

## 1.1 Warstwa AAL

### 1.1.1 Informacje wstępne

Adaptacyjna warstwa modelu odniesienia techniki ATM (*ATM Adaptation Layer - AAL*) zawiera funkcje rozszerzające ograniczone z założenia możliwości warstwy ATM, dzięki czemu możliwe jest spełnienie specyficznych wymagań stawianych przez różnorodne aplikacje usługowe. AAL realizuje zadania na rzecz użytkownika oraz planów sterowania i zarządzania, prowadząc w szczególności odwzorowanie postaci danych wymienianych z warstwą ATM systemu. Ponieważ AAL powinna być zdolna do prowadzenia obsługi różnorodnych protokołów użytkownika, w każdym konkretnym przypadku jej implementacja musi być ściśle odzwierciedlać charakterystykę realizowanej usługi.

Wykaz typowych zadań realizowanych przez AAL obejmuje:

- obsługę błędów transmisyjnych;
- dostosowanie danych dostarczanych w postaci ramek przez aplikację usługową do ich przesyłania za pośrednictwem komórek ATM;
- podejmowanie akcji naprawczych w przypadkach utraty lub dostarczenia nadmiarowych komórek z danymi użytkowymi;
- sterowanie przepływem danych oraz utrzymanie wymaganych parametrów czasowych przekazu.

Duża różnorodność wymienionych zadań powoduje, że ich realizacja prowadzona jest przy wykorzystaniu funkcji, które z uwagi na swoją specyfikę tworzą następujące podwarstwy:

- Segmentacji i zestawiania (*Segmentation and Reassembly Sublayer - SAR*), która po stronie nadawczej dokonuje podziału bloków informacji użytkowej na segmenty odpowiadające rozmiarowi komórek, zaś w odbiorniku zestawia ramki wymagane przez aplikację usługową wypełniając je informacjami dostarczonymi przez warstwę ATM.
- Konwergencji (*Convergence Sublayer - CS*), realizującą podstawowe zadania funkcjonalne punktu dostępu do usług warstwy AAL (*AAL Service Access Point - AALSAP*).

Choć w szczególnym przypadku zbiór funkcji realizowanych przez SAR i CS może być pusty, w ogólności obejmuje liczne procedury, których zadania zależą ściśle od klasy realizowanej aplikacji usługowej wyznaczanej następującymi atrybutami:

- rodzajem powiązań czasowych pomiędzy źródłem i odbiornikiem informacji (konieczne lub nie wymagane);
- charakterem zmian prędkości transmisji (stała lub zmienna);
- trybem realizacji wymiany danych (połączeniowy lub bezpołączeniowy).

Inne charakterystyki są traktowane jako parametry jakości świadczenia usług telekomunikacyjnych (*Quality of Service - QoS*) i jako takie nie wpływają na powiększenie listy obsługiwanych przez warstwę AAL klas usługowych. W chwili obecnej ich podstawowy zestaw obejmuje:

- **AAL 1** - przeznaczona do realizacji usług wymagających synchronizacji czasowej pomiędzy źródłem i ujściem danych przekazywanych ze stałą szybkością (klasa A ITU).

- **AAL 2** - dotyczy usług o zmiennej szybkości transmisji wymagających synchronizacji pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem (klasa B ITU).
- **AAL 3** - wykorzystywana do transmisji danych komputerowych w trybie połączeniowym (klasa C ITU).;
- **AAL 4** - umożliwia transfer zbiorów i wiadomości bez zestawiania połączenia (klasa D ITU).

Dodatkowo, w 1995 r. zaproponowano klasę AAL 5 właściwą zarówno usługom połączeniowym jak i nie wymagającym zestawienia łącza. Klasy AAL odzwierciedlają ściśle specyfikację ITU-T, definiującą następujące rodzaje usług realizowanych przy wykorzystaniu techniki ATM:

- **klasa A:** dotyczy usług, w których wymagana jest ścisła relacja czasowa pomiędzy źródłem i ujściem; przeznaczona jest dla źródeł wymagających stałej szybkości transmisji (*Constant Bit Rate* - CBR) ;
- **klasa B:** dotyczy usług o zmiennej szybkości nadawania wymagających synchronizacji pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem (*Variable Bit Rate* - VBR);
- **klasa C:** dla usługi transmisji danych wymagających zestawiania połączenia;
- **klasa D:** dla usługi transmisji danych nie wymagających zestawiania połączenia.

Należy podkreślić, że zgodnie z zestawieniem zawartym w poniższej tabeli, zdefiniowane obecnie klasy AAL nie obejmują wszystkich potencjalnie możliwych kombinacji atrybutów aplikacji usługowych.

**Tablica.** Podział klas usługowych AAL/ITU

	Klasa A	Klasa B	Klasa C	Klasa D
Synchronizacja nad/odb	wymagana		nie wymagana	
Szybkość przekazu	stała	zmienna		
Tryb komunikacji	połączeniowy			bezpołączeniowy

Przykładami realizacji poszczególnych klas kwalifikacyjnych są następujące aplikacje usługowe:

- AAL1 (klasa A) Emulacja łączy, telefonia i wideo bez dodatkowych przekształceń;
- AAL2 (klasa B) Przekaz audiowizualny poddany kompresji (np. MPEG);
- AAL3 (klasa C) Dane sygnalizacyjne, realizacja transakcji;
- AAL4 (klasa D) Emulacja LAN, sieci wirtualne, dostęp do sieci rozległych (Internet).

Podstawowe zestawy protokołów obejmujących funkcje podwarstw SAR i CS dobrane właściwie dla obsługi wymienionych aplikacji zawiera zalecenie I.363. Oczekuje się, że w miarę rozwoju rynku usług telekomunikacyjnych niezbędne będzie rozszerzenie obowiązujących specyfikacji zarówno poprzez różnicowanie parametrów funkcji już istniejących, jak i definiowanie procedur nowego typu. Dotyczy to w szczególności realizacji trybów bezpołączeniowych (*ConnectionLess* - CL) rozwijanych ostatnio bardzo intensywnie w związku z dużą popularnością sieci opartych na zestawie protokołów TCP/IP. Dodatkowymi funkcjami niezbędnymi do realizacji usług CL są adresowanie warstwy

sieciowej oraz routing, które rezydując w warstwach wyższych stają się użytkownikami AAL. Na podobnych zasadach wykorzystują AAL typowe procedury sygnalizacyjne, obsługiwane przez identyczne funkcjonalnie klasy 3 i 4, co odpowiada to intencjom ITU zmierzającej do przypisania ruchu służbowego pojedynczej klasie warstwy adaptacyjnej.

## 1.1.2 AAL1

### 1.1.2.1 Usługi AAL1

Zestawienie usług oferowanych przez AAL1 obejmuje następujące funkcje:

- transfer i dostarczanie SDU ze stałą szybkością wymuszona przez źródło;
- obsługa synchronizacji nadajnika z odbiornikiem;
- przekazywanie danych o ustalonej strukturze transmitowanej informacji;
- wskazywanie utraconych lub przekłamanych danych, których pierwotnej postaci nie udało się odtworzyć.

### 1.1.2.2 Funkcje AAL1

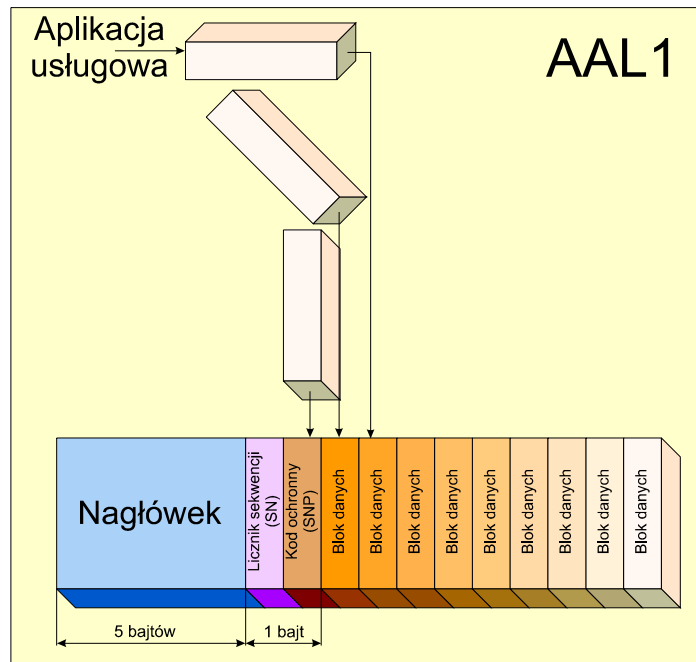
AAL1 wykonuje następujące zadania rozszerzające możliwości funkcjonalne warstwy ATM:

- segmentację i zbieranie informacji użytkowych;
- obsługę zmiennego opóźnienia komórek (*CDV - cell delay variation*);
- obsługę straconych i źle umiejscowionych komórek;
- odtwarzanie w odbiorniku częstotliwości zegara nadajnika;
- monitorowanie informacji sterującej protokołu AAL - PCI w celu wykrywania i obsługi błędów;
- monitorowanie informacji użytkowych w celu wykrywania błędów i podejmowanie akcji korygujących.

Ponadto, dla potrzeb niektórych użytkowników AAL może prowadzić monitoring parametrów QoS pomiędzy wskazanymi zakończeniami sieciowymi.

### 1.1.2.3 Podwarstwa segmentacji i reasemblacji SAR

Nagłówek SAR-PDU wraz z 47 bajtami danych użytkowych wypełnia ATM-SDU przenoszona w części transportowej pojedynczej komórki. Skład oraz sposób tworzenia SAR-PDU AAL1 przedstawiono na rysunku:



Rys.1. Postać SAR-PDU - format dla AAL typ 1.

Pole kolejnego numeru (*Sequence Number - SN*) zawiera 3 bitowy numer kolejny SAR-PDU nadawany każdorazowo przez CS oraz bitową flagę wskazania CS (*CS Indication - CSI*), której domyślnym ustawieniem jest wartość „0”.

Pole ochrony licznika (*Sequence Number Protection - SNP*) ma także długość 4 bitów, z których 3 przenoszą wyliczoną w nadajniku wartość CRC, zaś pozostały stanowi flagę parzystości wyznaczaną dla pozostałych 7 bitów nagłówka. Na podstawie zawartości pola SNP odbiornik może poprawiać przekłamanie pojedynczego bitu lub wykrywać błędy wielokrotne.

#### 1.1.2.4 Podwarstwa konwergencji (CS)

##### 1.1.2.4.1 Funkcje CS

Podwarstwa konwergencji jest zdolna do realizacji następujących funkcji o charakterze ogólnym<sup>1</sup>:

- obsługi zmiennego opóźnienia jednostek AAL-SDU;
- przetwarzania numerów sekwencyjnych;
- uruchamiania specyficznych działań w odpowiedzi na aktywny stan flagi CSI;
- odtwarzania zegara po stronie odbiorczej;
- zachowanie wymaganej struktury przesyłanych danych;
- realizacji wyprzedzającego kodowania protekcyjnego treści audiowizualnych;
- generacji raportów określających jakość realizowanego połączenia.

Równocześnie CS realizuje rozbudowane zadania wynikające ze specyfiki poszczególnych aplikacji usługowych. Zestaw zdefiniowanych usług realizowanych przez AAL 1 zawiera kolejno:

1. Emulację łączy komutowanych, która może być prowadzona w trybie asynchronicznym, kiedy zegar lokalny nie jest identyczny z sieciowym oraz synchronicznym w przypadku

<sup>1</sup> wymagających zegara dostarczanego zazwyczaj z interfejsów  $S_B$  lub  $T_B$ .

przeciwnym. Sygnałami asynchronicznymi są opisane w zaleceniu G.702 strumienie 1544, 2048, 6312, 8448, 32 064, 44 736 i 34 368 kbit/s, natomiast opcja synchroniczna obejmuje zgodne z I.231 przebiegi 64, 384, 1536 i 1920 kbit/s, a także realizacje SDH (G.709). Funkcje AAL realizowane w każdym z wymienionych przypadków obejmują:

- Obsługę informacji użytkowych obejmujących zarówno dane strukturalne, jak i przekazywane w postaci ciągłego strumienia bitowego.
  - Redukcję zmienności opóźnienia danych odbieranych przy wykorzystaniu bufora o odpowiedniej pojemności.
  - Wykrywanie i reagowanie na przypadki dostarczenia danych nadmiarowych oraz utarty części transmitowanych informacji.
  - Utrzymywanie stałej przepływności binarnej strumieni danych przekazywanych aplikacjom usługowym funkcjonującym po stronie odbiorczej.
2. Transmisję sygnałów wideo dla usług interaktywnych oraz dystrybucyjnych przy której realizacji wykorzystywane są następujące funkcje:
- Obsługę informacji użytkowych w postaci danych strukturalnych oraz ciągłego strumienia bitów.
  - Redukcji zmienności opóźnienia danych przy wykorzystaniu bufora o odpowiedniej pojemności.
  - Przejmowania danych nadmiarowych oraz uzupełniania strat wynikających z braku terminowego otrzymywania transmitowanych informacji.
  - Utrzymywanie stałej przepływności binarnej strumieni danych przekazywanych aplikacjom usługowym funkcjonującym po stronie odbiorczej przez przetworniki optoelektryczne synchronizowane zegarem o stałości innej niż zegary sieciowe
3. Transport sygnałów pasma podstawowego obejmujących mowę kodowaną do postaci przebiegu cyfrowego o przepływności 64 kbit/s przy korekcji A lub  $\mu$ , zgodnie z zaleceniami G.711 oraz G.722. Funkcje AAL realizowane w obydwu przypadkach obejmują:
- Obsługę informacji użytkowych w postaci danych strukturalnych.
  - Redukcję zmienności opóźnienia sygnału po stronie odbiorczej zgodnie z zaleceniem I.356.
  - Wykrywanie przypadków dostarczenia danych nadmiarowych oraz utarty danych.

### **1.1.3 AAL2**

Typ 2 AAL zapewnia obsługę ruchu o zmiennej przepływności binarnej, w przypadkach wymagających utrzymania synchronizacji pomiędzy źródłem i odbiornikiem.

#### **1.1.3.1 Usługi AAL2**

Zestawienie usług oferowanych przez AAL2 obejmuje następujące funkcje:

- transfer i dostarczanie SDU ze zmienną szybkością wymuszoną przez aplikację źródłową
- obsługa synchronizacji nadajnika z odbiornikiem;
- przekazywanie danych o ustalonej strukturze transmitowanej informacji;
- wskazywanie utraconych lub przekłamanych danych, których pierwotnej postaci nie udało się odtworzyć.

### 1.1.3.2 Funkcje AAL2

AAL2 wykonuje następujące zadania rozszerzające możliwości funkcjonalne warstwy ATM:

- segmentację i zbieranie informacji użytkowych;
- obsługę zmiennego opóźnienia komórek;
- obsługę straconych i źle umiejscowionych komórek;
- odtwarzanie w odbiorniku częstotliwości zegara nadajnika;
- odtwarzanie źródłowej postaci danych przez odbiornik;
- monitorowanie informacji sterującej protokołu AAL-PCI w celu wykrywania i obsługi błędów;

Ponadto, na życzenie użytkownika AAL2 może prowadzić monitoring parametrów QoS pomiędzy wskazanymi zakończeniami sieciowymi.

Organizację SAR-PDU AAL2 przedstawia rysunek:

Nagłówek komórki	Numer sekwencji	Typ informacji	Przenoszone dane	Wskaźnik długości	Kod ochronny (CRC)
------------------	-----------------	----------------	------------------	-------------------	--------------------

Rys.2. Postać SAR-PDU AAL2

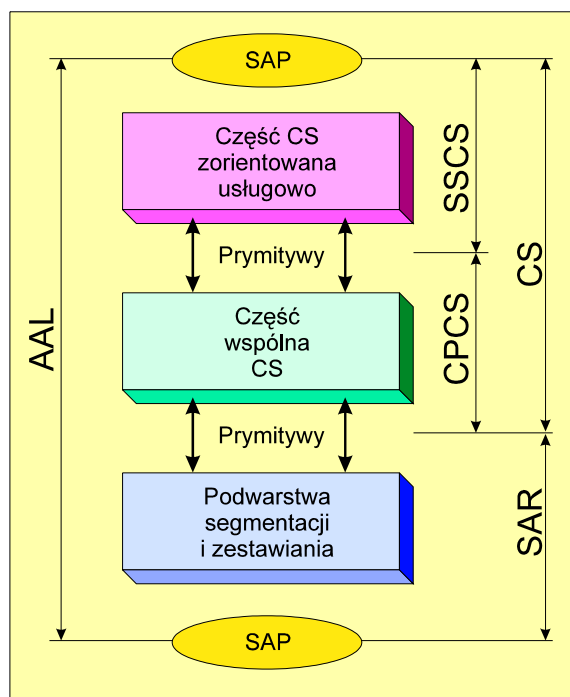
Typ 2 AAL akceptuje CS-PDU o zmiennej długości, a zatem w strumieniu danych mogą występować SAR-PDU, które nie są całkowicie wypełnione. Inne funkcje AAL2, a w szczególności sposób realizacji zadań podwarstw SAR oraz CS stanowi obecnie przedmiot intensywnych studiów.

### 1.1.4 AAL3/4

Specyfikacje AAL3 i AAL4 są identyczne i dlatego obydwa typy zostały połączone w jedną klasę oznaczaną obecnie jako AAL3/4.

#### 1.1.4.1 Struktura AAL3/4

W ramach CS AAL3/4 wyróżnia się wspólną część podwarstwy konwergencji (*Common Part Convergence Sublayer - CPCS*) oraz zorientowaną usługowo część podwarstwy konwergencji (*Service Specific Convergence Sublayer - SSCS*). Schemat strukturalny AAL3/4 przedstawiono na rysunku:



Rys.3. Struktura AAL3/4

W celu realizacji usług o zróżnicowanych właściwościach możliwe jest definiowanie nowych protokołów SSCS. SSCS może również nie zawierać żadnych procedur poza funkcją przenoszenia danych pomiędzy SAP AAL i CPCS.

#### 1.1.4.2 Usługi AAL3/4

AAL3/4 dysponuje rozbudowanymi funkcjami przekazywania danych pomiędzy użytkownikami AAL. Podstawowymi schematami realizacji transmisji są tryb komunikatów oraz tryb strumieniowy.

W trybie komunikatów AAL-SDU jest przekazywana przez interfejs AAL w ramach pojedynczej jednostki danych interfejsu AAL (*AAL Interface Data Unit AAL-IDU*) o stałej lub zmiennej długości. W szczególności możliwe są następujące przypadki szczególne:

- Niewielkie AAL-SDU o stałej długości mogą być obsługiwane przez funkcję blokowania SSCS, która umożliwia przekazywanie więcej niż jednej AAL-SDU w ramach pojedynczej SSCS-PDU.
- AAL-SDU o zmiennej długości przetwarzane są przez funkcję segmentacji i składania SSCS, która umożliwia transferowanie pojedynczej AAL-SDU w postaci jednej lub więcej SSCS-PDU.
- Jeśli żadna z powyższych opcji nie jest wykorzystywana każda AAL-SDU jest transmitowana w ramach jednej SSCS-PDU.

Realizacja trybu strumieniowego oznacza, że AAL-SDU o zmiennej długości są przesyłane w jednej lub więcej AAL-IDU, przy czym proces transmisyjny może być rozciągnięty czasowo. W trakcie realizacji trybu strumieniowego możliwe jest kasowanie AAL-SDU, które nie zostały przekazane w całości do punktu przeznaczenia. Przypadki realizacyjne obejmują kolejno:

- Wykorzystanie udostępnianej przez SSCS funkcji segmentacji i składania AAL-SDU, umożliwiającej przekazanie wszystkich AAL-IDU stanowiących zawartość pojedynczej AAL-SDU w ramach jednej lub więcej SSCS-PDU.

- Implementację funkcji potokowej, która rozpoczyna transfer informacji jeszcze zanim zawartość informacyjna AAL-SDU zostanie skompletowana.
- Przesyłanie w ramach jednej SSCS-PDU wszystkich AAL-IDU stanowiących zawartość pojedynczej AAL-SDU, które jest używane jeśli pierwsza z opcji nie jest wykorzystywana.

Zarówno tryb komunikatów, jaki i strumieniowy umożliwia transferowanie danych zgodnie z następującymi schematami:

- Bezpiecznym, kiedy AAL-SDU dostarczane są z gwarancją braku przekłamań transmisyjnych. Stwierdzenie błędów w odebranych jednostkach powoduje wstrzymanie ich przekazania do użytkownika do czasu eliminacji przekłamań poprzez powtórzenie przekazu. Schemat bezpieczny musi być obsługiwany przez funkcję sterowania przepływem danych, zaś jego implementacja może być ograniczona do połączeń typu punkt-punkt.
- Pozbawionym zabezpieczeń, w którym dopuszcza się przekłamanie lub utratę AAL-SDU. Jako opcje występują: możliwość dostarczania użytkownikowi jednostek zawierających błędy oraz stosowanie sterowania przepływem danych.

AAL3/4 umożliwia transferowanie AAL-SDU pomiędzy oddalonymi AAL-SAP za pośrednictwem usług udostępnianych przez warstwę ATM - w szczególności, pojedyncze zestawione przez nią połączenie może zawierać wiele łączy AAL. Użytkownicy posiadają przy tym możliwość wyboru AAL-SAP zapewniającego uzyskanie parametrów QoS odpowiednich dla danego AAL-SDU (np. możliwie małego opóźnienia, małego prawdopodobieństwa przekłamań lub obydwu tych właściwości równocześnie). Użytkownik AAL uzyskuje dostęp do połączenia o wymaganej jakości wybierając odpowiedni punkt dostępu AAL-SAP.

#### 1.1.4.3 Funkcje i struktura AAL3/4

##### 1.1.4.3.1 Podwarstwa segmentacji i składania (SAR)

SAR obsługuje procesy generacji i odbioru SAR-PDU, z których każda przenosi 44 bajty danych wymienianych z podwarstwą CS w postaci SAR-SDU o zmiennej długości. Integralne funkcje użytkowe SAR stwarzają możliwość równoległego transferowania wielu SAR-SDU poprzez pojedyncze połączenie zestawione przez warstwę ATM. W praktyce wykorzystywane są następujące funkcje SAR:

- Ochrony SAR-SDU, która zachowuje integralność danych wymienianych z warstwą ATM wykorzystując odpowiednie pola informacji służbowych. Wskaźnik długości danych użytkowych (*Length Indication - LI*) określa ilość bajtów SAR-SDU przesyłanych przez SAR-PDU, natomiast wskaźnik typu segmentu (*Type Indication - TI*) umożliwia rozróżnienie rodzaju SAR-PDU.
- Wykrywania i obsługi błędów - umożliwia wykrywanie zarówno przekłamań pojedynczych bitów jak i przypadków utraty SAR-PDU jako całości. Zawierające błędy SAR-PDU oraz zdekompilowane w wyniku utraty SAR-PDU jednostki SAR-SDU są usuwane, chyba że realizowana jest opcja dostarczania błędnych danych. W takim przypadku przekazaniu informacji towarzyszy odpowiednie ostrzeżenie.
- Zachowania sekwencyjności - zapewnia utrzymanie wymaganej kolejności dostarczania SAR-SDU do użytkownika..
- Multipleksacji i demultipleksacji - realizuje przekazywanie SAR-PDU przesyłających dane różnych użytkowników poprzez pojedyncze połączenie

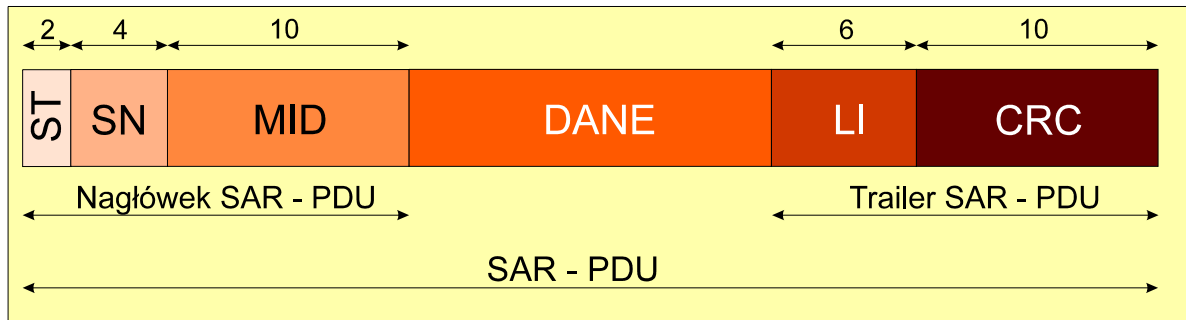


zestawione przez warstwę ATM. Liczba jednocześnie realizowanych połączeń SAR stanowi parametr negocjacji kontraktu ruchowego.

- Przerwania transmisji - umożliwia rezygnację z kontynuacji przekazywania SAR-SDU, która nie została nadana w całości.

Realizację funkcji SAR wykorzystują w ramach SAR-PDU dwa bajty nagłówka oraz dwa bajty segmentu dodanego (*trailer*). Nagłówek i trailer wraz z 44 bajtami danych użytkowych tworzą jednostkę ATM-SDU umieszczaną w polu informacyjnym komórki ATM. Kompletną strukturę

SAR-PDU przedstawia rysunek:



Rys.4. Postać SAR-PDU format dla AAL3/4

Poszczególne pola SAR-PDU posiadają następujący skład i przeznaczenie:

- Typ segmentu (ST) - identyfikuje SAR-PDU jako integralną całość (*Single Segment Message - SSM*) lub początek (*Beginning of Message - BOM*), kontynuację (*Continuation of Message - COM*) albo zakończenie (*End of Message - EOM*) komunikatu.
- Numer sekwencyjny (SN) - umożliwia oznaczanie kolejnych SAR-PDUów przenoszących zawartość CPCS-PDU (zliczanie modulo 16).
- Identyfikator multipleksacji (MID) - pole wykorzystywane w przypadku wprowadzania wielu połączeń SAR do pojedynczego kanału zestawionego przez warstwę ATM. Wszystkie SAR-PDU przenoszące zawartość pojedynczej SAR-SDU są oznaczane tą samą wartością MID, co umożliwia ich identyfikację po stronie odbiorczej.
- Pole danych SAR-PDU - zawiera informacje użytkowe umieszczone z lewostronnym dosunięciem. Obszar niewykorzystany jest wypełniany bajtami o wartości „0”.
- Wskaźnik długości (LI) - informuje o liczbie bajtów SAR-SDU umieszczonych w polu danych SAR-PDU.
- Pole CRC - stanowi zabezpieczenie przed błędami.

#### 1.1.4.4 Podwarstwa konwergencji (CS)

##### 1.1.4.4.1 Funkcje struktura i kodowanie CPCS

Część wspólna podwarstwy konwergencji (*Common Part Convergence Sublayer - CPCS*) AAL3/4 posiada następujące charakterystyki użytkowe:

- Zapewnia pozbawiony gwarancji braku przekłamań transfer ramek z danymi użytkowymi o długościach od 1 do 65 535 bajtów (rozważane jest rozszerzenie zakresu).
- Umożliwia równoczesne zestawianie więcej niż jednego połączenia pomiędzy oddalonymi elementami CPCS.

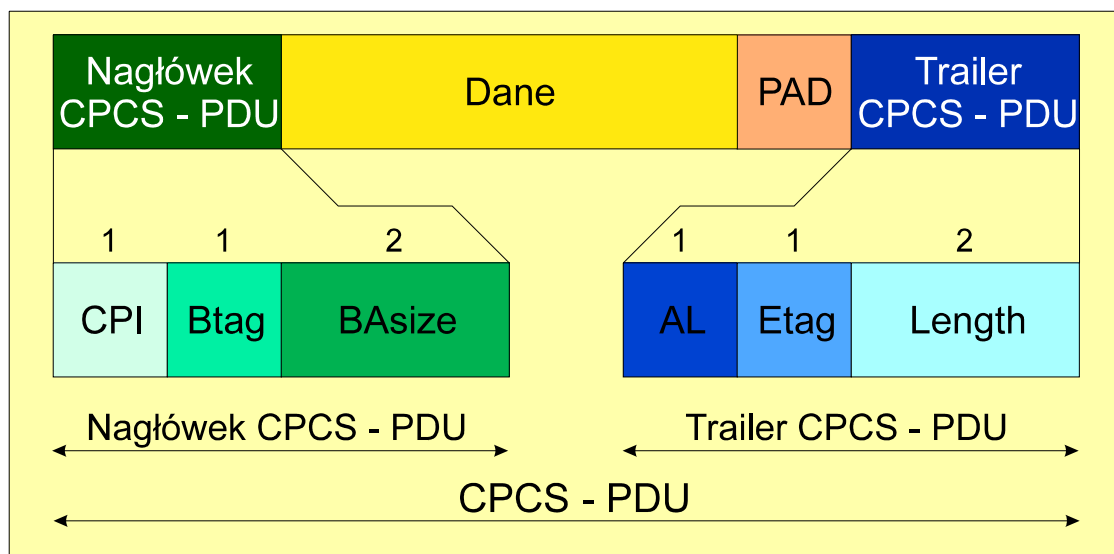
- Pozwala na realizację połączeń CPCS przez procedury zarządzania i sterowania.
- Realizuje wykrywanie i wskazywanie błędów transmisyjnych.
- Zachowuje sekwencyjność CPCS-SDU przesyłanych w ramach połączeń CPCS.

Dodatkowo, CPCS dysponuje podstawowymi funkcjami umożliwiającymi realizację zarówno bezpołączeniowego protokołu dostępu sieciowego (*Connectionless Network Access Protocol -CLNAP*), jak i usługi *Frame Relay* (klasa usługowa C).

Funkcje dostępne w ramach CPCS realizują:

- Ochronę - rozumianą jako utrzymanie synchronizacji CPCS-SDU oraz zapewnienie ich swobodnego przepływu do punktu przeznaczenia.
- Wykrywanie oraz obsługę błędów - zapewniając usuwanie CPCS-SDU o niepoprawnej zawartości lub ich opcjonalne przekazywanie do użytkownika ze stosownym ostrzeżeniem, które może wskazywać między innymi: niezgodności pól *Btag/Etag*, przepełnienie bufora, nieodpowiednio sformatowaną CPCS-PDU oraz wskazanie błędów przekazane przez podwarstwę SAR.
- Przydział bufora o właściwej pojemności - umożliwiając rezerwację zasobu pamięci dla przechowania anonsowanej przez nadajnik jednostki CPCS-PDU.
- Przerwanie - przeznaczone do wstrzymania procesu transmisji CPCS-SDU w trakcie jego realizacji.

Funkcje CPCS wykorzystują 4 bajtowy nagłówek CPCS-PDU oraz segment dodany (trailer) o tej samej długości. Dodatkowym elementem jest pole PAD zapewniające wyrównanie pola danych do całkowitej wielokrotności 4 bajtów. Kompleksowo strukturę CPCS-PDU przedstawia rysunek:



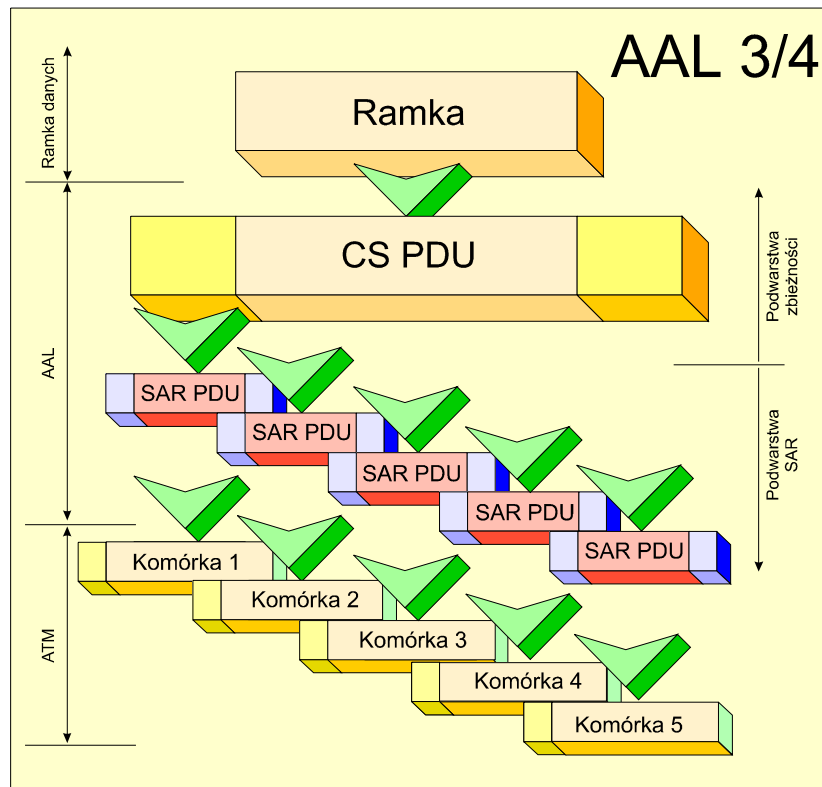
Rys.5. Postać CS-PDU - format dla AAL3/4

Poszczególne elementy składowe struktury CPCS-PDU posiadają następujące przeznaczenie:

- Wskaźnik części wspólnej (CPI) - jest wykorzystywany pomocniczo do umiejscowienia następnych pól nagłówka oraz trailera CPCS-PDU.
- Znacznik początkowy (*Beginning tag - Btag*) i końcowy (*End tag - Etag*) - pola umożliwiające skojarzenie nagłówka i trailera CPCS-PDU.
- Wskaźnik przydziału bufora (*Buffer Allocation size - BAsize*) - pole informujące odbiorcę o pojemności bufora niezbędnego do czasowego przechowywania zawartości CPCS-SDU.

- Wypełnienie (PAD) - uzupełnia pole danych CPCS-PDU do całkowitej wielokrotności 4 bajtów.
- Wyrównanie (AL) - realizuje funkcję identyczną jak PAD ale w odniesieniu do trailera.
- Długość (*Length*) - wskazuje długość pola informacyjnego CPCS-PDU.

Podsumowaniem prezentacji AAL3/4 jest schemat przekształcania informacji użytkowej do poziomu komórki ATM przedstawiony na poniższym rysunku.



Rys.6. Schemat przekształcania informacji użytkowej przez funkcje AAL3/4

### 1.1.5 AAL5

Typ 5 AAL dotyczy usług z zestawieniem połączenia bez synchronizacji czasowej pomiędzy źródłem i przeznaczeniem (klasa C) lub usługę obsługi ruchu bezpołączeniowego (klasa D). Funkcjonalność AAL 5 jest uproszczona aby obsłużyć ruch o dużej szybkości. Zakłada się, że warstwy leżące powyżej realizują funkcje związane z obsługą błędów, retransmisji i sprawdzenia kolejności komórek.

#### 1.1.5.1 Struktura AAL5

Podobnie jak w przypadku AAL3/4, w ramach CS AAL5 wyróżnia się wspólną część podwarstwy konwergencji (*Common Part Convergence Sublayer - CPCS*) oraz zorientowaną usługowo część podwarstwy konwergencji (*Service Specific Convergence Sublayer - SSCS*). W celu realizacji usług o zróżnicowanych właściwościach możliwe jest definiowanie nowych protokołów SSCS. SSCS może również nie zawierać żadnych procedur poza funkcją przenoszenia danych pomiędzy SAP AAL i CPCS.

#### 1.1.5.2 Usługi AAL5

AAL5 dysponuje rozbudowanymi funkcjami przekazywania danych pomiędzy użytkownikami AAL za pośrednictwem połączeń zestawianych przez warstwę ATM. Sposób

realizacji tych funkcji jest identyczny z przedstawionym przy omawianiu warstwy adaptacyjnej typu AAL3/4.

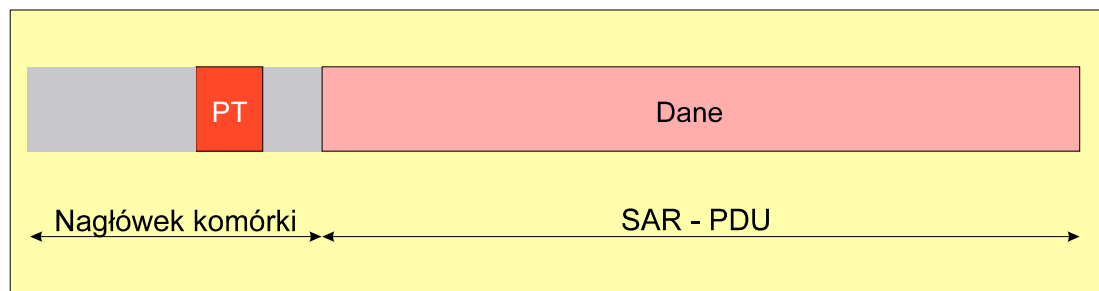
### 1.1.5.3 Funkcje i struktura AAL5

#### 1.1.5.3.1 Podwarstwa segmentacji i składania (SAR)

SAR obsługuje procesy generacji i odbioru SAR-PDU, z których każda przenosi 48 bajtów danych wymienianych z podwarstwą CS w postaci SAR-SDU o zmiennej długości stanowiącej całkowitą wielokrotność 48 bajtów. Integralne funkcje użytkowe SAR stwarzają możliwość równoległego transferowania wielu SAR-SDU poprzez pojedyncze połączenie zestawione przez warstwę ATM. W praktyce wykorzystywane są następujące funkcje SAR:

- Ochrony SAR-SDU, która zachowuje integralność danych wymienianych z warstwą ATM wykorzystując wskaźnik końca SAR-SDU (*end of SAR-SDU*).
- Obsługi stanów natłoku - przekazująca w obydwu kierunkach informację o przeciążeniach pomiędzy warstwami wyższymi i warstwą ATM.
- Obsługi danych z priorytetowaniem strat - przekazująca w obydwu kierunkach informację o aktualnym statusie funkcji przeciwdziałania przeciążeniom pomiędzy warstwami wyższymi i warstwą ATM.

Podwarstwa SAR wskazuje, że SAR-PDU zawiera koniec przekazywanej aktualnie SAR-SDU ustawiając odpowiedni bit PTI w nagłówku komórki ATM, podczas gdy jego wyzerowanie oznacza początek lub kontynuację transferu. Strukturę SAR-PDU AAL5 przedstawia rysunek:



Rys.7. Struktura SAR-PDU AAL5

### 1.1.5.4 Podwarstwa konwergencji (CS)

#### 1.1.5.4.1 Funkcje struktura i kodowanie CPCS

Część wspólna podwarstwy konwergencji (*Common Part Convergence Sublayer - CPCS*) AAL5 posiada następujące charakterystyki użytkowe:

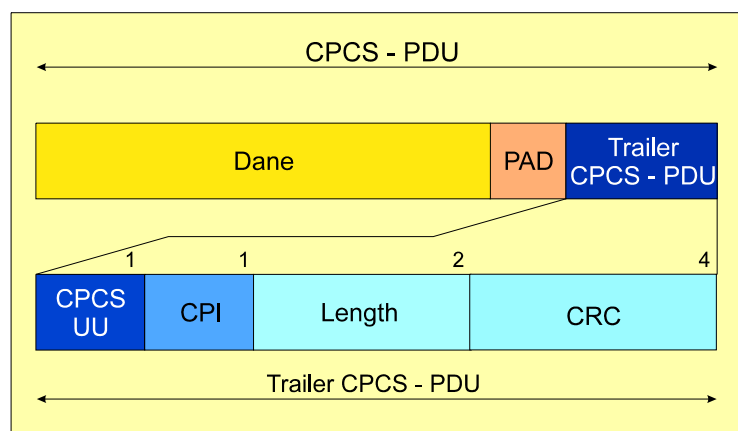
- Zapewnia pozbawiony gwarancji braku przekłamań transfer ramek z danymi użytkowymi o długościach od 1 do 65 535 bajtów. Dodatkowo, w każdej ramce transferowany jest pojedynczy bajt przenoszący informacje wymieniane pomiędzy użytkownikami.
- Pozwala na realizację połączeń CPCS przez procedury zarządzania i sterowania.
- Realizuje wykrywanie i wskazywanie błędów transmisyjnych.
- Zachowuje sekwencyjność CPCS-SDU przesyłanych w ramach połączeń CPCS.

Funkcje dostępne w ramach CPCS realizują:

- Ochronę - rozumianą jako utrzymanie synchronizacji CPCS-SDU oraz zapewnienie ich swobodnego przepływu do punktu przeznaczenia. Funkcja ochrony realizowana jest zarówno w odniesieniu do danych użytkowych, jak i wymienianych w trybie użytkownik - użytkownik.

- Wykrywanie oraz obsługę błędów - zapewniając usuwanie CPCS-SDU o niepoprawnej zawartości lub ich opcjonalne przekazywanie do użytkownika ze stosownym ostrzeżeniem, które może wskazywać między innymi: niezgodności pól *Length* oraz *CPCS-PDU Length*, przepełnienie bufora, nieodpowiednio sformatowaną CPCS-PDU oraz wskazanie błędów CPCS CRC.
- Przerwanie - wstrzymując procesu transmisji CPCS-SDU w trakcie jego realizacji.
- Dopełnianie - uzupełniając długość CPCS-PDU do całkowitej wielokrotności 48 bajtów;
- Obsługę stanów natłoku oraz priorytetowania strat - przekazując pomiędzy warstwami wyższymi i warstwą ATM informacje odpowiednio o przeciążeniach lub statusie funkcji przeciwdziałania przeciążeniom.

Funkcje CPCS wykorzystują 8 bajtowy segment dodany (trailer) CPCS-PDU. Dodatkowym elementem jest pole PAD zapewniające wyrównanie pola danych do całkowitej wielokrotności 48 bajtów. Kompleksową strukturę CPCS-PDU przedstawia rysunek:

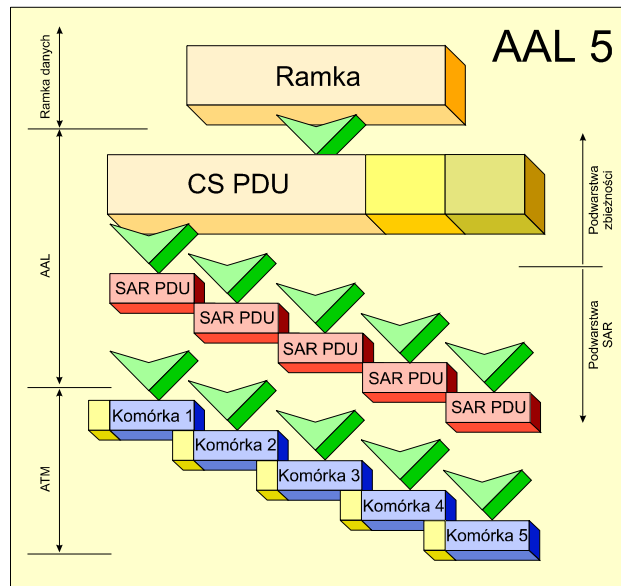


Rys.8. Struktura CPCS-PDU

Poszczególne elementy składowe struktury CPCS-PDU posiadają następujące przeznaczenie:

- Pole danych użytkowych CPCS-PDU - przenosi CPCS-SDU. Jego długość zawiera się pomiędzy 1 to 65 535 bajtami.
- Wypełnienie (PAD) - uzupełnia długość CPCS-PDU do całkowitej wielokrotności 48 bajtów.
- Pole danych przekazywanych w układzie użytkownik - użytkownik.
- Wskaźnik części wspólnej (CPI) - jedyną realizowaną obecnie funkcją CPI jest uzupełnienie długości trailera do 64 bitów. Inne zastosowania stanowią przedmiot intensywnych studiów.
- Długość (*Length*) - wskazuje długość pola informacyjnego CPCS-PDU wyrażoną w bajtach. Ustawienie pola *Length* wartością „0” oznacza polecenie przerwania transmisji.
- Pole CRC – stanowi zabezpieczenie przed błędami.

Schemat przekształcania informacji użytkowej przez funkcje AAL5 przedstawiono na poniższym rysunku.



Rys.9. Przekształcenia danych użytkowych AAL5

#### 1.1.5.5 Różnice pomiędzy AAL3/4 i AAL5

- **kontrola błędów** - AAL3/4 realizuje kontrolę błędów na poziomie komórek i ramek, zaś AAL 5 jedynie na poziomie ramek;
- **długość pola danych SAR-PDU** - AAL3/4 - 44 bajty, AAL5 - 48 bajtów;
- **multipleksacja AAL** - AAL3/4 umożliwia multipleksację (z użyciem wskaźnika MID), AAL5 nie przewiduje multipleksacji;
- **kompletowanie wiadomości** - w AAL3/4 CS-PDU jest składana z użyciem pól ST i SN, AAL5 wykorzystuje detekcję bitu końca ramki zawartego w nagłówku komórki ATM.