

### 3.6 ATM vrstva

Kódovanie ATM bunky je podrobne opísané v odporúčaní I.361. CCITT sa nakoniec rozhodlo pre nasledovné zloženie ATM bunky: 5 bajtová hlavička a 48 bajtový blok dát (information field). Bunka je posielaná v vzostupnom poradí, t.j. prvý bajt hlavičky ide ako prvý.... Z bajtu sú posielané bity v klesajúcom poradí, t.j. najvýznamnejší bit ako prvý.

Hlavička pre UNI (User Network Interface - rozhranie medzi ATM a užívateľom (hostom)) vyzerá nasledovne:

GFC (Generic Flow Control) Všeobecné nastavenie toku - 4 bity

16bitová smerovacia (routing) oblasť rozdelená na:

VPI (Virtual Path Identifier) Identifikátor virtuálnej cesty 8 bitov

VCI (Virtual Channel Identifier) Identifikátor virtuálneho kanálu 16 bitov

PTI (Payload Type Identifier) 3 bity

CLP (Cell Loss Priority) 1 bit. 0 = vyššia priorita, 1 nižšia. Bunky z nižšou prioritou sú v prípade nutnosti sieťou uprednostňované pri zahadzovaní.

HEC (Header Error Control) Chybová kontrola hlavičky - Kontrolný súčet (konkrétne CRC)

|     |   |   |   |     |   |     |   |   |
|-----|---|---|---|-----|---|-----|---|---|
| 8   | 7 | 6 | 5 | 4   | 3 | 2   | 1 |   |
| CFC |   |   |   | VPI |   |     |   | 1 |
| VPI |   |   |   | VCI |   |     |   | 2 |
| VCI |   |   |   |     |   |     |   | 3 |
| VCI |   |   |   | PTI |   | CLP |   | 4 |
| HEC |   |   |   |     |   |     |   | 5 |

*Štruktúra ATM hlavičky pre UNI*

Pre NNI (Network Node Interface - rozhranie medzi dvoma ATM switch-mi) je hlavička v podstate rovnaká, len GFC časť z UNI je nahradená ďalšími štyrmi bitmi pre VPI, a tým sa rozrastá na 12 bitov. V druhej kapitole boli termíny idle a empty použité pre všeobecne unassigned bunky. CCITT robí medzi nimi rozdiel. IDLE bunky sú viditeľné len na fyzickej úrovni a nepredávajú sa ATM vrstve. Používajú sa na vyplňovanie nevyužitej prenosovej kapacity na úrovni fyzickej vrstvy. Unassigned bunky sú viditeľné na úrovni fyzickej aj ATM vrstvy, ale fyzická vrstva sa k nim správa rovnako ako ku každej inej ATM bunke. Znamenajú voľné pozície, t.j. nevyužitú prenosovú kapacitu v toku buniek na ATM úrovni. IDLE a unassigned bunky umožňujú plne asynchrónny prenos v oboch smeroch, na fyzickej aj ATM úrovni. Rozdiel medzi nimi je v CLP bite hlavičky bunky a v tom, že IDLE bunky nemôžu používať CFC oblasť hlavičky (keďže nastavenie toku nie je funkciou fyzickej vrstvy). Pre unassigned bunky, tu táto možnosť je.

| Typ bunky                | VPI      | VCI               | PTI   | CLP |
|--------------------------|----------|-------------------|-------|-----|
| Unassigned               | 00000000 | 00000000 00000000 | -     | 0   |
| Meta-signaling           | XXXXXXXX | 00000000 00000001 | 0 A 0 | B   |
| General broadcast        | XXXXXXXX | 00000000 00000010 | 0 A A | B   |
| Point-to-point signaling | XXXXXXXX | 00000000 00000101 | 0 A A | B   |
| Segment OAM flow F4      | YYYYYYYY | 00000000 00000011 | 0 A 0 | A   |
| End-to-end OAM flow F4   | YYYYYYYY | 00000000 00000100 | 0 A 0 | A   |
| Segment OAM flow F5      | YYYYYYYY | ZZZZZZZZ ZZZZZZZZ | 1 0 0 | A   |
| End-to-end OAM flow F5   | YYYYYYYY | ZZZZZZZZ ZZZZZZZZ | 1 0 1 | A   |
| Resource management      | YYYYYYYY | ZZZZZZZZ ZZZZZZZZ | 1 1 0 | A   |
| User information         | YYYYYYYY | VVVVVVVV VVVVVVVV | 0 C U | L   |

A : tento bit môže využívať ATM vrstva

B : vo východiskovom bode je tento bit nastavený na 0. Sieť môže jeho hodnotu zmeniť

C : bit indikujúci, že počas prenosu bunky sa "zažilo" zahltenie. (congestion experienced indication bit)

L : CLP bit

U : ATM layer user to ATM layer user indication bit

X : Akákoľvek VPI hodnota. Pre VPI = 0 platí VCI hodnota pre signalizovanie s lokálnou výmenou

Y : Akákoľvek VPI hodnota

Z : Akákoľvek VCI hodnota okrem 0

V : Akákoľvek VCI hodnota nad 0015 H

*Tabuľka 3.2 - CCITT preddefinované hodnoty hlavičky bunky na ATM úrovni*

- Meta-signalling bunky sa používajú na dohodnutie signalizačného VCI a signalizačných zdrojov (resources)
- General broadcast signaling bunky nesú informácie, ktoré sa majú vyslať (broadcast) všetkým terminálom na UNI.
- Point-to-point signalling sa používa na signalizáciu na UNI alebo NNI s point-to-point konfiguráciou na ATM úrovni. (t.j. sieť vidí na druhej strane len jeden signalizačný objekt)
- Segment a end-to-end F4 flow sa kóduje ako VCI 0003 H a 0004 H vo virtuálnej ceste (VP), pre ktorú vykonáva podporu/údržbu (maintenance)
- Segment a end-to-end F5 flow sa kóduje ako PTI 4 H a 5 H vo virtuálnom kanáli (VC), pre ktorý vykonáva podporu/údržbu
- Hodnota 6 H pre PTI je rezervovaná pre (Fast) Resource Management na VC

ATM Fórum sa mierne odchyľuje od tohto odporúčenia: Na ATM vrstve sú dostupné všetky PTI a CLP bity v hlavičke metasingalling a general broadcast buniek. Navyše ATM Fórum definuje ešte jednu preddefinovanú hodnotu hlavičky pre Interim Local Management Interface (ILMI) VCI (pozri tab. 3.3). Cieľom je vybaviť ľubovoľné užívateľské ATM zariadenie stavom a konfiguračnými informáciami týkajúci sa VP a VC spojení ktoré sú k dispozícii od na jeho UNI počas medziobdobia, kým sú v M-rovine<sup>1</sup> k dispozícii procedúry správy lokálnej siete.

| Typ bunky | VPI      | VCI               | PTI   | CLP |
|-----------|----------|-------------------|-------|-----|
| ILMI      | XXXXXXXX | 00000000 00010000 | 0 A A | B   |

Tabuľka 3.3 - ATM Fórum preddefinované hodnoty hlavičky bunky na ATM úrovni

### 3.7. ATM adaptačná vrstva. - AAL (ATM adaptation layer)

#### 3.7.1 Funkcia a typy AAL

AAL môže rozširovať služby poskytované ATM vrstvou tak, aby boli pokryté požiadavky inej konkrétnej služby. Tieto služby môžu byť tak user, ako aj control (napr. signalizácia) a management funkcie. AAL mapuje user/control/management PDU (Protocol Data Unit) do dátovej časti jednej alebo viacerých za sebou idúcich ATM buniek a naspäť.

Služby ktoré budú prenášané cez ATM vrstvu sa delia do 4 tried. Každá z nich má špecifické požiadavky na AAL. Aby sme získali tieto 4 triedy, delíme služby podľa nasledujúcich troch parametrov.

1. Časový vzťah medzi zdrojom a cieľom  
Niektoré služby majú vzťah medzi zdrojom a cieľom a iné nie. Napríklad pre 64kbit/s PCM hlasový prenos je jasne tento vzťah vidieť, ale napr. pri výmene informácií medzi dvoma počítačmi nič také nie je. Niekedy služby s časovým vzťahom nazývame realtimové služby.
2. Bitová rýchlosť (bit rate)  
Niektoré služby majú konštantnú bit rate a iné nie.
3. Typ spojenia  
Služby sú connection oriented alebo connectionless

Len 4 z ôsmich teoreticky možných kombinácií nájdeme v skutočných službách. Preto CCITT definovala 4 triedy podľa týchto parametrov.

#### TRIEDA A.

Je definovaný časový vzťah medzi zdrojom a cieľom, bitová rýchlosť je konštantná, služba je connection oriented. Napr. video s fixnou bitovou rýchlosťou, alebo 64Kbit/s NISDN transport cez ATM. (circuit emulation)

#### TRIEDA B

Podobne ako pri triede A, je definovaný časový vzťah medzi zdrojom a cieľom, a služba je connection oriented. Od TRIEDY A sa odlišuje premenlivou bitovou rýchlosťou. Pr. VBR video alebo audio

<sup>1</sup> žeby maintenance? z textu to nebolo príliš jasné, možno definované v inej kapitole..., celá definícia mi bola "trochu" nejasná, preložil som to ako som vedel.

### TRIEDA C

Žiaden vzťah medzi zdrojom a cieľom, bitová rýchlosť je premenlivá, služba je connection oriented. Pr. connection oriented prenos dát a signalizácia.

### TRIEDA D

To isté ako C, len s rozdielom, že je connectionless. Napr. connectionless data transport (SMDS Switched Multimegabit Data Services)

|                                     | Trieda A            | Trieda B   | Trieda C     | Trieda D       |
|-------------------------------------|---------------------|------------|--------------|----------------|
| Časový vzťah medzi zdrojom a cieľom | Požadovaný          |            | Nepožadovaný |                |
| Bitová rýchlosť                     | Konštantná          | Premenlivá |              |                |
| Typ spojenia                        | Connection oriented |            |              | Connectionless |

Fig. 3.16 - Triedy adaptačných služieb

AAL je rozdelená do dvoch podvrstiev (sublayers):

1. SAR - segmentation and reassembly vrstva, ktorej hlavná funkcia je rozdeľovanie (segmentation) PDU do ATM buniek a znovuspájanie (reassembly) ATM buniek do PDU.
2. CS - convergence sublayer, ktorá je závislá od služby.

V niektorých aplikáciách môžu byť SAR a/alebo CS prázdne.

Odporúčanie I.363 opisuje SAR a CS protokoly v konkrétnej kombinácii, aby boli aplikovateľné na triedy služieb popísaných vyššie. No CCITT uvádza, že môžu byť použité aj iné kombinácie a dokonca, že môžu byť definované iné SAR a CS. Dodnes CCITT odporučila štyri typy AAL protokolov. Sú to AAL 1, AAL 2, AAL 3/4 a AAL 5. Odporúčanie uvádza, že služby s konštantnou bitovou rýchlosťou (CBR) budú využívať AAL 1, ale ďalšie AAL protokoly pre CBR sa ďalej vyvíjajú. Connectionless dátové služby budú využívať typ AAL 3/4. Frame relay služby budú používať AAL 5. Ostatné spojenia služieb s konkrétnym typom AAL boli v čase vydania knihy ešte vo vývoji<sup>2</sup>. AAL 5 môže byť odporučené pre signalling informácie.

### 3.7.2 Prispôsobenie pre služby s konštantnou bitovou rýchlosťou: AAL 1

#### Princípy

CBR služby vyžadujú, aby informácie medzi zdrojom a cieľom boli prenášané konštantnou (bitovou) rýchlosťou, po tom čo je vytvorené virtuálne spojenie. Služby vrstvy poskytované AAL 1 (pre AAL) :

- Prenos SDU (Service Data Units) konštantnou rýchlosťou (a ich doručenie tou istou rýchlosťou)
- Prenos časovacích informácií medzi zdrojom a cieľom
- Prenos informácií o dátových štruktúrach (data structure information)
- Indikácie o stratených alebo chybných informáciách, ktoré nie sú obnovené AAL, ak je to treba (to sa týka asi tej indikácie)

#### Funkcie SAR podvrstvy.

SAR prijíma 47 bajtový blok dát od CS a pridá jeden bajt: SAR-PDU hlavičku pre každý blok zo SAR-PDU. Na strane prijímateľa prebieha opačný proces. V každom bloku SAR-PDU (47 bajtovom) je uložené sekvenčné číslo (SN) od CS. Na strane prijímateľa je toto číslo predané CS. Môže byť použité na detekovanie straty a misinsertion (nesprávneho vloženia [vid. prehľad skratiek]) SAR nákladu.

SAR vrstva má tiež schopnosť indikovať existenciu CS vrstvy. V s každým SAR-PDU bloku dostane túto indikáciu (CSI) od CS a predá ju CS vrstve na druhej strane. Použitie tejto indikácie je nepovinné. CSI a SN sú chránené proti (bitovým) chybám 4bitovou protekciou sekvenčného čísla (SNP - sequence number protection). Táto je schopná zabezpečiť jednotlivú opravu chyby a detekciu viacbitových chýb. Ak sú tieto poškodené a nemôžu byť opravené SAR-podvrstvou tak CS je upozornená.

<sup>2</sup> Pozn. údaje o AAL 2, AAL5 sú trochu doplnené z iných zdrojov. (ide hlavne o presnú štruktúru hlavičiek, ktoré neboli v danom čase ešte dohodnuté.)

| CSI                              | SN    | SNP   | SAR-SDU                 |
|----------------------------------|-------|-------|-------------------------|
| 1bit                             | 3bity | 4bity | 47 bajtov               |
| CSI - CS Indication              |       |       | SN - Sequence number    |
| SNP - Sequence number protection |       |       | SDU - Service Data Unit |

Fig. 3.17 SAR-PDU štruktúra pre AAL 1

### Funkcie CS

CS podvrstva závisí od konkrétnej služby a môže obsahovať rôzne funkcie.

- Ošetrovanie Cell Delay Variation-u (CDV - variácia oneskorenia buniek)
- Ošetrovanie zdržania vzniknutého pri spájaní dát (cell payload assembly delay)  
Dátová časť SAR-PDU môže byť len čiastočne naplnená používateľovými dátami, aby sa zredukovalo toto zdržanie. Počet zaplnených bajtov je konštantný, zvyšok je len "atrapa".
- Získanie stavu hodín (?časovača?) zdroja na strane cieľa.  
CCITT odporúča použitie SRTS metódy (Synchronous Residual Time Stamp). Táto používa RST (Residual Time Stamp) na meranie a doručovanie (convey) informácie prijímateľovi o rozdiel medzi spoločnými referenčnými hodinami siete na oboch stranách (t.j. odosielateľa a prijímateľa) a servisnými hodinami odosielateľa. RTS je prenášaný v CSI bite za sebou idúcich SAR-PDU. Spoločné referenčné hodiny sú k dispozícii ak odosielateľ aj prijímateľ komunikujú po synchronnej sieti. (napr. siete na princípe SDH alebo SONET)  
Ak nie sú takéto spoločné referenčné hodiny k dispozícii (napr. na sieti typu PDH) môže byť použité prispôsobivé (adaptive) získavanie stavu hodín, založené na monitorovaní zaplňovania bufferu na strane prijímateľa (???)
- Zisťovanie (získavanie) štruktúry posielaných dát na strane prijímateľa.  
Na určenie hraníc sa používa smerník. Podporovaná je ľubovoľná štruktúra (daná v bajtoch) najmä štruktúry založené na 8kHz (???) používané na okruhových službách (circuit mode services) (Odporúčanie I.231)
- Monitorovanie stratených a misinserted buniek a možné korekčné opatrenia.
- Monitorovanie bitových chýb AAL Protocol Control Information (PCI) a možné korekčné opatrenia
- Monitorovanie chýb prenášaného bloku (len efektívnych dát) a možné korekčné opatrenia.
- Hlásenia o výkonnostnom stave medzi koncovými bodmi (end-to-end reporting).

Pre niektoré špecifické služby môže CS vykonávať špeciálne funkcie. Typickými príkladmi sú:

- (1) Prenos vysoko kvalitného audia/video.  
V takomto prípade môže byť požadovaná kontrola chýb "nákladu"
- (2) Hlas  
CS nebude dodávať žiadny špecifické informácie do SAR-SDU. Hlavná funkcia je získavanie stavu hodín na prijímateľovej strane.

### 3.7.3 Prispôbenie pre služby s premenlivou bitovou rýchlosťou: AAL 2

AAL 2 poskytuje prenos informácií premenlivou rýchlosťou. Navyše sa medzi zdrojom a cieľom prenáša aj časovacia informácia. Keďže zdroj generuje dáta s premenlivou rýchlosťou, je možné, že všetky bunky nie sú úplne zaplnené, a že zaplnenie sa mení od bunky k bunke. Preto je po SAR požadovaných viac funkcií. (AAL 2 je používaný najmä v mobilnej komunikácii [asi prenos medzi vysielacími...]) Takže konečný výsledok je niečo takéto:

Connection Identifier (CID) identifikuje konkrétne AAL2 spojenie vo vnútri AAL2 linky

Length Indicator (LI) určuje dĺžku payloadu.

User-to-user field ktorý je k dispozícii vyšším vrstvám. Dá sa použiť ako sequence number, alebo na určenie použitého kodeku.

HEC - kontrola hlavičky.

CS podvrstva by mala vykonávať následné

- Zisťovanie hodín - insetrion/extraction (napr. pridávaním časových pečiatok)
- Ošetrovanie stratených a zle doručených buniek
- Predposunutá korekcia chýb FEC<sup>3</sup> (Forward Error Correction) pre audio/video služby

<sup>3</sup> V dokumente čo som našiel k AAL 2 sa skratka FEC nevyskytuje, tak predpokladám, že sa rozhodli vypustiť. Uvádzam, len že nemám istotu....

| CID | LI                    | UUI | HEC | SAR-SDU            |
|-----|-----------------------|-----|-----|--------------------|
|     |                       |     |     | 1..45 bajtov       |
| CID | connection identifier |     |     | 8 bitov (1 bajt :) |
| LI  | length indicator      |     |     | 6 bitov            |
| UUI | user-to-user field    |     |     | 5 bitov            |
| HEC | CRC                   |     |     | 5 bitov            |

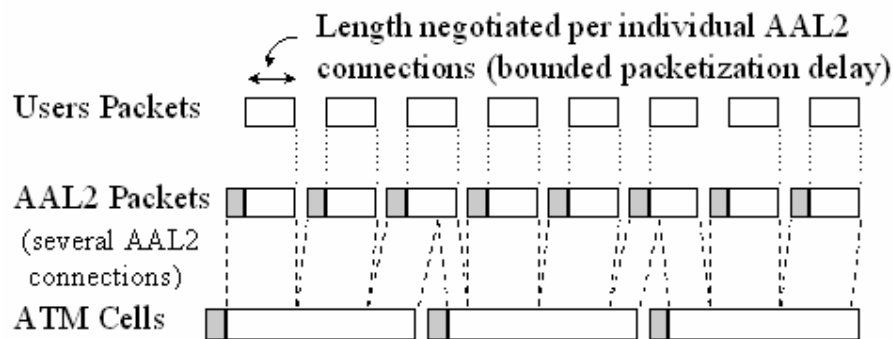
Fig. 3.18 štruktúra SAR-PDU<sup>4</sup> pre AAL 2

Vysoká efektívnosť využitia prenosovej kapacity a nízky packetization delay sú dosiahnuté

a) variabilnou dĺžkou SAR-PDU 1..45 bajtov.

b) Multiplexovaním viacerých AAL 2 spojení na do jednej ATM VCC

Bod a) umožňuje jednoduchú kontrolu packetization delay-u tým, že dovoľuje aplikácii zvoliť si max. veľkosť pre konkrétne požiadavky na max. zdržania. Bod b) zasa umožňuje využiť prenosovej kapacity, keďže namiesto čiastočne zaplnených buniek, sa do jednej bunky dajú SAR-PDU z rôznych AAL 2 spojení.



Obr. 3.x AAL 2 Multiplexovanie<sup>5</sup>

| OSF    | SN | P | SAR-SDU                       | SAR-SDU | PAD* |
|--------|----|---|-------------------------------|---------|------|
| Header |    |   | CPCS-PDU <sup>6</sup> payload |         |      |

OSF Offset field (6 bitov)

SN Sequence number(1 bit)

P Parity (1 bit)

PAD\* buď PAD(0..47 bajtov) samé nuly, alebo segment ďalšej SAR-SDU<sup>7</sup>

CPCS-PDU pre AAL 2.

OSF ukazuje na nasledujúcu SAR-SDU v bunke, SN a P bity straty bunky a chýb v hlavičke.

(SSCS: napr. GSM (full rate) kodec generuje 260 bitové pakety každých 20 ms, tieto môžu byť použité priamo AAL 2 CPCS, takže SSCS je prázdny, ale niektoré aplikácie môžu generovať dáta tak, že sa nebudú dať priamo posúvať CPCS (alebo bude vyžadovať špeciálne služby). Vtedy je treba aby SSCS fungovala ako rozhranie medzi nimi..)).

### 3.7.4 Prispôbenie pre dátové služby: AAL 3/4

#### Princípy

CCITT odporúča použitie AAL 3/4 pre transfer dát ktoré sú háklivé na stratu, ale nie na zdržania. Môže ísť o connection oriented alebo connectionless komunikáciu. AAL nevykonáva všetky funkcie

<sup>4</sup> V papieroch čo som mal k dispozícii sa tomuto nenadávalo SAR-PDU ale packet, ale keďže som sa nechcel používať inú terminológiu ako u ostatných AAL. Len ak by niekto mal námietky; dúfam že to nevedí....

<sup>5</sup> Ako som už povedal nahradte slovíčko packet za SAR-PDU... (vážne sa mi to nechce prekreslovať a je to názorný obrázok)

<sup>6</sup> Viď AAL 3/4. (AAL som dopisoval až úplne na záver a tak sa stalo čo sa stalo AAL 2 má podobne rozdelenú CS vrstvu ako 3/4)

<sup>7</sup> Ako sa zistí kde začína toto v poradí už tretie SAR-SDU, neviem...

vyžadované connectionless službami, keďže služby ako routing a network adresing sú vykonávané na úrovni sieťovej vrstvy.

Sú definované dva módy AAL 3/4: message (správoový) mód a streaming (tokový) mód.

- Message mód  
AAL-SDU sa posiela cez AAL interface v práve jednom AAL interface data unit-e (IDU)  
Umožňuje prenos na konštantných alebo premenlivých rýchlostiach.
- Streaming mód  
AAL-SDU sa posiela cez jeden alebo viac AAL-IDU. Prenos týchto AAL-IDU môže byť oddelený v čase. Služba podporuje prenos dlhých AAL-SDU s premenlivou dĺžkou. Taktiež obsahuje abort službu, ktorá umožňuje zahodiť čiastočne prijatú AAL-SDU.

Oba módy môžu ponúkať následné peer-to-peer operačné služby:

- Zaručená (assured) operácia  
Každá SDU je doručená bez akejkoľvek modifikácie obsahu chybami. Chybné, alebo stratené CS-PDU sú znovu poslané. Navyše je podporované riadenie toku medzi koncovými bodmi. Použitie tejto proc. môže byť obmedzene na point-to-point (bod-bod) AAL spojenie.
- Nezaručená (non-assured) operácia  
V tomto prípade SDU môže byť doručená nekorektne, alebo dokonca vôbec. Zabezpečenie riadenia toku je nepovinné.

### Funkcie SAR

- Rozdeľovanie a znovuspájanie CS-PDU premenlivej dĺžky.  
SAR-PDU obsahuje za týmto cieľom 2 oblasti (fields)
  - segment type (ST) 2 bity  
určuje či ide o BOM (10), COM (00), EOM (01), alebo SSM (11) (single segment message)
  - Length indicator (LI) 6 bitov  
Posledný segment a jedno segmentové správy môžu mať menej ako 44 bajtov skutočných dát, a tak je treba indikáciu platných bajtov.
- Detekcia chýb.  
Aby sa detekovali chyby v SAR-PDU je vyhradená 10 bitová CRC oblasť. Kódovanie CRC prebieha podľa polynomiálnej generujúcej funkcie  $1 + x + x^4 + x^5 + x^9 + x^{10}$ . Navyše je potrebné detekovať stratené, alebo misinserted bunky. Toto je dosiahnuté za pomoci 4 bitového sekvenčného čísla (SN).
- Multiplexovanie viacerých CS-PDU na spoločného doručiteľa v ATM vrstve (VC/VPI)  
Multiplexovanie je podporované 10 bitovým Multiplexovým Identifikátorom (MID) v SAR-PDU. Dovoľuje kódovať  $2^{10}$  AAL user to AAL user konekcií, na jednu AAL user to AAL user konekciou v ATM vrstve pre connection oriented dátovú komunikáciu!!!  
Pre connectionless dátovú komunikáciu sa používa prekladanie SAR-PDU maximálne  $2^{10}$  CS-PDU na tej istej semi-trvalej virtuálnej konekcii v ATM vrstve. Takéto spojenie môže prenášať ATM bunky z jedného, alebo viacerých connectionless terminálov na connectionless server na UNI, alebo medzi connectionless sietami na NNI.

Tieto rôzne funkcie vedú k SAR štruktúrovanej ako je opísané na fig. 3.20.

| ST    | SN    | RES/MID | SAR-SDU   | LI     | CRC     |
|-------|-------|---------|-----------|--------|---------|
| 2bity | 4bity | 10bitov | 44 bajtov | 6bitov | 10bitov |

ST - Segment type

SN - Sequence number

RES - Reserved (typ 3)

MID - Multiplexing Identifier (typ 4)

LI - length indicator

Fig. 3.20 štruktúra SAR-PDU pre AAL 3/4

### Funkcie CS

Common Part CS (CPCS - spoločná časť) AAL 3/4 poskytuje non-assured prenos dátových rámcov dĺžky od 1 do 65535 bajtov. Jedno alebo viac spojení môže byť vytvorených medzi dvoma (peer) CPCS entitami, ale prepínanie medzi CPCS spojeniami nie je podporované. Integrita CPCS-SDU sekvencie musí byť zachovaná pre každé jedno spojenie. Funkcie podvrstvy sú:

- Zachovávanie CPCS-SDU  
Táto funkcia zabezpečuje rozdeľovanie (delineation) a transparentnosť CPCS-PDU.
- Detekcia a oprava chýb  
Chybné CPCS-SDU sú buď zahodené, alebo sa hlásia chyby Service Specific CS (SSCS). Detekované chyby zahŕňajú tak chyby z CPCS, tak chyby zachytené na SAR vrstve.

- Veľkosť alokačného buffra  
Každá CPCS-PDU si nesie na začiatku indikáciu koľko je max. potrebná veľkosť buffera na jej prijatie.
- Abort  
Čiastočne prenesená CPCS-PDU abortnutá.

CPCS-PDU AAL 3/4 používa formát popísaný v Fig. 3.21

| CPCS-PDU header |                            |        | CPCS-PDU payload | PAD | CPCS-PDU trailer      |      |        |
|-----------------|----------------------------|--------|------------------|-----|-----------------------|------|--------|
| CPI             | BTag                       | BASize | =                |     | AL                    | Etag | Length |
| CPCS-PDU        |                            |        |                  |     |                       |      |        |
| CPI             | Common Part Indicator      |        | (1 bajt)         |     |                       |      |        |
| BTag            | Beginning Tag              |        | (1 bajt)         |     |                       |      |        |
| BASize          | Buffer Allocation Size     |        | (2 bajty)        |     |                       |      |        |
| PAD             | Padding                    |        | (0..3 bajty)     |     | (dokopy 8..11 bajtov) |      |        |
| AL              | Alignment                  |        | (1 bajt)         |     |                       |      |        |
| Etag            | End Tag                    |        | (1 bajt)         |     |                       |      |        |
| Length          | Length of CPCS-PDU payload |        | (2 bajty)        |     |                       |      |        |

Fig. 3.21 Format CPCS-PDU pre AAL 3/4

- Common part Indicator (CPI)  
Táto položka je na určovanie nasledujúcich položiek (fields) v CPCS hlavičke a "koncovke" (trailer). Konkrétne indikuje počítajúce jednotky pre hodnotu danú v BASize a Length fieldoch. Dalšie použite sa predpokladá/vymýšľa.
- Začítateľná značka (Beginning Tag -Btag) položka  
Dovoľuje združiť Btag hlavičku a koncovku u prijímateľa. Odosiateľ dáva do Etagu a Btagu tú istú hodnotu. Nasledujúca CPCD-PDU bude mať inú hodnotu (napr. 1 vyššiu). Tento mechanizmus je ale redundantný s MID, BOM/EOM a error detecion mechanizmami použitými na správne znovuspojenie SAR podvrstvou.
- Indikátor alokácie veľkosti buffera (Buffer allocation size indicator - BASize)  
Táto položka informuje prijímateľa o maximálnych požiadavkách na buffer, aby táto CPCS-PDU mohla byť prijatá. V message móde BASize je rovná veľkosti CPCS-PDU dát (payload length). V streaming móde je rovná, alebo väčšia ako veľkosť CPCS-PDU. BASize je kódovaná ako binárne číslo vyjadrujúce počet počítajúcich jednotiek indikovaných v CPI
- Vypchávka (padding field - PAD)  
Medzi koncom CPCS-PDU dát a 32 bitovým zarovnaním CPCS-PDU traileru sú 0..3 bajty nevyužitú. Nenesie žiadne užitočné dáta.
- Zarovnávací field (alignment field)  
Len zarovnáva koncovku na 32 bitov. Hodnota by mala byť 0. Nenesie žiadne užitočné dáta.
- Koncová značka (End Tag - Etag).  
Vid' Btag.

CPCS má základnú funkčnosť na podporu Triedy C a D.

### 3.7.5 Prispôbenie pre dátové služby: AAL 5

#### Princípy

AAL 3/4 tak ako je navrhnutá CCITT nie je vhodná pre potreby užívateľa používajúceho vysoko rýchlostné connection oriented služby. AAL 3/4 má veľký "overhead" (4bajty z 48) na SAR-PDU. Tiež 10 bitový CRC pre detekovanie porušených segmentov a 4bity SN (sequence number) na detekciu straty, alebo misinsertion-u môžu byť pre veľmi dlhé bloky málo. Preto ATM Forum špecifikovalo nový typ AAL a to AAL 5. Cieľom je poskytnúť menší overhead a lepšiu detekciu chýb. Služby poskytované AAL 5 by mali byť identické s 3/4, okrem multiplexovania, ktoré nie je podporované.

#### Funkcie SAR:

SAR prijíma od CPCS SAR-SDU pohyblivej dĺžky (celočíselné násobky 48) a generuje SAR-PDU obsahujúce 48 bajtov SAR dát. Rozpoznávanie hraníc SAR-SDU je zabezpečené na konci SAR-SDU - PTI bit (v ATM vrstve) poslednej bunky má hodnotu "1" ("0" =začiatok, alebo pokračovanie SAR-SDU)

### Funkcie CS:

Funkcie implementované v AAL 5 CPCS sú tie isté ako ponúka 3/4, až na to že neponúka BASize prijímateľovi. Taktiež protekcia pred chybami je plne v režii CPCS vrstvy (a nie zdieľaná medzi SAR a CPCS). Pribúda teda CRC field - 4 bajty. CRC je počítané z celého CPCS-PDU (v AAL 3/4 len z hlavičky). Fig. 3.22 zobrazuje formát CPCS-PDU pre AAL 5.

| CPCS-PDU - payload |                               | CPCS-PDU Trailer |     |        |        |
|--------------------|-------------------------------|------------------|-----|--------|--------|
| 1..65535 bajtov    | PAD                           | CPCS-UU          | CPI | Length | CRC-32 |
| CPCS-PDU           |                               |                  |     |        |        |
| PAD                | Padding                       | (0..47 bajtov)   |     |        |        |
| CPCS-UU            | CPCS User-to-User-Indication) | (1 bajt)         |     |        |        |
| CPI                | Common part indicator         | (1 bajt)         |     |        |        |
| Length             | Dĺžka CPCS-PDU payload        | (2 bajty)        |     |        |        |
| CRC                | Cyclic Redundancy Check       | (4 bajty)        |     |        |        |

Fig. 3.22 - Formát CPCS-PDU pre AAL 5

Oblasti s príslušným menom majú rovnakú funkciu ako u AAL 3/4 CPCS-PDU. Nová je len CRC oblasť, kalkulácia ktorého prebieha z celého obsahu CPCS-PDU, vrátane payload-u, PAD-u ...

CRC-32 generujúci polynóm je:

$$G(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$$

### 3.7.6 Prispôbenie na signalizáciu

Použitie AAL na signalizáciu medzi UNI a NNI v BISDN je zatiaľ vo vývoji. Kandidáti sú AAL 3/4, AAL 5. Tendencia je k 5, ale v čase písania knihy nebolo rozhodnuté.

## 3.8 Funkcie údržby

### 3.8.1 Princípy

Pre ISDN CCITT vydala súbor odporúčaní pre operáciu a údržbu (OAM = operation and maintenance) (M.20, M.36, séria I.600, I.430, I.431). OAM je založená na kontrolovanej údržbe ktorá sa skladá z kontroly, testovania a monitorovanie výkonu s cieľom minimalizovať preventívnu údržbu a redukovať údržbu venovanú opravám.

Aby sa získala optimálna funkcionálna v zmysle OAM, CCITT odporúča (I.610) pre BISDN rozlišovať následné frázy:

- Monitorovanie výkonu (performance monitoring)  
Pri normálnom chode zabezpečuje zásobu "údržbovými informáciami" nepretržité overovanie a periodická kontrola funkcií. Výkonnostné informácie získané z relevantného monitorovania výkonu, bude odovzdané príslušným OAM jednotkám. Tieto použijú informácie pre dlhodobé ohodnotenie systému, krátkodobú kontrolu služieb, alebo na preventívne akcie.
- Detekcia závad a zlyhaní. (defect and failure detection)  
Zlyhania môžu byť objavené neustálím, alebo periodickým čakaním funkcií
- Ochrana systému (system protection)  
Ak je odhalené zlyhanie, nefunkčná entita (jednotka) je vyradená z činnosti. Efekt zlyhania je minimalizovaný blokovaním alebo zmenou iných entít.
- Informácie o zlyhaní, alebo výkonnostné informácie (failure or performance information)  
V prípade zlyhania nejakej entity, sú včas upozornené iné riadiace entity. Taktiež sú vymieňané informácie o stave. Tieto informácie o zlyhaní sa používajú vo fáze protekcie systému, aby sa zaručila exklúzia zlyhaných entít, a taktiež sú použité v susedných entitách, aby sa zabezpečilo, že správa o zlyhaní sa rozšíri po celej sieti.
- Lokalizácia chyby (fault localization)  
Interné, alebo externé testovacie systémy určia lokáciu zlyhanej entity. Po lokalizácii, fáza ochrany systému zabezpečí, že budú vylúčené zo systému.

### 3.8.2 OAM sieťové vrstvenie (OAM network layering)

#### OAM toky (flows)

Údržba a operácia ATM siete je organizovaná podľa vrstvového prístupu. Je definovaných päť hierarchických OAM úrovní, ktoré majú súvislosť s tokom informácií. Dve vrstvy pre ATM a tri pre fyzickú vrstvu. Na všetkých miestach siete nemusia byť nutne všetky úrovne. V takom prípade patričnú úlohu preberá vyššia vrstva.

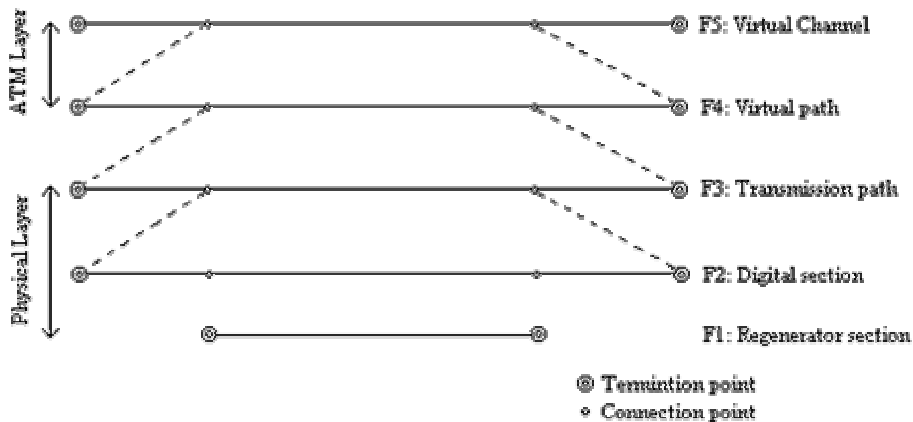


Fig. 3.22 - OAM Hierarchické úrovne

Úrovne:

- Virtuálny kanál (Virtual chanel) (F5)  
Oba konce vykonávajú VCI ukončovacie (termination) funkcie pre BISDN spojenie. Také spojenie sa skladá z viacerých virtuálnych ciest (virtual path). OAM funkcie sú vykonávané na VCI úrovni a môžu dávať vstup ľubovoľnej z piatich fáz opísaných vyššie. Napríklad za pomoci PTI bitov v hlavičke bunky je možné na VCI úrovni robiť výkonnostný monitoring.
- Virtuálna cesta (virtual path) (F4)  
Oba konce vykonávajú VPI ukončovacie funkcie pre BISDN spojenie. Takéto spojenie sa skladá z viacerých vysielacích ciest (transmission path). Zás ktorákoľvek z popísaných 5 fáz môže byť involvovaná v údržbe.
- Prenosová cesta (transmitopn path) (F3)  
Oba konce vykonávajú skladanie / rozkladanie dát (payload) a OAM funkcie prenosového systému. (?) Keďže bunky musia byť na úrovni vysielacej cesty rozoznávané, aby sa dali vytiahnuť OAM bunky, delineation (rozoznanie/synchronizácia hraníc) a HEC funkcie sú potrebné na oboch koncoch prenosovej cesty. Prenosová cesta sa skladá z viacerých digitálnych sekcií.
- Digitálna sekcia (digital section) (F2)  
Oba konce sú ukončenia sekcií. Digitálna sekcia zahŕňa údržbovú entitu. Je schopná prenášať OAM informácie medzi susediacimi digitálnymi sekciami.
- Regeneračná sekcia (regenerator section) (F1)  
Toto je najmenšia rozoznatel'ná fyzická entita pre OAM. Nachádza sa medzi repeatermi.

OAM funkcie sú pridelené vo Vrstvovej Správe (Layer Management) BISDN protokolového referenčného modelu. OAM funkcie súvisiace s danou OAM úrovňou sú nezávislé od OAM funkcií ostatných vrstiev a mali by byť poskytované v každej vrstve. Mechanizmy poskytovania OAM funkcií a toku informácií sa medzi úrovňami líšia .

#### Mechanizmy fyzickej vrstvy.

Na úrovni fyzickej vrstvy sú OAM informačné toky (F1,F2,F3) závislé od typu prenosového systému, ako aj od nadradených funkcií obsiahnuté v NT1 a NT2 pre sekciu krížiacie referenčné body  $T_B$ .

V SDH špeciálne bajty v SOH (Section overhead) prenášajú F1 a F2 toky. Tok F3 je prenášaný POH (Path overhead) prenosovým rámcom.

V systéme založenom na prenose buniek, F1 a F3 toky sú prenášané špeciálnymi OAM bunkami, nazývaných PL-OAM (physical layer OAM) bunky. Rozlišované sú podľa špeciálneho vzoru (pattern)

v hlavičke bunky. F2 tok nie je k dispozícii, ale dané funkcie preberá tok F3. Tieto bunky sú platné len na fyzickej úrovni a nie sú predávané ďalej ATM vrstve.

Prenosové systémy typu PDH (G.702, G.703) môžu byť použité len na sieťovej strane B-NT1. Existujú špecifické spôsoby na monitorovanie výkonu napr. pomocou CRC - monitorovanie počtu chybných bytov za jednotku času na sekciu. Možnosti prenosu iných OAM informácií, ako bitovo orientovaných správ, sú veľmi limitované. CCITT pracuje na novom odporúčaní pre mapovanie ATM buniek do PDH prenosových rámcov vybaveným ďalšími POH bajtmi (podobné ako u SDH-POH).

### **Mechanizmy ATM vrstvy**

Na ATM úrovni (F4, F5) sa na vykonávanie VC a VP údržby používajú vyhradené (dedicated) bunky. Tieto bunky sa používajú na prenos OAM informácií medzi rovnakými vrstvami. Existujú dva druhy pre oba toky: F4 aj F5.

- Tok medzi koncovými bodmi (end-to-end flow). Používa sa pre komunikačné operácie medzi koncami VPC, alebo VCC.
- Segmentový tok (segment flow), ktorý sa používa pre komunikačné operácie v hraniciach jednej linky, alebo viacerých prepojených, pričom všetky linky musia byť pod kontrolou jedného úradu, alebo organizácie. F4 a F5 toky sa môžu končiť len v VPC/VCC koncových bodoch, alebo v spojových bodoch ukončujúce VPC/VCC segmenty.

### **Mechanizmy AAL.**

CS všetkých AAL obsahuje monitorovanie výskytu chýb (čo do kvantity), korekčné a reportovacie mechanizmy zodpovedajúce danému typu AAL.

### **3.8.3 OAM fyzickej vrstvy**

Rôzne časti fyzickej vrstvy musia byť ošetrované. Rôzne chyby sa dajú rozoznať a prideliť jednej z troch vrstiev a s nimi spojenými tokmi (opísaných vyššie). Následné zlyhania sa dajú detekovať v prenosovom systéme založenom na SDH:

F1:

- Strata signálu alebo rámca (Loss of signal or loss of frame): Strata SDH Rámцovej synchronizácie.

F2:

- Chybami znížený výkon (Degraded Error Performance): Kvalita prijatého signálu nie je prijateľná (napr. priveľa bitových chýb). Toto môže byť spôsobené príliš slabým vstupným signálom... (V SOH to môže byť merané BIP.)

F3

- Strata synchronizácie bunkového delenia. (Loss of cell delineation) delineation algoritmus nie je v stave SYNC
- Chybami znížený výkon
- Neopraviteľná hlavička: hlavička má viac chýb ako je možné opraviť.
- Zvýšená chybovosť hlavičiek: kvalita hlavičky je nízka.
- Strata smerníka AU4: SDH-SOH smerník AU4 nebol nájdený, a teda vznikajú nerozoznané SDH dáta.
- Neúspešné vsunovanie a potlačovanie IDLE buniek: Prichádza príliš veľa IDLE buniek, nemôžu byť prenesené žiadne užitočné informácie.

V prípade, že je použitý prenosový systém na princípe buniek, následná chyby sú detekovateľné.

F1:

- Strata signálu.
- Strata F1 PL-OAM rozoznania buniek: príjemca už nerozoznáva PL-OAM bunku, takže nie je možné poskytovať žiadne monitorovanie výkonu.
- Chybami znížený výkon.

F3

- strata synchronizácie bunkového delenia
- neopraviteľná hlavička
- strata F3 PL-OAM rozoznávania buniek
- Zvýšená chybovosť hlavičiek
- Neúspešné vsunovanie a potlačovanie IDLE buniek

### **3.8.4 OAM ATM vrstvy.**

Pre F4 a F5 sa udržiava kompletná virtuálna cesta/kanál (VP/VC)

F4

- Cesta nie je dostupná: Virtuálna cesta nie je garantovaná a vyžaduje akcia na protekciu systému.
- Znížený výkon: ATM bunky prichádzajúce z VCI/VPI spracovateľských uzlov nemá akceptovateľný výkon. (spôsobené stratou buniek, vkladáním buniek, alebo chybovosťou...)

F5

- Kanál nie je dostupný.
- Znížený výkon

CCITT odporúčanie I.610 je prvý dokument o princípoch údržby ATM siete. Ďalej sa na tomto pracuje.

Poznámka na záver.

Nerobíme si príliš ilúzie, že tento text je práve čitateľný (a už vôbec, že je bez gramatických chýb), robili sme čo sa dalo... Pripadne pripomienky sú vítané na adrese [ajfi@centrum.sk](mailto:ajfi@centrum.sk) (len do konca tohoto skúškového, potom už len výnimočne)

Aby som aspoň trochu pomohol, v chaose skratiek tu je stručný prehľad... snád' aspoň trochu pomôže.

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>AAL</b>          | ATM Adaptation Layer - adaptačná vrstva - rozšírenie ATM aby poskytovalo ďalšie služby                                 |
| <b>BOM</b>          | Begin of Message   |
| <b>CBR</b>          | Constant Bit Rate  |
| <b>CLP</b>          | Cell Loss Priority (časť ATM hlavičky)   |
| <b>COM</b>          | Continuation of Message  |
| <b>CPCS</b>         | Common part CS   |
| <b>CRC</b>          | Cyclic Redundancy Check  |
| <b>CS</b>           | Convergence Sublayer . podvrstva AAL   |
| <b>CSI</b>          | CS Indication - funkcia SAR.   |
| <b>Delineation</b>  | Rozoznanie/synchronizácia hraníc (buniek...)   |
| <b>EOM</b>          | End of Message   |
| <b>GFC</b>          | Generic Flow Control - Všeobecné nastavenie toku (časť ATM hlavičky)   |
| <b>HEC</b>          | Header Error Control - Chybová kontrola hlavičky - Kontrolný súčet (konkrétne CRC) (časť ATM hlavičky)                 |
| <b>IDU</b>          | Interface Data Unit  |
| <b>Misinsertion</b> | stav keď prišla bunka, ktorá nebola poslaná odosielateľom (nastáva napr. vďaka fyzickým poruchám prenosového média...) |
| <b>NNI</b>          | Network Node Interface - rozhranie medzi dvoma ATM switch-mi   |
| <b>OAM</b>          | Operations and Maintenance (resp. Operation, Administration and Maintenance)   |
| <b>PCI</b>          | Protocol Control Information   |
| <b>PDU</b>          | Protocol Data Unit - jednotka dát ktorú dostáva AAL od vyššej vrstvy   |
| <b>PL-OAM</b>       | Physical layer OAM   |
| <b>POH</b>          | Path Overhead  |
| <b>PTI</b>          | Payload Type Identifier (časť ATM hlavičky)  |
| <b>SAR s.</b>       | Segmentation and reassembly sublayer - podvrstva AAL   |
| <b>SDU</b>          | Service Data Unit - dáta uložené v bunke (zvyčajne rozkúskované PDU)   |
| <b>SN</b>           | Sequence number  |
| <b>SNP</b>          | Sequence number protection   |
| <b>SOH</b>          | Section Overhead   |
| <b>SSCS</b>         | Service Specific CS  |
| <b>SSM</b>          | Single Segment Message   |
| <b>ST</b>           | Segment type   |
| <b>UNI</b>          | User Network Interface - rozhranie medzi ATM a užívateľom (hostom)   |
| <b>VBR</b>          | Variable Bit Rate  |
| <b>VC</b>           | Virtual Chanel - Virtuálny kanál (okruh)   |
| <b>VCC</b>          | VC Connection  |
| <b>VCI</b>          | Virtual Channel Identifier - Identifikátor virtuálneho okruhu (časť ATM hlavičky)                                      |
| <b>VP</b>           | Virtual Path - Virtuálna cesta   |
| <b>VPC</b>          | VP Connection  |
| <b>VPI</b>          | Virtual Path Identifier - Identifikátor virtuálnej cesty (časť ATM hlavičky)   |

*Stručný prehľad skratiek*