

Impact of ATM on terminals and services

5.1 INTRODUCTION

Táto kapitola sa zaoberá výhodami ktoré ponúka asynchrónny prenosový mód pre služby jako

- variable bit rate video coding
- layered video coding
- práca s nezávislými hodinami

Tiež sa zaoberá problémami ktoré sa v ATM sieťach vyskytujú a ktoré je potrebné riešiť (cell loss, cell delay jitter, source policing).

5.2 VARIABLE BIT RATE VIDEO CODING

Výsledkom kódovania video signálu pri použití PCM (Pulse Code Modulation) je fixná veľkosť výstupného kódovaného signálu. Pri použití kompresných algoritmov je veľkosť výstupného kódovaného signálu premenlivá. Dôvodom sú premenlivá vizuálna irrelevancia video snímku a premenlivé množstvo redundancie prítomnej v PCM zdrojovom signále. Premenná irelevancia je spôsobovaná nedokonalosťou ľudského oka, ktoré nie je schopné vnímať všetky detaily.

Súčasný kompresný algoritmy sú založené na kombinácii týchto dvoch fenoménov. Niektoré kódovacie techniky, ktoré prispievajú ku kolísaniu veľkosti výstupného signálu :

- priestorová súvislosť medzi susednými pixelmi v obrázku je relatívne vysoká. To znamená, že pravdepodobnosť, že susedné pixle majú rovnakú alebo skoro rovnakú farbu a svetlosť je vysoká. To sa využíva v intrafield video coding technikách.
- Tiež časová následnosť medzi potupnými časťami obrázku je dosť vysoká. To znamená, že pravdepodobnosť, že pixel v obrázku je rovnaký ako prislúchajúci pixel v predošlom obrázku je vysoká. Z tohoto profitujú interframe kódovacie techniky.
- Ak sa časť obrázku hýbe, postupné obrazové polia obsahujú prebytočné informácie aj keď na rôznych miestach. Táto prebytočnosť môže byť odstránená technikou založenou na predpovedaní pohybov objektov (motion compensation technique).
- FFT Fast Fourier Transform or DCT Discrete Cosine Transform – ďalšia kódovacia technika
- Na konečné kódovanie obrazových informácií sa používa Huffmanovo kódovanie (najmenší počet bitov pre signály s vysokou pravdepodobnosťou výskytu a opačne).
-

Je pravdepodobné, že budúce riešenia ATM video kóderov budú založené na kombinácii techník popísaných vyššie. Bitová veľkosť výstupného signálu bude teda časovo premenlivá a bude závisieť aj od kvality video snímkov jako v MPEG I,II,III .

Štúdia pána Verbiesta ukázala, že video signál experimentálneho kódera sa menil od 8 po 28 Mb za s. obr 5.1

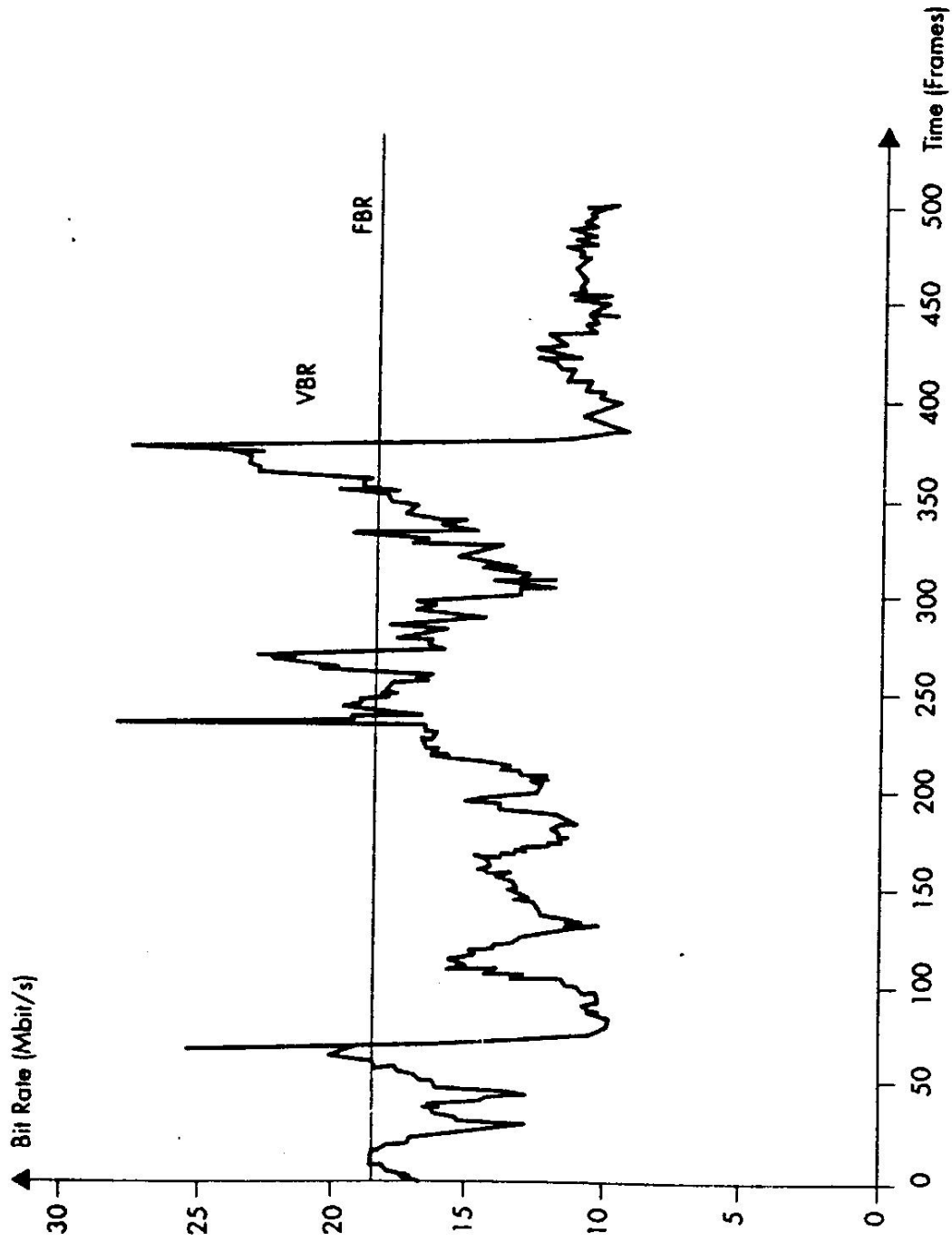
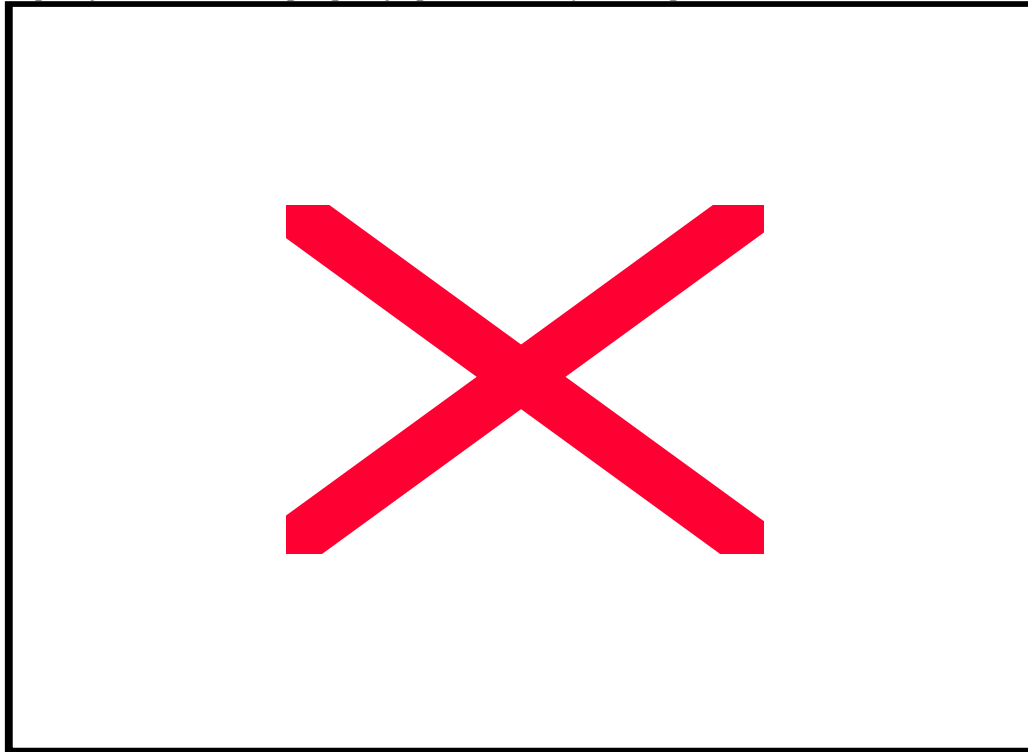


Fig. 5.1. – Fluctuations in Time of a Video Signal

V klasických STM sieťach by bolo nutné konvertovať premenlivý video signál na konštantný signál veľkosti danej vlastnosťami siete. Na to sa používa výstupný buffer, ktorý na svojom výstupe produkuje signál fixnej veľkosti vyhladzovaním premenlivého signálu kódera.. Správny chod buffera sa obsluhuje feedback signálom. Pri ATM sieťach tieto problémy odpadajú, keďže ATM podporuje premenlivú rýchlosť prenosu dát.



Dva hlavné porovnávacie parametre pre VBR a FBR kódovanie sú veľkosť a kvalita obrázkov. Každý kódovací algoritmus robí kompromis medzi veľkosťou a kvalitou signálu. Pri kódovaní s fixnou veľkosťou signálu je možná veľkosť signálu daná vlastnosťami siete. To môže na jednej strane spôsobiť zvýšenú deformáciu obrázkov pre niektoré scény (ak sa výstupný buffer prepĺňa, je nutné znížiť kvalitu) a na druhej strane aj možné plytvanie zdrojmi pre iné scény (ak je buffer prázdny aj tak sa prenášajú redundantné informácie). Pri VBR kódovacej schéme môže byť deformácia, kvalita obrazu daná požiadavkami špecifickej služby. Teda kvalita obrazu bude väčšia pre TV ako pre video telefón. Veľkosť kódovaného signálu bude teda závisieť od zložitosti obrázkov a zvolenej kvality. Signál ale bude prenášaný efektívne. Obr 5.3

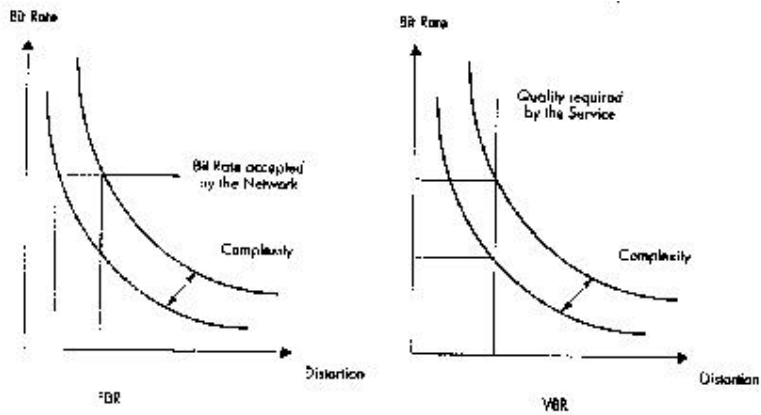


Fig. 5.3. - Bit Rate versus Distortion for VBR and FBR

Keďže veľkosť signálu sa mení je vhodné vedieť predpovedať vývoj veľkosti signálu video kóderu v čase. Na to slúži pdf (probability density function). Obr 5.4 reprezentuje pdf funkciu pre 3 rôzne služby. Použitý bol identický kóder a kvalita obrázkov bola prispôbená požiadavkám danej služby. Priemerná veľkosť signálu pre štandardnú TV bola okolo 16 Mb/s, 5 Mb/s pre video telefón a video konferencie. Tieto hodnoty sú len príkladné, keďže závisia vo veľkej miere od použitého kódera.

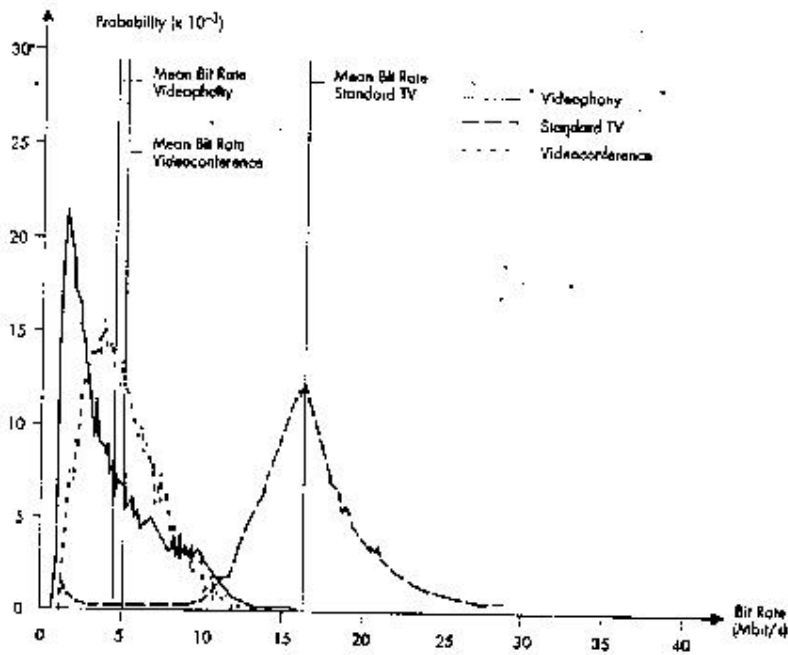


Fig. 5.4. - Bit Rate Probability Distribution Function for Various Sources

Záver : Takže ATM sieť v spolupráci s VBR kódermi prenáša iba neredundantné informácie a ponúka možnosť výberu kvality signálu.

5.3 STATISTICAL MULTIPLEXING

V ATM sieťach môže byť niekoľko zdrojových signálov prenášaných na jednej linke. V STM sieti alebo sieti s FBR kódovaním požadovaná veľkosť linky bude suma jednotlivých pevných požadovaných veľkostí . V ATM sieťach sa ponúka možnosť získať na efektívite využitím

štatistického multiplexovania zdrojových signálov, pri podmienke, že zdroje vzájomne nekorelujú .

Obr. 5.5 znázorňuje n-násobok rovnakej pdf (video konferencia) pre n=16, 32, 64 zdrojov ktoré nekorelujú. Graf vlastne ukazuje pravdepodobnosť s akou n nekorelujúcich zdrojov multiplexovaných na jedinej linke presiahne určitú bitrate.

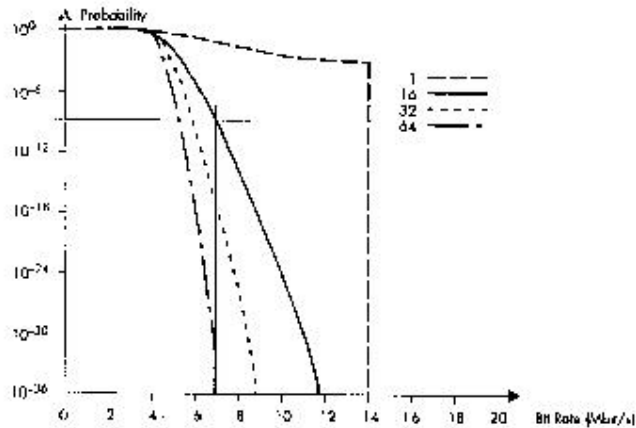


Fig. 5.5. – Statistical Multiplexing of Video Conference Sources

Z obrázku vidíme, že pravdepodobnosť toho, že požadovaná šírka pásma pre 16 nekorelujúcich multiplexovaných zdrojov presiahne 7 Mb/s je menšia ako 10^{-9} . Teda ak je ATM sieť dimenzovaná cell loss rate 10^{-9} a multiplexný faktor je väčší ako 16, sieť bude schopná akceptovať približne dvojitú množstvo spojení ako porovnateľná sieť s FBR.

Toto multiplexovanie môže byť uskutočnené iba ak poznáme pdf jednotlivých zdrojov, čo nie je vždy jednoduchá úloha. Namiesto toho sa preferujú jednoduchšia metóda, ktorá pri každej novej požiadavke na pripojenie umožňujú zistiť, či je dostupné požadované množstvo prostriedkov. Táto kontrola je nutná pre zabezpečenie požadovanej kvality služieb. Metóda je založená na parametrizácii pdf. Dobré reprezentácie pdf sa dajú získať na základe hodnôt generujúcich funkcií a z nich určených vlastností ako priemer, rozptyl... Ak uvažujeme len priemer a rozptyl(zmena) celková pdf môže byť vypočítaná ako

$$\begin{aligned} \text{Average (sum pdf)} &= \text{Sum average (pdf)} \\ \text{Variance (sum pdf)} &= \text{Sum variance (pdf)} \end{aligned}$$

Každopádne je ale zaujímavejšie poznať celú pdf funkciu ako len jej niektoré charakteristiky. Ak je počet multiplexovaných zdrojov dostatočne vysoký sum pdf pripomína Gaussovo rozdelenie. Na porovnanie slúži tab. 5.1. Uvádza rozdiel medzi Gaussovým rozdelením a nameraným hodnotami pre video konferenciu. Vidíme, že rozdiel sa s narastajúcim množstvom video spojení znižuje a pri 128 spojeniach je menší ako 0,8 %.

Problém štatistického multiplexovania a algoritmov na alokáciu požadovanej šírky pásma sú stále objektom výskumu.

Number of connections	16	32	64	128
μ (Mbit/s)	4,13	4,13	4,12	4,12
σ (Mbit/s)	0,130	0,067	0,034	0,017
Measured distribution (Mbit/s)	6,50	5,65	5,15	4,81
Gaussian distribution (Mbit/s)	5,93	5,42	5,04	4,77
Difference (%)	8,73	4,00	2,10	0,79

Tabuľka 5.1 – porovnanie medzi Gaussovým a nameraným rozdelením

5.4 SERVICE MULTIPLEXING

V budúcich BISDN sieťach budú skoro všetky prenášané služby pozostávať viac ako z jedného komponentu. Každý komponent bude prenášať špecifický druh informácií. Tab. 5.2 znázorňuje služby a príslušné komponenty.

-Audio : Tento komponent prenáša zvukový signál rôznej kvality, od klasickej PCM (64 kbit/s) až po vysoko kvalitný HIFI zvuk generovaný CD prehrávačom.

-Standard video : Tento komponent prenáša štandardný video signál. Veľkosť signálu sa môže pohybovať v rozpätí 1,5 až 15 Mb/s pre bežný video signál, pre kvalitnejšie služby môžu nároky stúpať.

-High definition video overhead : Tento komponent obsahuje dodatočné informácie požadované pre HDTV. Tie v kombinácii so štandard video komponentom dávajú HDTV signál..

-Teletext : Tento komponent prenáša teletextové informácie.

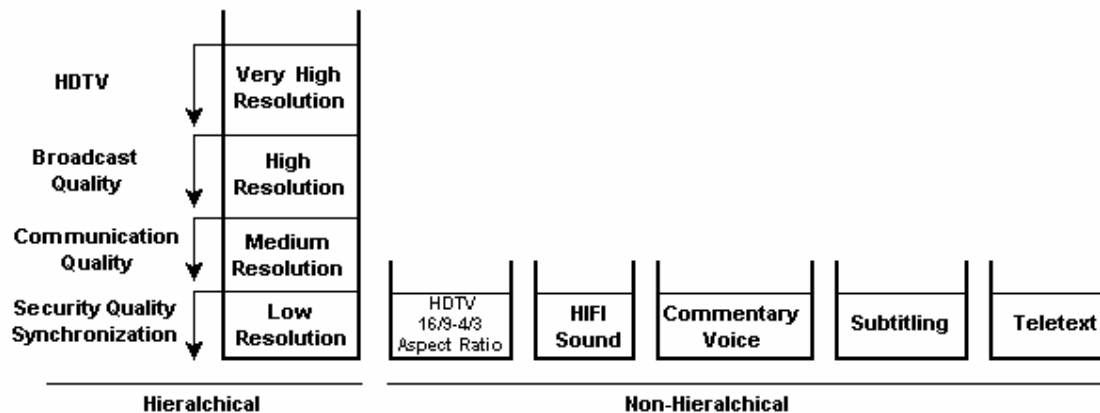
-Data : Tento komponent prenáša dáta. Sú to dáta spojené s typom prenášaného programu alebo s typom služby.

Všetky tieto komponenty môžu byť v ATM sieťach prenášané samostatne, rôznymi virtuálnymi kanálmi. Musia sa však dodržiavať určité obmedzenia. Napr. Časový rozdiel medzi zvukovým a obrazovým signálom nesmie byť väčší ako 100 ms. (pre dobrú synchronizáciu obrazu a zvuku).

Component Služba	Dáta	Teletext	Audio	Štandard video	High def. Video overhead
Telefón			X		
Video telefón	X		X	X	
Štandard TV	X	X	X	X	
High definition TV	X	X	X	X	X
Video knižnica	X		X	X	
High quality ratio	X		X		
High speed data	X				

Tabuľka 5.2 – Služby a Komponenty

Ďalším krokom pri delení prenášanej informácie je rozdelenie jednoduchého typu informácie na niekoľko vrstiev. Tieto vrstvy môžu byť prispôbené kvalite služby a požadovanej citlivosti na chyby. Obr. 5.6 znázorňuje takýto vrstvomý model. Obsahuje už popisované nehierarchické komponenty a tiež hierarchické video komponenty.



Najspodnejšia vrstva obsahuje nízko kvalitný video signál, použiteľný napr. pre bezpečnostné účely. Druhá vrstva je vrstva so strednou kvalitou obrazu vhodná napr. pre video telefóny a video konferencie. Tretia vrstva je vrstva s vysokým rozlíšením pre šírenie televízie po sieti. Najvyššia vrstva je HDTV.

Každá vrstva využíva informácie nižších vrstiev na skonštruovanie obrázku požadovanej kvality. Dôležitá výhoda vrstvomého princípu je kompatibilita medzi rôznymi službami. Je teda možné sledovať program prenášaný ako HDTV signál na štandardnom TV zariadení využitím len troch spodných vrstiev na konštruovanie obrazu.

Ďalšou výhodou vrstvomého princípu je možnosť lepšie sa vysporiadať so stratami buniek (cell loss) v ATM sieťach. Tab. 5.3 ukazuje priemerný čas medzi po sebe nasledujúcimi chybami siete (bit error rate, cell loss) pre rôzne prenosové rýchlosti. Vidíme že pre prenosovú rýchlosť 135 Mb/s a pri cell loss rate 10^{-8} nastane chyba (cell loss) raz za 4,7 minúty, ale pre 64 kbit/s je to 6,9 dňa. Vrstvomá architektúra ponúka efektívny spôsob ako sa s týmto vysporiadať.

- ak sa stratí informácia vo vyššej vrstve, stále je možné nahradiť ju príslušnou informáciou z vrstiev nižších. Tým sa zníži viditeľný efekt takejto chyby. Preto vo vyšších vrstvách nevystáva potreba FEC (forward error correction).
- Pretože nižšie vrstvy operujú pri nižších prenosových rýchlostiach, priemerný čas medzi chybami je väčší.
- Nižšie vrstvy môžu byť ľahšie chránené proti strate buniek použitím FEC (forward error correction) metódy pretože ich prenosová rýchlosť je nižšia. Teda implementácia ochrany proti strate buniek alebo bitovej chybe je jednoduchšia ako pri vyšších vrstvách.

Priemerná	Prenosová rýchlosť	64 kbit/s	256 kbit/s	1,5 Mbit/s	10 Mbit/s	45 Mbit/s	135 Mbit/s
Bit Error Rate	10^{-6}	16 sek.	3,9 sek.	0,7 sek.	0,1 sek.	22,0 ms	7,4 ms
	10^{-9}	4,3 hod.	65 min.	11 min.	1,7 min.	22 sek.	7,4 sek.
	10^{-12}	6 mes.	1,5 mes.	7,7 dňa	1,2 dňa	6,2 hod.	2,1 hod.
Cell Loss Rate	10^{-6}	1,7 hod.	25 min.	4,3 min.	38 sek.	8,5 sek.	2,8 sek.
	10^{-8}	6,9 dňa	1,7 dňa	7,1 hod.	1,1 hod.	14 min.	4,7 min.
	10^{-10}	1,9 roka	5,8 mes.	1 mes.	4,4 dňa	1 deň	7,9 hod.

Tabuľka 5.3 – Priemerný čas medzi po sebe nasledujúcimi stratami buniek (cell loss) a bitovými chybami (bit error).

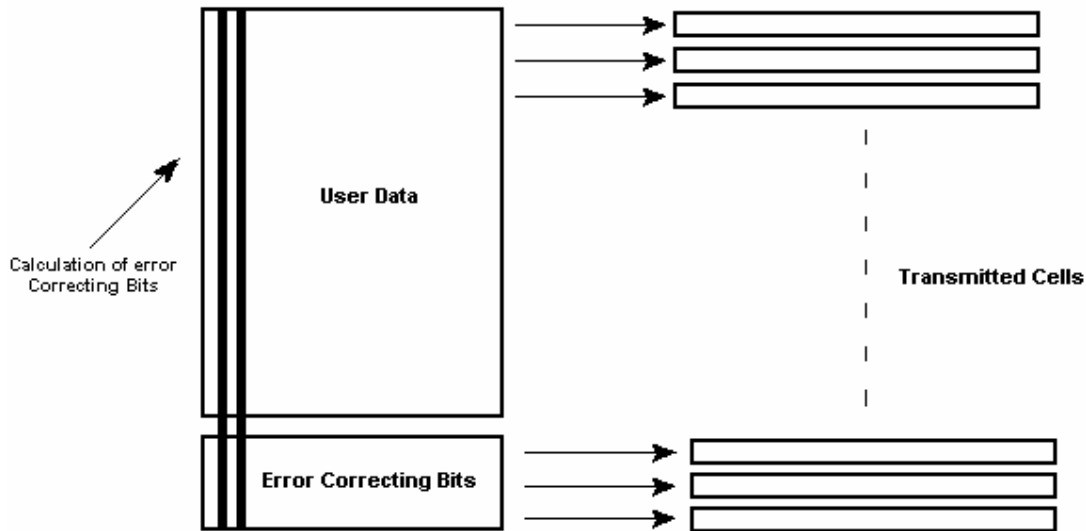
Delenie signálu na vrstvy môže byť založené na rôznych technikách. Napr. vyžitie DCT (discrete cosine transform) koeficientov. Pr tejto technike je priestor na obrázku transformovaný na dve množiny frekvenčných komponentov : nízko frekvenčné komponenty môžu byť použité nižšími vrstvami keďže obsahujú nižšie rozlíšenie, vysoko frekvenčné komponenty sú používané vyššími vrstvami.

Iný prístup posielá pôvodný signál cez sériu dvoch nízko priepustných a dvoch vysoko priepustných filtrov. Nízko a vysoko priepustný filter pre horizontálne rozlíšenie a rovnako pre vertikálne rozlíšenie. Výsledkom sú 4 rôzne signály, ktoré môžu byť brané ako vrstvy.

5.5 CELL LOSS PROTECTION

Použitím switching systému zo 4. Kapitoly môžeme pre ATM sieť cell loss rate okolo 10^{-8} až 10^{-9} . Táto hodnota je vyhovujúca pre väčšinu služieb. Napriek tomu existujú služby, ktorých kvalita by mohla výrazne utrpieť aj při takejto nízkej chybovosti. (napr. bankové prevody...). Takéto služby sa dajú rozdeliť do dvoch skupín :

- služby, ktoré nevyžadujú real time prenos dát
Tieto služby môžu akceptovať rozumné zdržanie a preto oprava nekorektných dát a doplnenie chýbajúcich môže byť ošetrené ich retransmisiou. Môžu používať napr. ARQ (automatic repeat request) protocol alebo jednoduchší XTP (eXpress Transport Protocol) vhodnejší pre rýchly prenos dát.
- služby vyžadujúce real time prenos dát (napr. video)
Tieto služby nemôžu spoliehať na retransmisiu dát ale potrebujú metódy na odhalenie a korekciu chýb v prenose. Typické FED (forward error detection) metódy sú založené na číslovaní buniek. Použitím číslovania modulo N sme schopní detekovať N-1 po sebe idúcich strát buniek. Takáto metóda nie je náročná a pre niektoré služby je úplne postačujúca (napr. prenos hlasu). FEC (forward error correction) môžu byť založené na viacerých princípoch. BCH kódovanie jednotlivých buniek nedetekuje stratu buniek. Aby to bolo možné, musí byť BCH implementované na viacerých bunkách, čo môže vyžadovať väčšie množstvo overhead bits a zložitú implementáciu. Jednoduchšia metóda je založená na kombinácii prekrývania buniek a BCH kódovania. Prekrývanie zabezpečuje, že BCH nemusí pokrývať príliš veľa bitov a nie je preto veľmi komplikované. Obr. 5.7 ukazuje, že informácie a korekčný kód sú prenášané v rôznych bunkách.



V predchádzajúcej sekcii spomínané vrstvové kódovanie video signálu je tiež možným nástrojom na vykonávanie ochrany proti strate buniek.

5.6 SERVICE SYNCHRONIZATION

V ATM sieťach vo všeobecnosti nevystáva potreba synchronizácie siete a služieb vďaka asynchrónnemu prenosovému módu. Je len potrebné synchronizovať vysielač a prijímací terminál. Lokálne hodiny terminálu môžu byť rekonštruované na prijímacom terminále pomocou prichádzajúceho prúdu informácií. Toto umožňuje terminálu pracovať s frekvenciou a prenosovou rýchlosťou nezávislou na prenosovom médiu = sieti. Na rekonštrukciu hodín sa používajú rôzne techniky. Jedna metóda rekonštruuje lokálne hodiny na základe plnenia cell bufferu na strane prijímača. Obr 5.8a.

Údaja sa doručujú terminálu rýchlosťou určenou lokálnymi hodinami. Tieto hodiny sú generované PLL (phase local loop), tá je kontrolovaná úrovňou plnenia buffra. Ak buffer podteká PLL sa spomalí, ak preteká PLL zrýchli. Na uistenie, že buffer nepodteká keď dorazí prvá bunka, je buffer pred použitím naplnený na určitú úroveň.

Iná metóda využíva špecifické informácie posielané zdrojovým terminálom. Tento posielá časové známky (time stamp) v pravidelných časových intervaloch podľa svojich lokálnych hodín. Prijímač tieto značky rozpozná a PLL podľa nich generuje lokálne hodiny.

