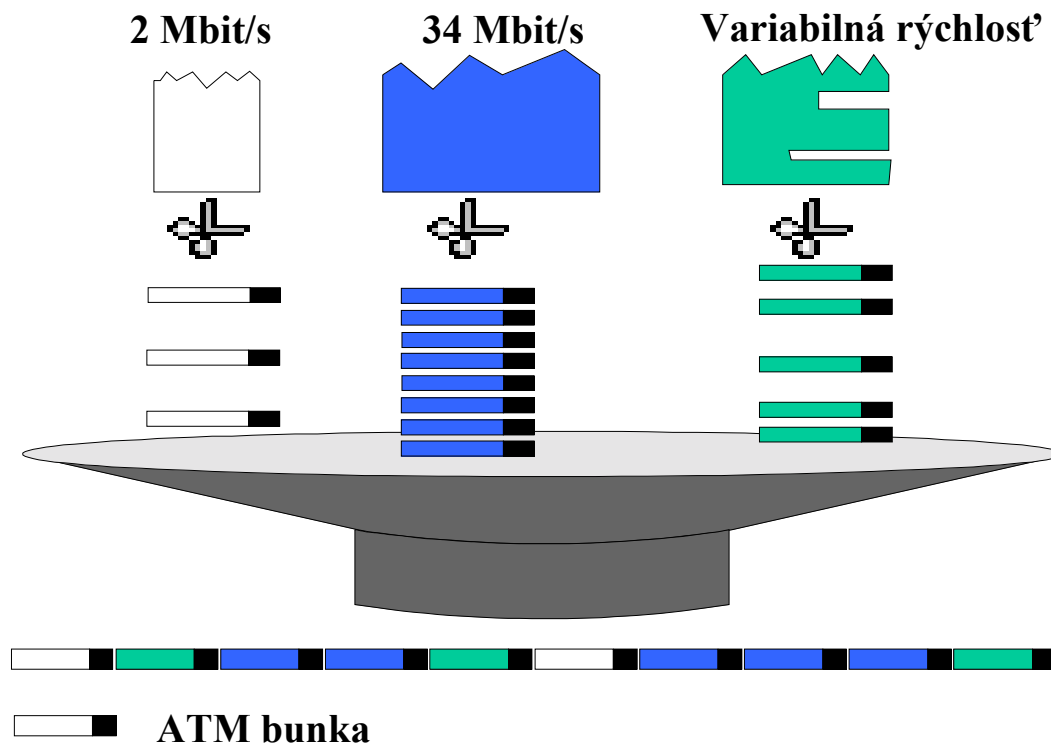
ATM používa bunky s pevnou dĺžkou 53 bytov. To je relatívne málo v porovnaní s typickou dĺžkou paketov, používaných v štandardných sieťach LAN (až niekoľko kB), ale je to kompromis medzi nárokmi na prenos rôznych typov informácií (pre prenos dát by bola vhodnejšia dlhšia bunka, pre prenos hlasu zase kratšia).

Každá bunka má hlavičku s dĺžkou 5 B, ktorá nesie identifikačné, riadiace a smerovacie informácie. 48 bytové telo bunky obsahuje vlastné dáta (dáta z pohľadu ATM siete, v skutočnosti sa môže jednať o služobné dáta protokolov nad vrstvou ATM). Zatiaľ čo táto dátová časť sa pri priechode ATM prepínačom nemení, obsah hlavičky bunky je pri každom priechode zmenený.



Bunky nie sú ukladané do multiplexu pravidelne, ale štatistickým multiplexovaním. Ako je vidieť na obrázku, všetky signály sú delené do rovnakých paketov a ukladané do spoločného multiplexu.

V prípade, že neexistujú bunky od žiadneho zdroja, do multiplexu sa ukladajú prázdne bunky.



4.1.2 Spojovo orientovaný prenos

ATM je spojovo orientovaný mód, takže pred užívateľskou komunikáciou je vykonávaná fáza zostavenia spojenia. Procesom zostavenia spojenia sa zostaví tzv. **virtuálny okruh**, ktorý predstavuje virtuálne kanály na postupnosti sieťových liniek, čím sa dohromady vytvorí end-to-end spojenie.

Po vytvorení virtuálneho spojenia budú všetky bunky prislúchajúce jednému spojeniu prepravované tou istou cestou. Zostavenie spojenia je riadené signalizáciou a meta-signalizáciou. ATM môže podporovať aj služby bez spojovej orientácie.

V prípade ATM, nadväzovanie spojenia umožňuje navyše alokáciu prenosového pásma podľa požiadaviek koncových uzlov (bandwidth-on-demand) a tak efektívne toto pásmo využívať a zaistiť požadovanú kvalitu spojenia (QoS - Quality of Service).

4.1.3 Žiadna kontrola chýb v sieťových uzloch

Pre zabezpečenie časovej transparentnosti nie je v sieťových uzloch vykonávaná kontrola bezchybnosti prenosu informačného poľa buniek. Kontroluje sa len hlavička, pretože tá nesie smerovaciu informáciu. ATM spolieha na prenos po optických vláknach, ktoré zabezpečujú prenos s nízkou chybovosťou.

4.1.4 Žiadna kontrola toku dát a prevádzky v sieťových uzloch

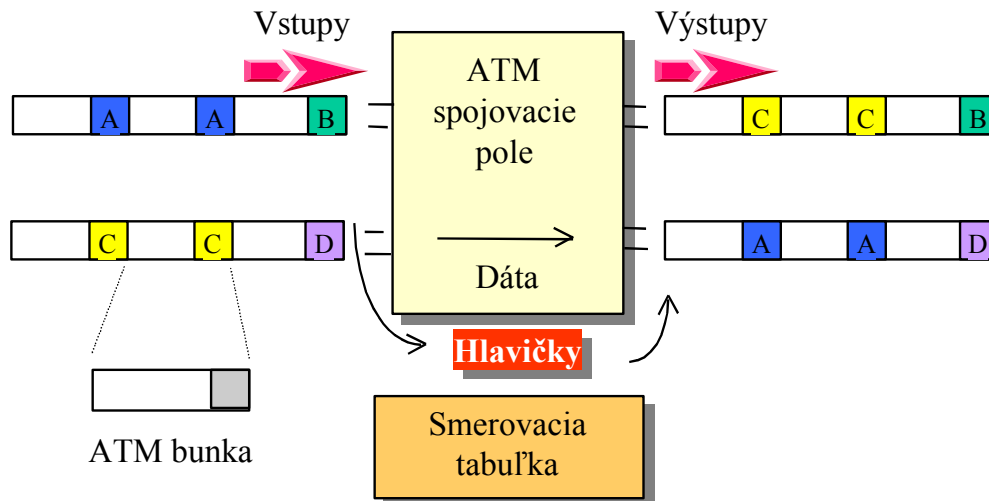
V prípade preťaženia multiplexu, alebo iných chybových stavoch, zvýši sa v ATM sieti počet zavrnutých (stratených) buniek.

Neuskutočňujú sa však žiadne opatrenia (ako žiadosť o opakovanie vysielania paketov a pod.) inicializované v sieťových uzloch. Táto kontrola prevádzky je v ATM sieti robená na účastníckom rozhraní. Používa sa tu preventívne riadenie prevádzky pri vstupe zdroja do multiplexu.

Spojovo orientovaný prenos uľahčuje preventívne riadenie prevádzky, pretože už pri žiadosti o spojenie sa môže posúdiť, či je pravdepodobné, že signál preťaží multiplex. Ak áno, spojenie je odmietnuté.

4.1.5 Transparentné prepájanie buniek v smerovacích uzloch

ATM bunky sú smerované v smerovacích (spojovacích) uzloch. Spojovacie uzly využívajú paralelné spojovacie poľa. Spojovanie v ATM musí zohľadňovať paketový charakter siete.



Keďže bunky sú umiestnené v multiplexe nepravidelne, každá bunka musí byť prepájaná zvlášť. Informácia o smerovaní bunky je umiestnená v hlavičke.

V spojovacom poli sa preto musí hlavička oddeliť od bunky, rozkóduje sa smerovacia informácia a podľa nej sa smeruje bunka z určitého vstupu na žiadaný výstup z poľa. Kvôli ďalšiemu smerovaniu môže byť hlavička v uzle modifikovaná.

Spojovanie nesmie spomaľovať chod buniek v sieti. Smerovanie (spracovanie hlavičky) je preto realizované hardvérovou - čítaním smerovacích tabuliek, ktoré sú nastavené počas fázy zostavenia spojenia.

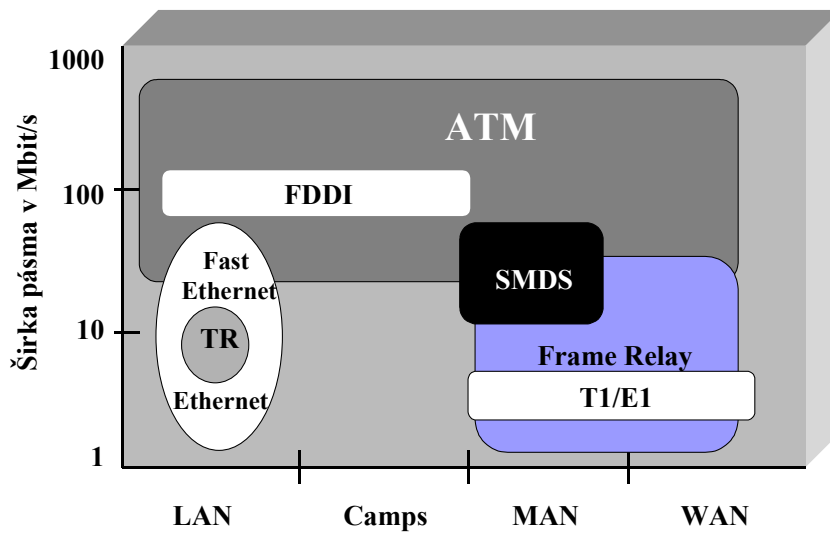
Vďaka smerovacím tabuľkám v spojovacích uzloch hlavička bunky nemusí niesť kompletnú smerovaciu informáciu pre bunku. Zostavenie spojenia realizuje signalizačný proces, ktorý disponuje kompletnou smerovacou informáciou pre dané spojenie. Informačné ATM bunky majú potom v hlavičkách len identifikátory VPI a VCI (Virtual Path Identifier a Virtual Channel Identifier), ktoré smerujú bunku v spolupráci so smerovacími tabuľkami v sieťových uzloch.

Práve malá veľkosť a pevná dĺžka ATM bunky umožňuje optimalizáciu hardvérovej matice prepínača, takže oneskorenie buniek (cell latency) možno minimalizovať v porovnaní s klasickými sieťovými technológiami. Možno tak dosiahnuť teoreticky až rýchlostí rádovo Gb/s v porovnaní s tradičnými LAN smerovačmi.

Nonblocking prepínač je schopný prenášať prúd buniek medzi všetkými svojimi portami ich plnou rýchlosťou. Napr. ATM prepínač so 16 portami s rýchlosťou 155 Mb/s bude vyžadovať prepínaciu maticu s agregovanou priepustnosťou 2,5 Gb/s.

4.1.6 Porovnanie s klasickými technológiami

Oblasť využitia technológie ATM v porovnaní s klasickými technológiami ukazuje obrázok.



5 B-ISDN protokolový referenčný model

Model je logicky členený na vrstvy a roviny. Každá z rovín má svoju špecifickú funkciu.

- Manažment rovina

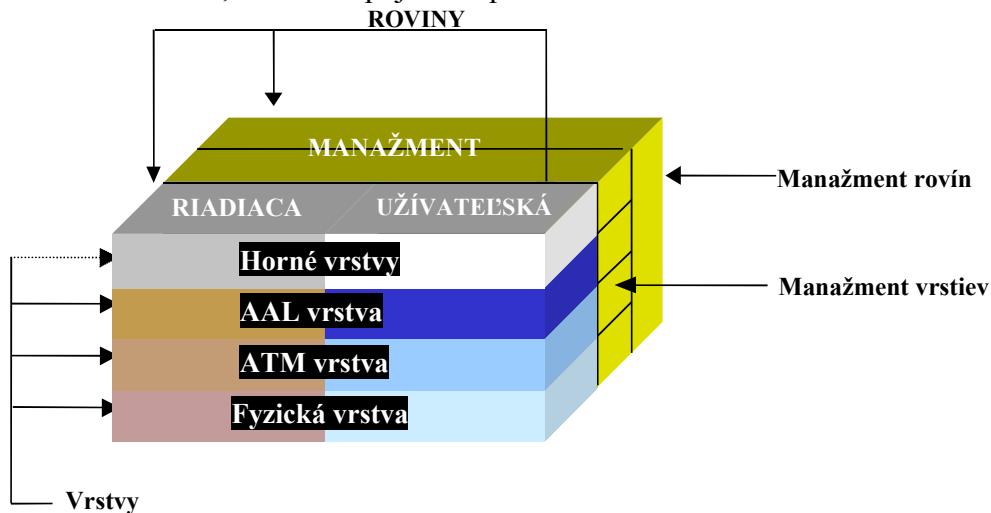
Zabezpečuje monitorovanie a dohľad nad sieťou a je delená na dve časti. Plane Management podrovina riadi systém ako celok a určuje koordináciu medzi všetkými rovinami. Táto rovina nemá vrstvovú štruktúru.

- Užívateľská rovina

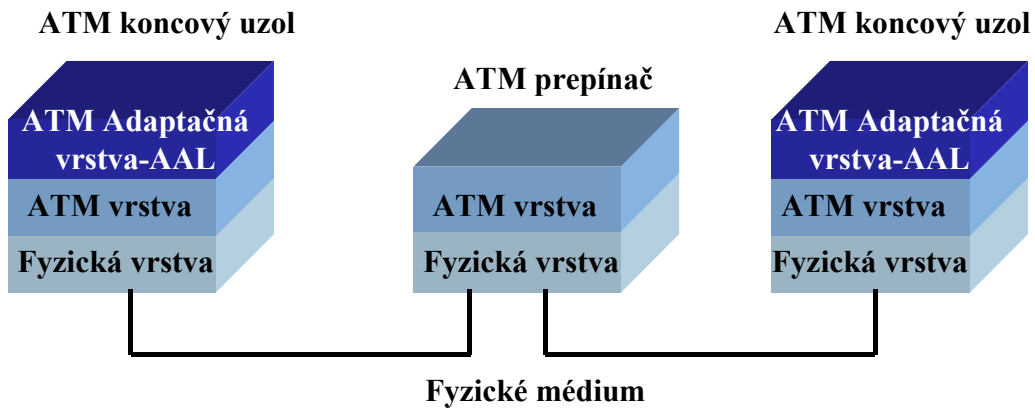
Riadi informačný tok medzi užívateľmi.

- Riadiaca rovina

Riadi zostavenie, zrušenie spojenia a priebeh komunikácie.



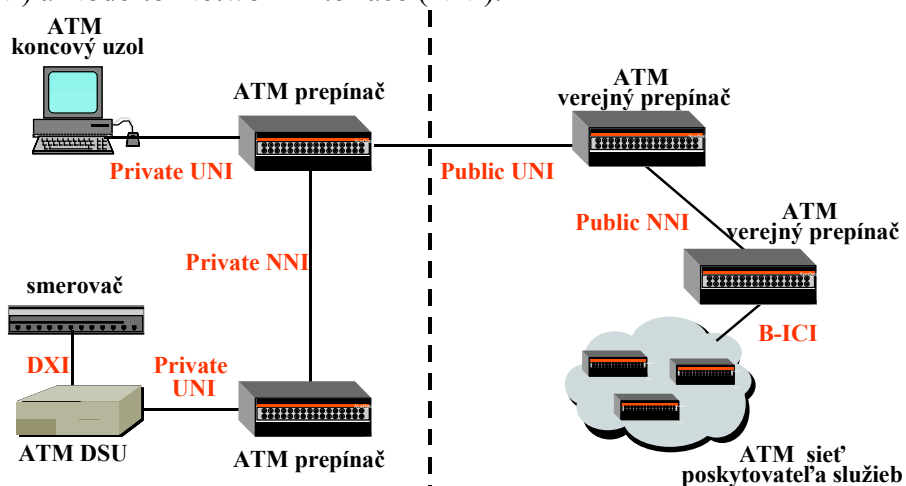
Obr. : B-ISDN protokolový referenčný model



Obr. : Spojovanie v sieti ATM

6 Sieťové rozhrania

Každý ATM spoj je typu bod-bod (logické spojenia typu bod-množina a množina-množina sa riešia zvláštnym spôsobom), a tak podľa typu spojenia (prepínač-prepínač alebo prepínač-koncové zariadenie) sa rozlišujú rozhrania: User-to-Network Interface (UNI) a Node-to-Network Interface (NNI).



6.1 User-to-Network Interface (UNI)

Každé rozhranie medzi ATM prepínačom a ATM koncovým uzlom je nazývané User-to-Network Interface (UNI).

UNI sa rozlišuje na **Private UNI** a **Public UNI**, podľa toho, či sa jedná o pripojenie koncového bodu v privátnej ATM sieti alebo pripojenie do verejnej ATM siete.

6.2 Network-to-Network Interface (NNI)

Riadiace informácie vymieňané medzi koncovým zariadením a prepínačom sú jednoduchšie a iné ako informácie medzi dvoma prepínačmi, bolo definované rozhranie Network-to-Network Interface (NNI). Je rozlíšené na dva typy, Private NNI (P-NNI) a Public NNI, podľa toho, či sa jedná o prepojenie prepínačov v privátnej alebo verejnej ATM sieti.

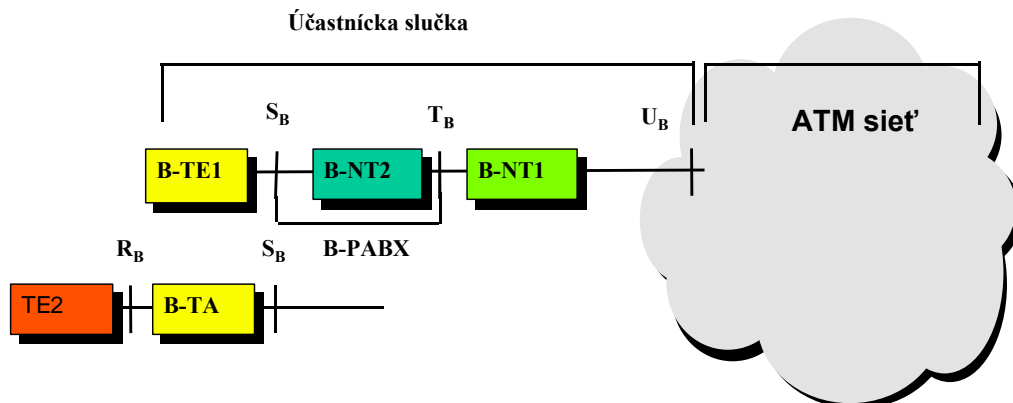
Public NNI je tiež známe pod názvom Inter-Switching-System-Interface (ISSI), a rozdeľované na Private ISSI a Public ISSI. Časť Public ISSI, nazývaná Inter-Lata ISSI je dnes známa pod názvom Broadband Interexchange Carrier Interconnect (B-ICI)

6.3 Data Exchange Interface (DXI)

Rozhranie DXI popisuje lokálne rozhranie medzi klasickým paketovo založeným smerovačom a zariadením ATM DSU (Digital Service Unit). Typicky sa prepája port DXI ATM prepínača s portom HDLC (High-Level Data Link Control) klasického smerovača.

7 Základná referenčná konfigurácia

Základné funkčné skupiny a referenčné body na rozhraní UNI sú zobrazené na obr.



Referenčné body T_B, S_B a R majú podobný význam ako v N-ISDN, na odlišenie sú označené indexom B. Referenčný bod R nemusí mať nutne širokopásmový charakter, závisí to od použitého terminálu.

Referenčný bod T_B oddeľuje verejnú B-ISDN sieť od užívateľskej oblasti
Referenčný bod S_B oddeľuje prípadnú B-ISDN privátnu sieť (napr. širokopásmovú pobočkovú ústredňu B-PABX) od užívateľského terminálu.

B-NT1 funkčná skupina (Broadband network termination) je ukončenie siete v užívateľskej oblasti.

B-NT2 predstavuje nejakú formu privátnej širokopásmovej siete (kde bude najčastejšie použitá B-PABX).

B-TE1 je užívateľský širokopásmový terminál prispôsobený na rozhranie S_B.

TE2 a B-TE2 sú úzkopásmové, alebo širokopásmové účastnícke terminály ktoré nemajú rozhranie S_B a preto musia používať terminálový adaptér B-TA. Nasledujúce charakteristiky fyzickej vrstvy sa vzťahujú na rozhranie T_B, ale charakteristiky na S_B nemusia byť odlišné.

7.1 Fyzická vrstva

Funkcie fyzickej vrstvy sú nezávislé od služieb v horných vrstvách a jej hlavnou úlohou je vytvoriť pre ne transportný mechanizmus. Mechanizmus prenosu môže byť dvojaký.

7.1.1 Prenos multiplexom ATM

Na prenos s využívajú priamo v multiplexe zoradené bunky ATM. Princíp ATM dovoľuje aj prenosové funkcie a nepotrebuje pre transport žiadne ďalšie prídavné funkcie.

7.1.2 Prenos pomocou SDH

SDH (Synchronous Digital Hierarchy) je synchronný prenosový systém odvodený z amerického systému SONET (Synchronous Optical Network). V súčasnosti je správami spojov intenzívne zavádzaný a tak bude použitý aj pre prenos ATM signálu. Prenos ATM buniek pomocou SDH predpokladá proces mapovania ATM multiplexu do prenosových modulov SDH.

Poznámka: Existuje aj možnosť ATM signálu pomocou dnešných PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy) prenosových trás. Prenos je však neefektívny kvôli samotnému princípu PDH (Bližšie informácie sú v návrhoch doporučení G.700, Study Group XVIII).

Charakteristiky prenosov sú rozdielne. Aby fyzická vrstva zachovávala rovnaké rozhranie smerom k vyššej ATM vrstve, je delená do dvoch častí.

7.1.3 Podvrstvy fyzickej vrstvy

7.1.3.1 *Physical Media Sublayer (PM)*

Podvrstva fyzického média zabezpečuje vysielanie a príjem bitov a fyzický prístup na prenosové médium. Akceptuje prenos pomocou SDH aj multiplexom ATM. Sú predpokladané dve rýchlosti prenosu a to 155 520 Mbit/s a 622 080 Mbit/s.

Rýchlosť **155 520 Mbit/s** je hodnota platná pre transportný modul 1 v SDH (alebo ekvivalentný OC-3 v SONET). UNI rozhranie s touto rýchlosťou sa predpokladá symetrické, t.j. s rovnakou rýchlosťou v oboch smeroch.

Rýchlosť **622 080 Mbit/s** je hodnota platná pre transportný modul 3 v SDH (OC-12 v SONET). UNI rozhranie s touto rýchlosťou môže byť symetrické, alebo nesymetrické. V prípade nesymetrického rozhrania bude smerom do siete rýchlosť 155 520 Mbit/s a smerom k užívateľovi rýchlosť 622 080 Mbit/s. Asymetrické rozhranie bude výhodné v prípade distribúcie televíznych programov smerom k účastníkovi.

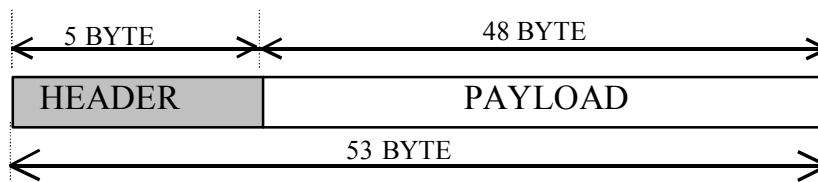
7.1.3.2 *Transmission Convergence Sublayer (TC)*

Podvrstva prenosovej konvergenie preberá bunky z ATM vrstvy a upravuje ich do odpovedajúceho formátu pre prenos pomocou PM podvrstvy. TC podvrstva má niekoľko základných funkcií:

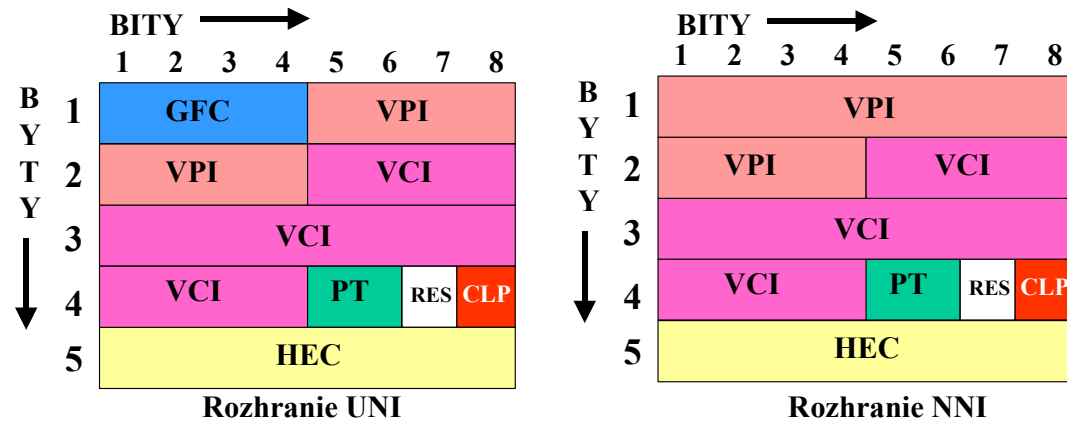
- Adaptácia prenosových rámcov. TC podvrstva štrukturalizuje tok buniek do požadovaného prenosového formátu (SDH, ATM) a naopak
- Cell delineation. TC podvrstva rozoznáva hranice buniek pomocou HEC (Header Error Control) mechanizmu a skramblovania.
- Verifikácia hlavičky bunky. TC podvrstva verifikuje platnosť hlavičky pomocou HEC opravného kódu (príjem) a vypočítava odpovedajúcu HEC sekvenciu (vysielanie).
- Cell decoupling - TC podvrstva vkladá a vyberá prázdne bunky kvôli zachovaniu kapacity prenosového kanála.

7.2 ATM vrstva

ATM vrstva spracúva všetky funkcie vzťahujúce sa k hlavičke bunky. Je nezávislá na fyzickom prenosovom médiu a spoločná pre všetky informačné toky. ATM bunka má pevnú dĺžku 53 byte a delí sa na hlavičku (5 byte) a informačné pole (48 byte).



Obrázok 1: Hlavička ATM bunky

**Pole GFC**

Pole GFC - Generic Flow Control - má dĺžku 4 bity a existuje len na rozhraní UNI. Jeho funkcia zatiaľ nie je presne špecifikovaná. Bude pravdepodobne použitý ako prístupový mechanizmus, ktorý dovoľuje implementovať rôzne úrovne priority.

Pole VCI a VPI

Polia VPI - Virtual Path Identifier - (identifikátor virtuálnej cesty) a VCI - Virtual Channel Identifier - (identifikátor virtuálneho kanála) majú v UNI dĺžku 8 (VPI) resp. 16 (VCI) bitov a majú smerovací charakter.

Pole PT

Pole PT - Payload Type - (typ informačného poľa) má dĺžku 2 bity a nesie informáciu, či v informačnom poli bunky je uložená užívateľská, alebo sieťová informácia.

Pole RES

Pole RES - Reserved - (rezervné) je určené pre budúce aplikácie.

Pole CLP

Pole CLP - Cell Loss Priority - (priorita bunky v prípade straty) má dĺžku 1 bit a je určená na diferencovanie buniek v rámci jedného ATM spojenia.

Pole HEC

Pole HEC - Head Error Control - (zabezpečenie hlavičky proti chybám) má dĺžku 8 bitov a zaberá posledný byte hlavičky.

Rozoznávame nasledovné typy buniek:

- užívateľské bunky (Assigned Cells)
- prázdne bunky (Unassigned Cells, Idle Cells)
- bunky pre riadenie signalizácie (Metta-Signaling Cells)

- bunky pre manažment fyzickej vrstvy (PLOAM - Physical Layer Operation and Maintenance Cells)

7.3 ATM adaptačná vrstva (AAL)

Hlavnou úlohou adaptačnej vrstvy je sprostredkovať služby ATM vrstvy vyšším, užívateľským vrstvám. AAL tak izoluje vyššie vrstvy od špecifických charakteristík ATM vrstvy.

Štyri základné triedy služieb AAL:

7.3.1 TRIEDA A

Circuit Emulation (emulácia prepájania obvodov). Pri tejto službe sa sieť navonok javí ako sieť s prepájaním okruhov. **Táto trieda je určená pre prenos audio a video signálu s konštantnou prenosovou rýchlosťou**, ktoré majú striktné požiadavky na prenosovú rýchlosť a oneskorenie. Princíp spočíva v tom, že pri naviazaní spojenia koncové stanice oznámia požiadavky na prenosovú kapacitu (rýchlosť), tá je im rezervovaná a potom behom celého prenosu zaručená, spolu s definovanou mierou strát buniek, maximálnym oneskorením a rozptylom oneskorenia. Príklady využitia: diaľkové telefónne hovory, multimediálne prenosy v reálnom čase

7.3.2 TRIEDA B

Prenos audio a video signálu s variabilnou bitovou rýchlosťou. Pri komunikácii pomocou tejto triedy koncové uzly oznámia požadovanú maximálnu rýchlosť a tzv. udržiavaciu či priemernú rýchlosť. Ak spojenie prebieha v danom rozmedzí, aplikácia má zaručenú postačujúcu kapacitu a prenosy môžu prebiehať v zhlukoch.

7.3.3 TRIEDA C

Connection-oriented data transfer (spojovo orientovaný prenos dát). Trieda je určená na prenos dát po vytvorení spoji. Je vhodná pre aplikácie, ktoré nemajú prísne požiadavky na oneskorenie buniek, ale majú definované požiadavky na ich straty. Koncové uzly sa dohodnú na špičkovej a minimálnej prenosovej rýchlosti a miere straty buniek pri nadviazaní spojenia. Na rozdiel od predchádzajúcich dvoch tried nie je nutné časovanie medzi zdrojom a cieľom a táto trieda služieb sa hodí teda v tých prípadoch, keď nevedí isté oneskorenie a isté straty pri prenose (tie si musia „ustrážiť“ protokoly vyšších vrstiev). Táto služba sa hodí najmä na prepojenie lokálnych sietí.

7.3.4 TRIEDA D

Connectionless data service (prenos dát bez spojovej orientácie). Táto služba akceptuje informačné jednotky (nazývané rámce), ktoré obsahujú postačujúcu smerovaciu informáciu na to, aby dosiahli cieľový bod bez predchádzajúceho spojenia vysielača a prijímača. Táto trieda má premennú prenosovú rýchlosť, nevyžaduje zhodné časovanie medzi zdrojom a cieľom. V tomto prípade sa teda užívateľ uspokojí s prenosovou kapacitou siete, aká je práve k dispozícii, tzn. že mu sieť nijako nezaručuje doručenie dát k cieľu (ak dôjde k zahlteniu siete, môžu byť dáta jednoducho zahodené). Je to obdoba práce dnešných klasických sietí, ktoré tiež dopredu negarantujú žiadnu kvalitu prenosu, len sa budú „čo najviac snažiť“

(označované aj ako best-effort služba) a zaistenie spoľahlivosti prenosov je ponechané na protokoloch vyšších vrstiev.

Na obrázku sú znázornené jednotlivé druhy tried a ich požiadavky na synchronizáciu, charakter bitovej rýchlosti a spojovacieho módu.

TRIEDA	A	B	C	D
Potreba synchronizácie	ÁNO		NIE	
Bitová rýchlosť	KONŠTANTNÁ	VARIABILNÁ		
Mód spojovania	SPOJOVO ORIENTOVANÝ			BEZ SPOJOVEJ ORIENTÁCIE
ATM adaptačná vrstva	AAL1	AAL2	AAL5 AAL 3/4	AAL3/4
Príklad	telefonovanie, video	komprimované video	TCP/IP	SMDS

Je možné prirovnanie k službám leteckých spoločností.. Predstavme si tieto služby ako letenky.

CBR je potvrdená nevratná rezervácia, za prenosové pásmo budete platiť, aj keď ho nevyužijete.

VBR je refundovateľná rezervácia - pri nevyužití prenosového pásma dostanete časť ceny späť.

ABR je ako čakanie na letisku na vhodný let - cestujete až potom, ak sú voľné miesta. Tento systém je výhodný pre letecké spoločnosti, zaplnia tak voľné miesta, ktoré by zostali nevyužitú a je výhodný cenovo aj pre pasažierov, len vám nesmie príliš záležať na čase.

Služba UBR síce nemá zrovnanie, ale mohla by vyzeráť ako ABR s tým, že pri niektorom medzipristátí by ste mohli byť z lietadla z kapacitných dôvodov pokojne vysadený.

Konkrétna podoba kvality služby je daná tzv. ATM kontraktom, čo je dohoda koncového zariadenia a siete o vlastnostiach a chovaní novo budovaného spojenia. Súčasná verzia signalizačných protokolov dovoľujú definíciu vlastností spojenia iba pri jeho zostavovaní, neskôr nie je možné dohodnutý kontrakt ani zo strany siete ani zo strany koncového zariadenia meniť. Sieť je navyše povinná zabezpečovať kontrolu, či koncové zariadenie dodržiava dohodnuté parametre a v prípade ich porušovania je sieť povinná nadbytočné dáta zahodiť.

Koncová stanica môže vybudovať viacero súčasných virtuálnych spojení, každé s iným typom prenášaných dát a s inými požiadavkami na šírku pásma a kvalitu služieb. Inak povedané, každé virtuálne spojenie môže mať priradenú inú triedu služieb, dohodnutú pri ustanovení spojenia (pre ilustráciu, jedno fyzické spojenie stanice môže súčasne podporovať niekoľko rôznych aplikácií, ako napr. TCP/IP aplikáciu, videokonferenciu a aplikáciu pre príjem elektronickej pošty).

8 ATM spojenia

8.1 Identifikátory spojení

Hlavička ATM bunky nesie dva identifikátory - Virtual Path Identifier (VPI) a Virtual Channel Identifier (VCI). Tie vytvárajú dvoj úroveň hierarchiu, kedy jedna hodnota VPI môže obsahovať viacero identifikátorov VCI.

8.1.1 Virtual Channel Connection

Je to základný druh spojenia v ATM sieti a vytvára virtuálny kanál medzi dvoma spojovacími bodmi. **Je daný hodnotou VCI v hlavičke ATM bunky.**

Hodnota VCI je jedinečná len v jednej virtuálnej ceste, t.j. v spojení s určitou hodnotou VPI. VCI sa môže prechodom cez spojovacie uzly meniť.

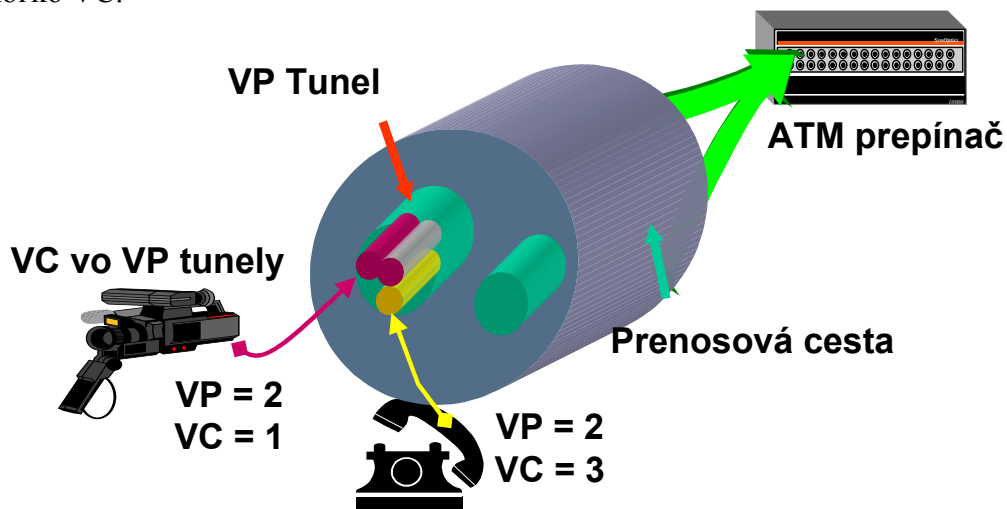
VC je akási logická linka nad spojením fyzickým.

8.1.2 Virtual Path Connection

Virtuálna cesta zlučuje viacero virtuálnych kanálov ako jeden zväzok. **Je daná hodnotou VPI v hlavičke ATM bunky.**

Rôzne virtuálne kanály v rámci jednej virtuálnej cesty musia mať rôzne VCI. Virtuálne kanály v rôznych virtuálnych cestách môžu mať rovnakú hodnotu VCI.

Virtual Path - VP je často interpretovaná ako akési spoločné "potrubie" pre niekoľko VC.



Vytvorenie virtuálnych ciest a virtuálnych kanálov umožňuje uvažovať dve vrstvy v ATM spojení - VP vrstvu a VC vrstvu.

Nižšia vrstva - VP vrstva - bude vo svojich spínačoch (VP cross-connect) prepájať len celé virtuálne cesty a nebude modifikovať virtuálne kanály. Bude teda meniť len hodnoty VPI.

Vyššia vrstva - VC vrstva - bude vo svojich spínačoch (VC Switch) prepájať virtuálne kanály, pričom môže prepájať virtuálne kanály v rámci jednej virtuálnej cesty, alebo prepnúť kanál do inej virtuálnej cesty.

Je dôležité si uvedomiť, že identifikátory VPI a VCI nereprezentujú adresy. Zatiaľ čo priechod prepínačom je dovolený len istej kombinácii VPI/VCI, ich samostatné hodnoty môžu byť použité kdekoľvek na sieti.

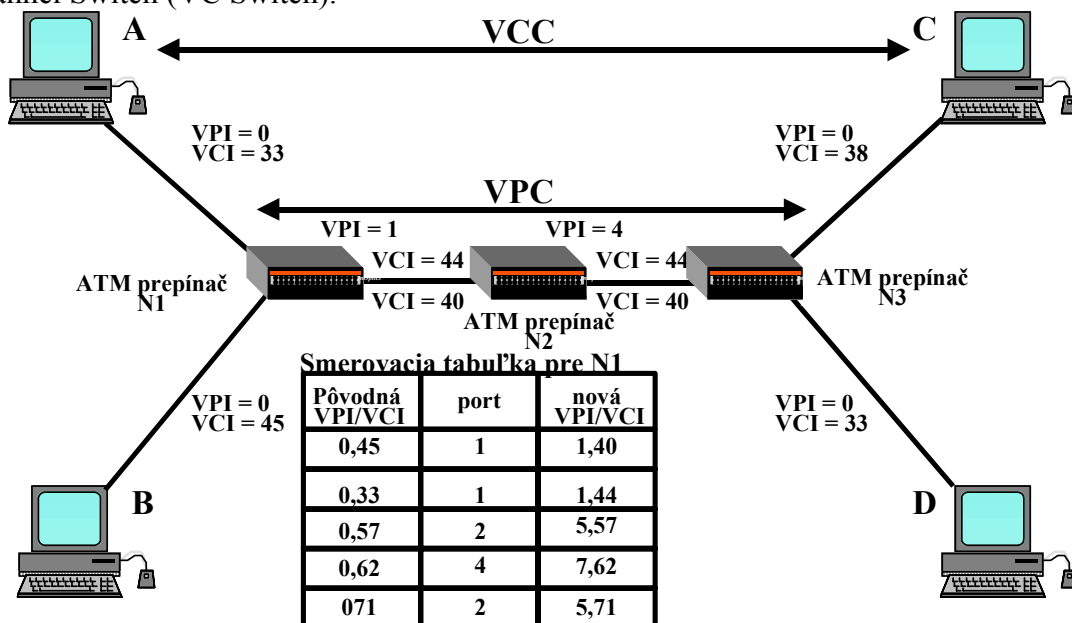
To umožňuje udržiavať identifikátory spojení dostatočne malé (spolu s pevným formátom a dĺžkou buniek) a tak prepínací hardvér môže smerovať bunky s veľkou rýchlosťou a malým oneskorením.

8.1.3 Použitie identifikátorov pri prepínaní buniek

ATM prepínač musí prečítať u každej prichodzej bunky hodnoty identifikátorov VPI a VCI a určiť, ktorému spoju bunka patrí. Potom musí prepínač určiť nové hodnoty VPI/VCI, prepísať ich v hlavičke bunky, vypočítať nový zabezpečovací kód a odoslať bunku na správny výstupný port podľa vybudovanej smerovacej tabuľky (tá je aktualizovaná vždy pri nadviazaní spojenia).

Tomuto typu prepínania sa hovorí prepínanie podľa značiek (Label Switching), pretože bunky sa prepínajú podľa týchto identifikátorov - značiek, a nie podľa cieľovej adresy na spojovej a linkovej vrstve, ako je to pri datagramovo orientovaných sieťach.

Prepínač, ktorý pracuje len s hodnotami VPI, je nazývaný Virtual Path Switch (VP Switch) a prepínač, pracujúci s identifikátormi VPI i VCI, je nazývaný Virtual Channel Switch (VC Switch).



Na obrázku je zobrazený smerovací proces pri priechode bunky ATM sieťou. Keď prepínač #1 prijme bunku s hodnotami VPI=0/VCI=33 na porte #3, porovná ich so smerovacou tabuľkou, nastaví nové hodnoty VPI=1/VCI=44 v hlavičke bunky a nasmeruje bunku na výstupný port #1. Na prepínači #2 je proces opakovaný s výnimkou toho, že je zmenená iba hodnota VPI, pretože je to VPI prepínač. Proces je opakovaný po celej ceste cez všetky prepínače medzi koncovými uzlami A a C, pokiaľ bunka nedosiahne svoj cieľ.

8.2 Typy ATM spojení

ATM je technológia s nadväzovaním spojenia, preto musí byť pred každým dátovým prenosom medzi dvoma koncovými uzlami nadviazané a ustanovené virtuálne spojenie. Toto spojenie je ustanovené buď ako **Permanent Virtual Circuit (PVC)** alebo **Switched Virtual Circuit (SVC)**.

PVC je nastavované manuálne sieťovým administrátorom (a je trvalo dostupné pokiaľ nie je opäť manuálne zrušené), zatiaľ čo SVC je dynamicky nastavované a rušené pomocou signalizačných protokolov bez intervencie administrátora samotnými

uzlami siete automaticky pri potrebe spojenia. Pre dátové siete založené na ATM majú samozrejme význam hlavne spojenia SVC, pretože nastavovanie PVC vo väčších sieťach by bolo neefektívne a neovládateľné. Na druhej strane PVC umožňujú nastaviť a hlavne garantovať požadované parametre počas celej doby spojenia.

Pre prepínače to znamená priradiť každému spoju na začiatku identifikačné číslo na každom UNI a NNI rozhraní a potom udržovať aktuálnu tabuľku všetkých spojov, prechádzajúcich prepínačom.

Cesta medzi koncovými uzlami je teda určená len raz na začiatku pri nadväzovaní spojenia. Potom sú bunky smerované na svojej ceste sieťou podľa týchto identifikátorov, ktoré nesie každá bunka vo svojej hlavičke. To je podstatný rozdiel oproti súčasným sieťam LAN, kde musí každý smerovač kalkulovať smerovaciu cestu pre každý paket zvlášť.

8.3 Vytváranie ATM spojení

Koncové ATM zariadenie musí pri požiadavke na zriadenie SVC spojenia použiť UNI signálny protokol (proces Call Set-Up). Táto požiadavka je potom ATM sieťou smerovaná k cieľu podľa špecifikovanej adresy. Ak cieľová stanica súhlasí s požiadavkou, je toto SVC spojenie zriadené. Sú priradené hodnoty identifikátorov VPI/VCÍ pre obe strany UNI rozhrania a vo všetkých prepínačoch siete, ktoré sa zúčastnia prenosu, sú aktualizované smerovacie tabuľky pre NNI spojenie.

Koncové zariadenie môže požadovať špecifickú kvalitu prenosu - Quality of Service (QoS). Jednotlivé typy prenosov sú totiž odlišné a často majú aj protichodné požiadavky.

Prenos hlasu a videa v reálnom čase bude vyžadovať definované oneskorenie s minimálnym rozptylom, čo sa neobíde bez záruky istej minimálnej dohodnutej šírky prenosového pásma a zároveň vylučuje použitie veľkých vyrovnávacích pamätí.

Naproti tomu dátové prenosy nemajú presné požiadavky na minimálne prenosové pásmo, oneskorenie buniek a ich rozptyl, a vyžadujú veľké vyrovnávacie pamäte pre efektívny prenos.

Tieto rôzne požiadavky na kvalitatívne parametre prenosu ATM spojení boli vyriešené zavedením a definíciou niekoľkých tried služieb (Class of Service). V súčasnosti sú definované štyri typy tried služieb, označované písmenami A, B, C a D.

8.4 SVC signalizácia

Koncept signalizácie pri nadväzovaní spojenia v ATM sieťach nie je nič nového - verejné telefónne siete ho používajú pri nadväzovaní klasických hovorov.

Model telefónnej signalizácie je založený na sieťovom uzle (telefónnom prístroji) a sieťovej adrese (telef. číslo). Pre uskutočnenie hovoru musíte vyslať adresu požadovaného uzla do sieťového prepínača. Ten potom signalizuje cieľovú adresu ďalšiemu prepínaču v sieti a tento proces pokračuje od prepínača k prepínaču až je dosiahnutý cieľový uzol. Tým je ustanovenú spínané spojenie medzi uzlami siete.

ATM používa obdobný systém signalizácie, signalizačná metóda bude samozrejme omnoho zložitejšia. SVC signalizácia musí okrem iného zabezpečiť parametre požadovanej triedy služieb a napr. spojenie bod-bod aj bod-multibod.

8.4.1 Adresácia v ATM sieti

SVC signalizácia v skutočnosti začína už pred vyslaním požiadavky na spojenie koncovou ATM stanicou. Najprv musí koncová stanica aj ATM prepínač poznať adresy všetkých zdrojov pripojených k sieti. To sa deje ihneď ako je stanica pripojená

do siete pomocou ILMI protokolu (interim local management interface), odvodeného z protokolu SNMP. Tento registračný proces vybaví sieť dostatočnou inteligenciou k tomu, aby potom mohol byť nadviazaný SVC medzi ľubovoľnými dvoma bodmi.

8.4.2 Štandardy signalizačných protokolov

Informácie signalizačného protokolu sú prenášané špeciálnym virtuálnym spojením, vyhradeným pre tento účel. Tým sú užívateľské dáta oddelené od signalizačných informácií. Tento koncept sa nazýva "Out of Band Signaling".

Prvá definícia UNI signalizácie bola prijatá združením ATM Fórum v roku 1993 ako špecifikácia Q.93B, neskôr premenovaná na Q2931. Táto špecifikácia má mnoho prvkov spoločných so signalizačným protokolom Q.931, používaným v technológii Narrowband-ISDN (N-ISDN). V súčasnej dobe sa používa signalizácia UNI 3.0 a novšia UNI 3.2. V súčasnosti prebieha práca na špecifikácii UNI 4.0 s novými prvkami.

8.4.3 Signalizačný protokol Q.2931

Signalizačný protokol Q.2931 je spracovaný podvrstvou adaptačnej vrstvy AAL - AAL5. Obsah bunky signalizačného protokolu je na obr. 7. Význam jednotlivých polí je nasledujúci:



Protocol Discriminator

- **Protocol Discriminator** - 8 bitové pole, ktoré definuje použitý signalizačný protokol.
- **Call Reference** - identifikuje signalizačnú správu na rozhraní UNI, môže mať až niekoľko bytov.
- **Message Type** - 16 bitové pole, ktoré definuje typ signalizačnej správy, napr. Call Setup, Connect, Release.
- **Message Length** - 16 bitové pole, ktoré definuje dĺžku správy.
- **Information Elements** - obsahuje ľubovoľné informácie, ktoré je potrebné preniesť (požadovaná adresa koncového uzla, QoS indicator, atď.)

8.4.4 Meta signalizácia

Metasignalizácia slúži na zriaďovanie a rušenie signalizačných virtuálnych kanálov. Pre každú virtuálnu cestu VP je presne určený jeden metasignalizačný virtuálny kanál s VCI = 1. Maximálna rýchlosť prenosu buniek je 42 za sekundu.

Metasignalizačná procedúra priradí danej žiadosti o spojenie signalizačný virtuálny kanál, po ktorom potom prebieha výmena signalizačných správ.

Správy metasignalizácie:

- zriaďovanie - ASSIGN REQUEST, ASSIGNED, DENIED,
- kontrola stavu – CHECK REQUEST, CHECK RESPONSE,
- zrušenie – REMOVE.

8.4.5 Zriaďovanie spojenia

SVC (Switched Virtual Connection) spojenie je zriaďované medzi volajúcim (Calling User) a volaným (Called User).

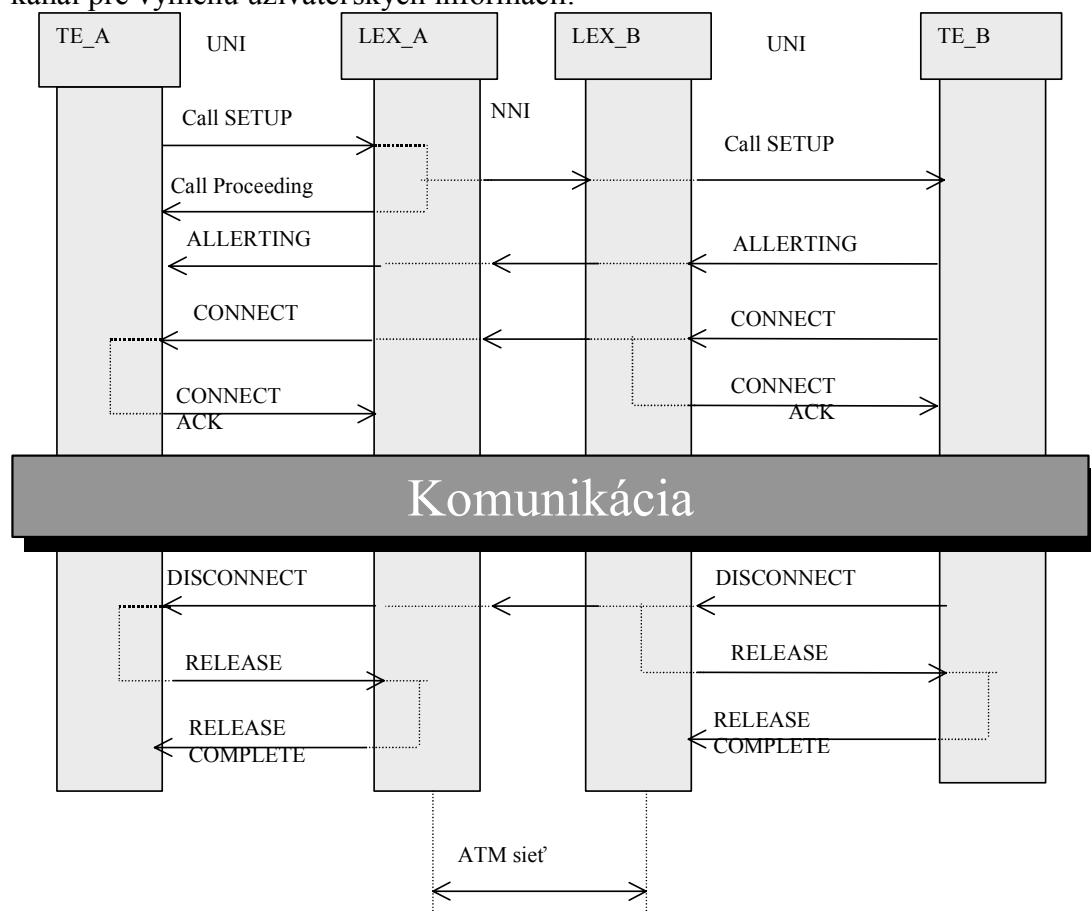
V zjednodušenom popise volajúci zahajuje spojenie bod-bod signalizačnou správou **Call Set-Up** so svojou adresou i adresou volaného a parametrami AAL.

Sieť reaguje správou **Call Proceeding**, že zriaďovanie spojenia prebieha a súčasne pošle volanému aj správu **Call Set-Up**.

Akonáhle je volaný uzol pripravený ku komunikácii, akceptuje spojenie odoslaním správy **Connect**.

Sieť reaguje správou **Connect Acknowledgement** a súčasne pošle volajúcemu správu **Connect** o akceptovanie spojenia volaným.

Na záver tejto procedúry odpovie tiež volajúci správou **Connect Acknowledgement** a spojenie SVC je zriadené a účastníkovi pridelený komunikačný kanál pre výmenu užívateľských informácií.



8.4.6 Procedúra ukončenia

Procedúru ukončenia spojenia môže zahájiť ktorýkoľvek z účastníkov obdobnou výmenou správ **Disconnect**, **Release** a **Release Complete** medzi účastníkmi a sieťou ako v prípade nadväzovania spojenia.

8.4.7 Signalizácia počas spojenia

V prípade problémov pri zriaďovaní spojenia môže sieť zisťovať stav virtuálneho spojenia pomocou žiadosti o zistenie stavu (**Status Inquiry**), ktorú môže vyslať

užívateľ i sieť. Obvyklou odpoveďou je stavová správa (**Status Message**), ktorá môže byť vyslaná aj bez vyžiadania na základe chybového stavu.

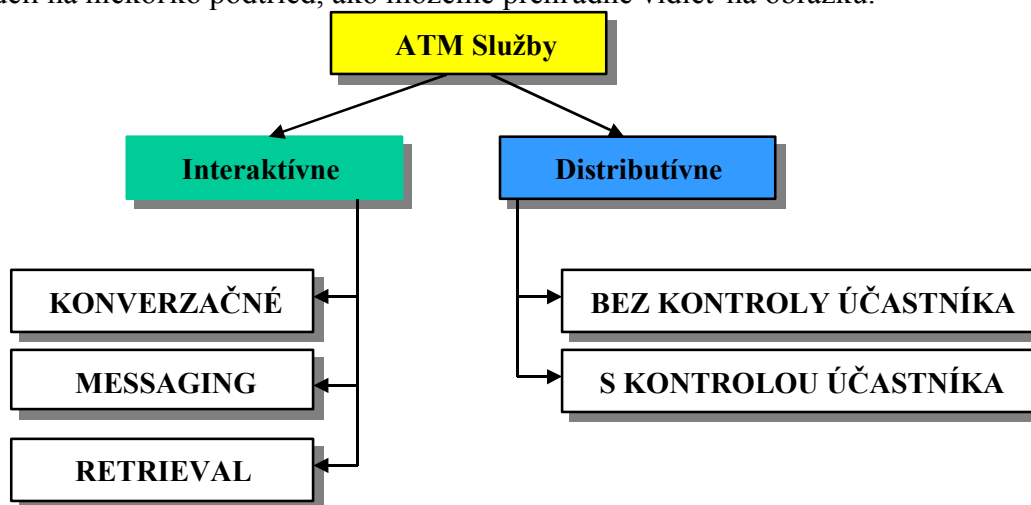
8.4.8 Spojenie bod - multibod

Zriaďovanie SVC typu bod-multibod je zložitejšie. Po inicializácii volajúcim prebieha postupne pridávanie jedného uzla po druhom (signalizačná správa add party).

Je dôležité si uvedomiť, že SVC je obojsmerné spojenie, pozostávajúce z dvoch jednosmerných ciest, opačnej orientácie.

9 Služby ATM

Vzhľadom na rôzne formy budúcej širokopásmovej komunikácie boli definované dve základné triedy služieb - interaktívne služby a distributívne služby. Každá trieda sa delí na niekoľko podtried, ako môžeme prehľadne vidieť na obrázku.



9.1 Interaktívne služby

Sú rozdelené do troch podtried - konverzačné služby, výmena správ (messaging services) a retrieval služby.

9.1.1 Konverzačné služby

Konverzačné služby sú prostriedkom pre obojsmernú komunikáciu v reálnom čase. Jedná sa o informačný prenos medzi užívateľmi. Informačný tok môže byť symetrický (t.j. v oboch smeroch prenosu tou istou bitovou rýchlosťou), alebo nesymetrický s rozdielnymi rýchlosťami. Informácia je vysielaná jedným, alebo viacerými užívateľmi a je určená pre jedného, alebo viacerých užívateľov.

Príklady konverzačných služieb sú:

a.) pre prenos pohyblivého obrazu:

- širokopásmový videotelefón,
- širokopásmová videokonferencia,
- video dohľad (bezpečnosť budov, kontrola premávky),

b.) pre prenos zvuku:

- viackanálové zvukové signály,

c.) pre prenos dát:

- *vysoke rýchly prenos dát (LAN, MAN, CAD/CAM),*
- *prenos súborov s veľkými objemami,*
- *rýchle teleakcie (kontrola v reálnom čase),*

d.) pre prenos dokumentov:

- *rýchly telefax,*
- *statický obraz s vysokým rozlíšením (medicína),*
- *komunikácia s dokumentmi.*

9.1.2 Výmena správ- messaging

Výmena správ (message services) poskytuje užívateľskú obojsmernú komunikáciu, ktorá nie je v reálnom čase. Znamená to, že správa sa môže dočasne uložiť v nejakom pamäťovom médiu a je poskytnutá užívateľovi neskôr. Správa môže počas uloženia podliehať nejakému druhu processingu (editovanie, konverzia). Takýto druh komunikácie býva niekedy označovaný aj ako store-and-forward.

Príklady výmeny správ sú:

a.) pre pohyblivý obraz a zvuk

- *video pošta,*
- *hlasová pošta*

b.) pre dokumenty

- *dokumentová pošta*

9.1.3 Retrieval služby

Retrieval služba umožňuje účastníkovi vybrať informácie z informačných centier a baniek dát, ktoré sú určené pre verejné použitie. Tieto informácie sú vysielané k účastníkovi len na základe požiadavky. Informácia je vyberaná každým účastníkom individuálne a proces vyberania je pod jeho kontrolou.

Príklady retrieval služieb sú:

- širokopásmový videotex (statický aj pohyblivý)
- video programy (zábavné, vzdelávacie)
- prístup k dokumentom
- prístup k dátam (telesoftware)

9.2 **Distributívne služby**

Distributívne služby je možné klasifikovať do dvoch podtried - distributívne služby bez zákaznickej kontroly a distributívne služby so zákazníckou kontrolou.

9.2.1 Služby bez zákaznickej kontroly

Táto podtrieda služieb zahŕňa všetky druhy šírenia televízneho, rozhlasového a textového vysielania. Jedná sa o spojitý informačný tok, ktorý je vysielaný k neobmedzenému počtu účastníkov z centrálného zdroja. Účastník (zákazník) nemôže ovládať začiatok ani priebeh vysielania.

Príklady služieb bez zákaznickej kontroly sú:

a.) pre šírenie video signálu:

- distribúcia súčasnej TV
- distribúcia EDTV (Enhanced Definition TV)
- distribúcia HDTV (High Definition TV)
- distribúcia platenej (kódovanej TV)

- b.) pre šírenie audio signálu:
 - vysielanie kvalitného rozhlasového signálu
- c.) pre šírenie textových informácií:
 - elektronické noviny
- d.) pre šírenie dátových informácií:
 - dátové distribučné služby

9.2.2 Služby pod kontrolou zákazníka

Tieto služby tiež predstavujú distribúciu informácie k veľkému počtu účastníkov. Informácie je však formovaná do sekvencie informačných jednotiek s cyklickým opakovaním. Užívateľ má tak možnosť pristúpiť k danému programu na jeho začiatku, prípadne ho sledovať opakovane.

Príklady takýchto služieb sú:

- video vzdelávacie programy
- reklamné programy
- vzdelávacie programy
- telesoftware