

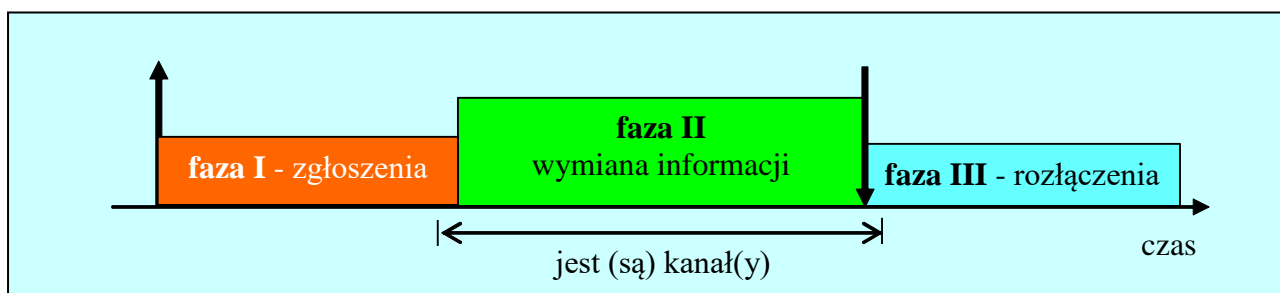
Połączenie telekomunikacyjne

Systemy **zorientowane połączeniowo**
oraz
systemy **zorientowane bezpołączeniowo**

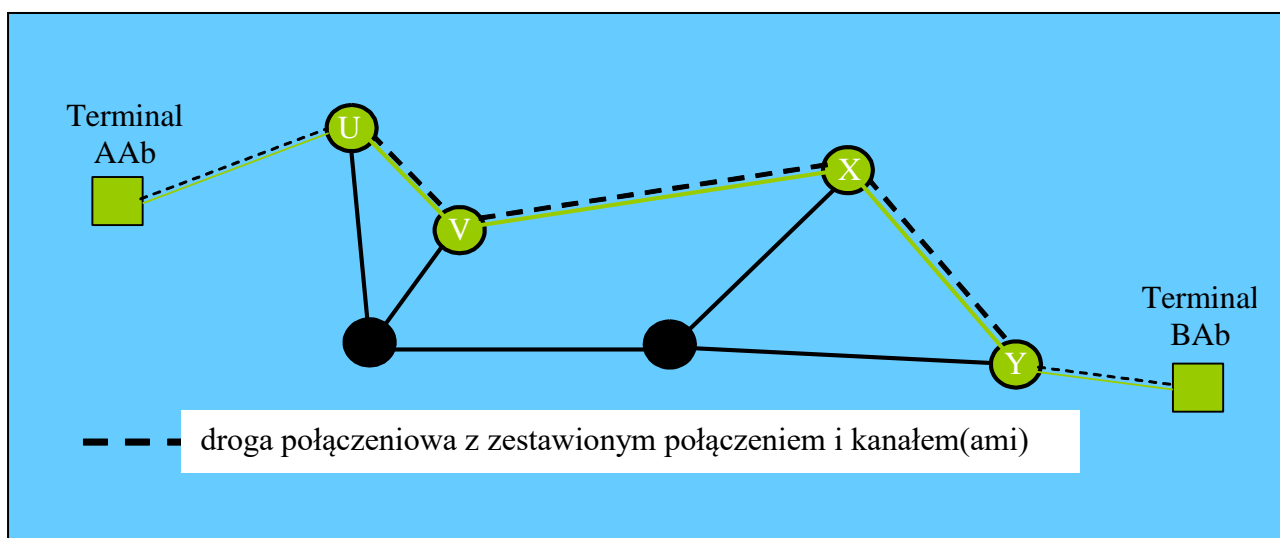
Abonent żąda usługi, którą ma udostępnić sieć TKM. Aby to było możliwe to sieć powinna, jeżeli tylko są zasoby w sieci, zestawić połączenie, które to połączenie, jak już wiemy, tworzy kanał(y) między terminalami abonenta żądającego i żadanego. Po zakończeniu wymiany informacji (wiadomości) musi nastąpić likwidacja kanału(ów) czyli zwolnienie zasobów, które mogą być natychmiast wykorzystane do realizacji następnych nowych połączeń.

Ten ogólny opis **przebiegu obsługi** abonenta żądającego usługi umożliwia wyróżnienie **trzech faz** obsługi:

- faza I – zgłoszenia, żądanie usługi i jej sprecyzowanie, utworzenie połączenia od końca do końca (kanał(y) od końca do końca),
- faza II – połączenia, wymiana informacji,
- faza III – rozłączenia, zwolnienie zasobów.



nie zachowano proporcji czasowych poszczególnych faz
na ogół zachodzi: $\text{czas}(\text{faza II}) \gg \text{czas}(\text{faza I}) \gg \text{czas}(\text{faza III})$

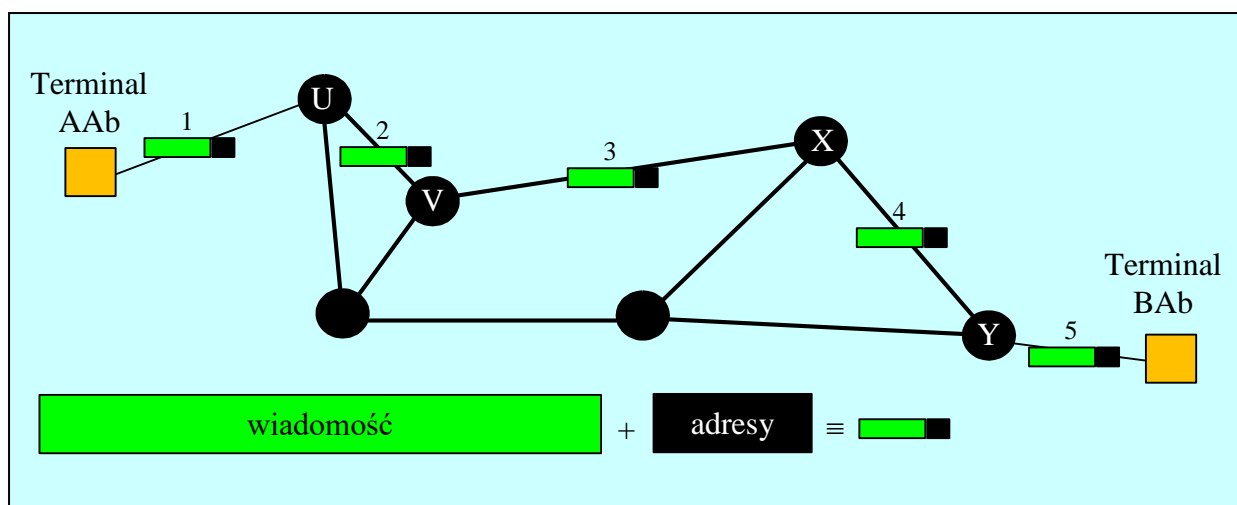


Ten sposób obsługi, udostępniania usługi, nazywany jest sposobem zorientowanym połączeniowo, a sieć która tak obsługuje żądania siecią zorientowaną połączeniowo (connection oriented). Połączenie musi być zrealizowane od końca do końca, zanim rozpocznie się wymiana informacji. **Co więcej** aby można było przejść do fazy drugiej musi nastąpić zgłoszenie się terminala abonenta żadanego i potwierdzenie udziału w wymianie informacji.

Taki sposób postępowania został podyktowany tym iż sieć telekomunikacyjna dostarcza usług czasu rzeczywistego, a to wymaga jednoczesnej obecności w stanie aktywnym obu terminali biorących udział w połączeniu, przy pomocy których odbywa się konwersacja, oraz dostępności zasobów.

W naszych dotychczas przeprowadzonych na tym przedmiocie rozważaniach zakładaliśmy, że mamy do czynienia z tego typu siecią telekomunikacyjną. Jednakże nie jest to jedyny sposób realizacji wymiany informacji (wiadomości) między terminalami abonentów poprzez sieć.

Innym przeciwnym podejściem jest sposób, który wzoruje się na rozwiązaniu stosowanym przez klasyczną pocztę, tzn. przesyłaniu listów. Abonent na swoim urządzeniu końcowym (terminalu) przygotowuje wiadomość, zaopatruje w adres sieciowy abonenta żadanego oraz umieszcza także swój adres sieciowy, a następnie wysyła tak przygotowaną wiadomość. Wiadomość ta poprzez linię (łącze) dostępu do węzła dostępowego (pierwszy węzeł w drodze) dociera do tego węzła. W węźle tym następuje odbiór i zapamiętanie wiadomości a następnie analiza adresu i określenie kolejnego węzła (a tym samym zbioru łączy do tego węzła) do którego należy wysłać tą wiadomość aby mogła ona dotrzeć do adresata. Czynności te powtarzane są kolejno w każdym węźle na drodze do adresata. W ostatnim węźle następuje przekazanie, jeżeli jest to możliwe, wiadomości do urządzenia końcowego (terminala). Gdy nie jest to możliwe wiadomość ta jest pamiętana w węźle końcowym i abonent będzie mógł ją w odpowiednim dla siebie czasie odczytać (odebrać) tą wiadomość. W ten sposób pracująca sieć nazywana jest siecią (systemem) zorientowaną bezpołączeniowo (connectionless oriented), a udostępniane usługi usługami bezpołączeniowymi. Jak widać **mamy tu tylko fazę wymiany wiadomości** między węzłami sieci. Zauważmy, że ten sposób realizacji wymiany informacji zajmuje dany zasób tylko w chwili, gdy na nim jest aktualnie realizowane przesłanie informacji (wiadomości). Zatem jest znacznie lepsze wykorzystanie zasobów niż w przypadku sieci zorientowanej połączeniowo w której zasoby są zajęte na cały czas trwania połączenia, niezależnie od tego czy przesyłamy czy też nie przesyłamy informację (wiadomości).



Jak to pokazano na rysunku informacja (wiadomość) między terminalami jest przesyłana w pięciu etapach:

1. z Terminal AAb do węzła U,
2. z węzła U do węzła V,
3. z węzła V do węzła X,
4. z węzła X do węzła Y,
5. z węzła Y do Terminal BAb,

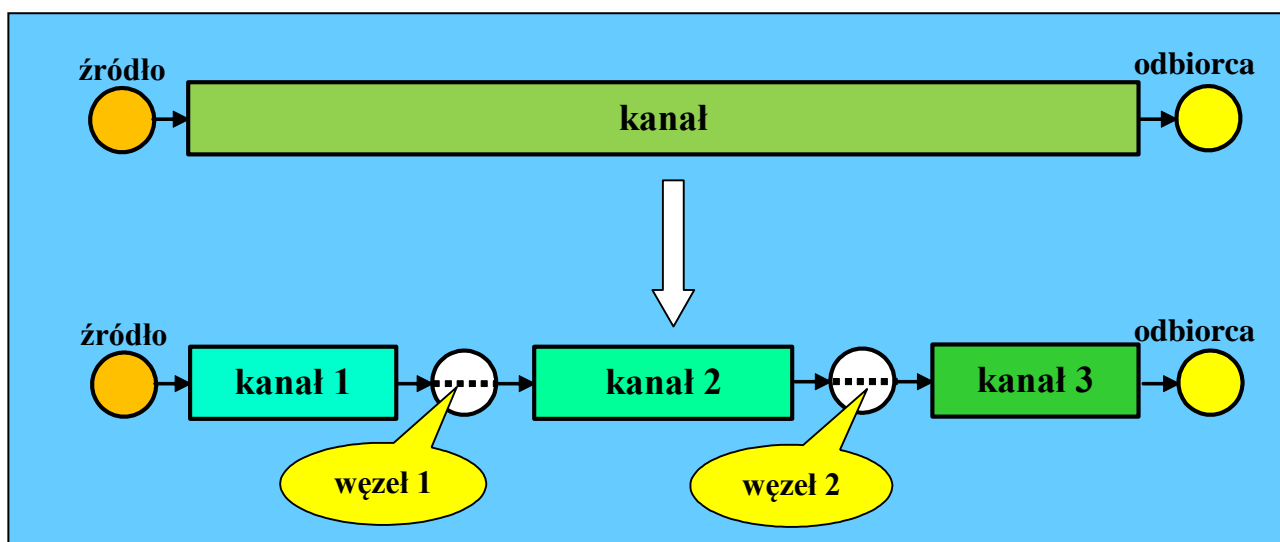
przy czym łącze w każdym z tych etapów jest zajmowane tylko podczas przesyłania informacji (wiadomości). Na przykład w czasie, gdy jest realizowany etap 3 to na łączu między węzłem U i V, na którym była przesyłana informacja (wiadomość), która jest teraz na etapie 3, może być przesyłana inna informacja (wiadomość).

Ponieważ nie ma zestawiania połączenia to tym samym brak jest rozłączania połączenia. Nie ma więc rezerwacji zasobów (łączy) i sa one współużywane przez przesyłane wiadomości. **Konieczna** jest więc realizacja **funkcji buforowania** wiadomości w węzłach sieci aby zmniejszyć prawdopodobieństwo jej straty (dlaczego to zjawisko może mieć miejsce?). Oczywiście buforowanie wprowadza **dodatkowe opóźnienie** w przenoszeniu wiadomości przez sieć. Jest to koszt jaki ponosimy za **lepsze wykorzystanie zasobów** sieci, w tym przypadku łączy, rezygnując jednocześnie na ogół z cechy „czasu rzeczywistego” tej sieci.

Komutacja kanałów, wiadomości i pakietów

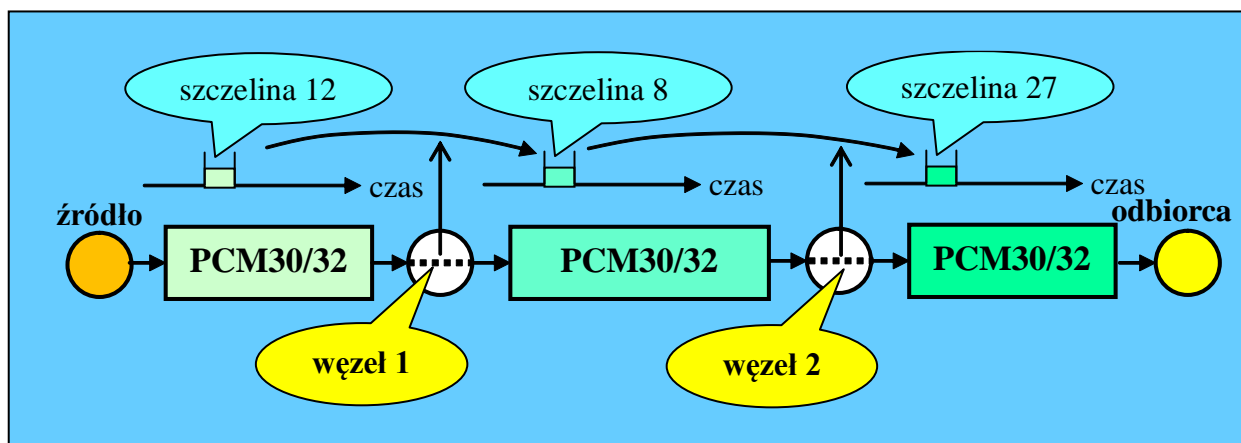
Przy charakteryzowaniu połączenia telekomunikacyjnego skupiliśmy uwagę na tym jak zasoby sieci (jej elementy) są brane do jego realizacji na drodze od terminala abonenta żądającego usługi do terminala abonenta żadanego. Charakteryzuje ona połączenie na poziomie sieci. Uzyskana klasyfikacja jest ogólna i nie uwzględnia techniki wykorzystywanej do samego przekazu informacji od jednego do drugiego punktu sieci. Samo **przekazywanie informacji** w postaci sygnału **odbywa się w kanale**. A ten **kanal może być zrealizowany na różne sposoby** patrząc z punktu widzenia pary terminal - terminal czyli inaczej mówiąc od końca do końca.

Przypomnijmy sobie, że **kanal tworzą elementy łańcucha połączeniowego i są nimi łącza i węzły**. Z punktu widzenia przekazywania informacji z jednego terminala do drugiego terminala musimy mieć kanal jako całość. Jednakże uwzględniając fakt istnienia elementów łańcucha możemy powiedzieć, że funkcja przesyłania sygnałów niosących informację odbywa się w łączach. Zatem z tego punktu widzenia węzeł jest elementem pośredniczącym realizującym **funkcję łączenia między tymi łączami**. Ta funkcja łączenia **może być realizowana na różne sposoby w zależności od zastosowanej techniki jej realizacji**. Jednocześnie ta technika może powodować, że nasz kanal zostanie faktycznie zrealizowany jako łańcuch kanałów składowych (kanałów cząstkowych).



Jeżeli węzeł dokonuje komutacji (łączenia) na poziomie sygnałów a nie informacji (wiadomości) i zasoby są przydzielane tylko na użytek tego połączenia i na czas trwania połączenia to mówimy o komutacji kanałów (z ang. circuit switching i dlatego czasami mówi się w języku polskim o komutacji

obwodów ale poprawna nazwa to komutacja kanałów). Taki sposób komutacji stosowany jest w klasycznej (tradycyjnej) sieci telekomunikacyjnej stosującej STM (Synchronous Transfer Mode). Na przykład weźmy jako sposób realizacji kanału **system PCM30/32 i węzły**, które potrafią komutować dowolne szczeliny tego systemu na swoim wejściu z dowolnymi szczelinami systemu na wyjściu. Wówczas poprzedni rysunek możemy przerysować następująco.



Na cały czas trwania połączenia, tzn. fazy drugiej, **zajęte są następujące zasoby**: szczelina 12 w systemie PCM30/32, komutacja w węźle 1 szczeliny 12 wejściowego systemu PCM30/32 z szczeliną 8 wyjściowego systemu PCM30/32, szczelina 8 w systemie PCM30/32, komutacja w węźle 2 szczeliny 8 wejściowego systemu PCM30/32 z szczeliną 27 wyjściowego systemu PCM30/32, szczelina 27 w systemie PCM30/32. Zasoby te zostały zajęte i połączone w fazie pierwszej. Są one dostępne tylko i wyłącznie dla tego połączenia tak długo jak długo trwa faza druga. Zostaną rozłączone i zwolnione w fazie trzeciej.

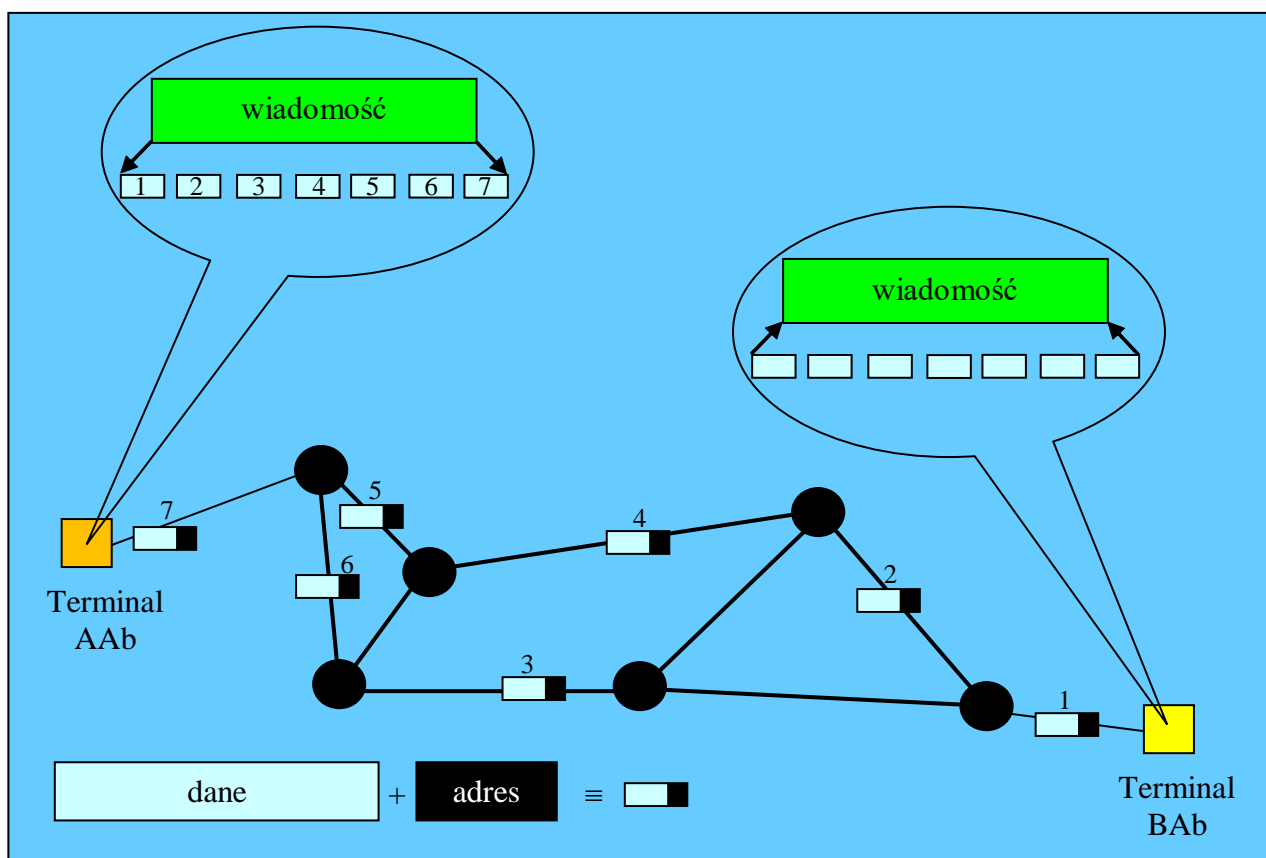
Zauważmy, że **zasoby realizują swoje funkcje niezależnie od tego czy źródło wysyła czy też nie wysyła informacji**. Zatem ich stopień wykorzystania jest zależny od źródła informacji. Jest to cecha komutacji kanałów, która nieodłącznie jest związana z sieciami zorientowanymi połączeniowo.

Tą cechę komutacji kanałów można usunąć przez wprowadzenie **komutacji wiadomości**, która to z kolei jest związana z sieciami zorientowanymi bezpołączeniowo. W ten sposób unika się zajmowania zasobów w całej drodze prowadzącej od źródła informacji do jej odbiorcy, a jedynie **zajmuje się zasoby na sam czas przesyłania informacji w łączu lub czas jej gromadzenia (buforowania) w węźle**. Jakie są skutki błędów w kanale (łączy) dla tego rodzaju komutacji i jak można je ograniczyć?

Istota tej komutacji została wytłumaczona przy omawianiu systemów (sieci) zorientowanych bezpołączeniowo. **Czy ten typ komutacji spełnia wymagania jakie muszą spełniać lub jakich się oczekuje od sieci telekomunikacyjnej?**

Wiadomości mogą mieć różną długość zależną od nadawcy tej wiadomości. Z punktu widzenia pracy sieci i węzłów sytuacja ta jest niekorzystna ponieważ uniemożliwia maksymalizację wykorzystania zasobów sieci i ich optymalne sterowanie (dlaczego tak jest?).

Z tego to powodu została wprowadzona komutacja pakietów w której wiadomość dzielona jest na mniejsze części o określonej długości nazywane pakietami i każdy pakiet w sieci traktowany jest jako niezależny i obsługiwany w ten sposób aby dotarł do odbiorcy informacji. Podział różnych wiadomości w różnych miejscach sieci na pakiety może tworzyć pakiety różnej długości. Oczywiście **takie podejście rodzi nowe problemy** związane z podziałem wiadomości na pakiety i składaniem pakietów w wiadomość, kolejnością dostarczania pakietów przez sieć do odbiorcy (dlaczego występuje ten problem?), stratą pakietu w sieci (co jest przyczyną straty?), błędami informacji w pakiecie (co jest przyczyną?), itp.

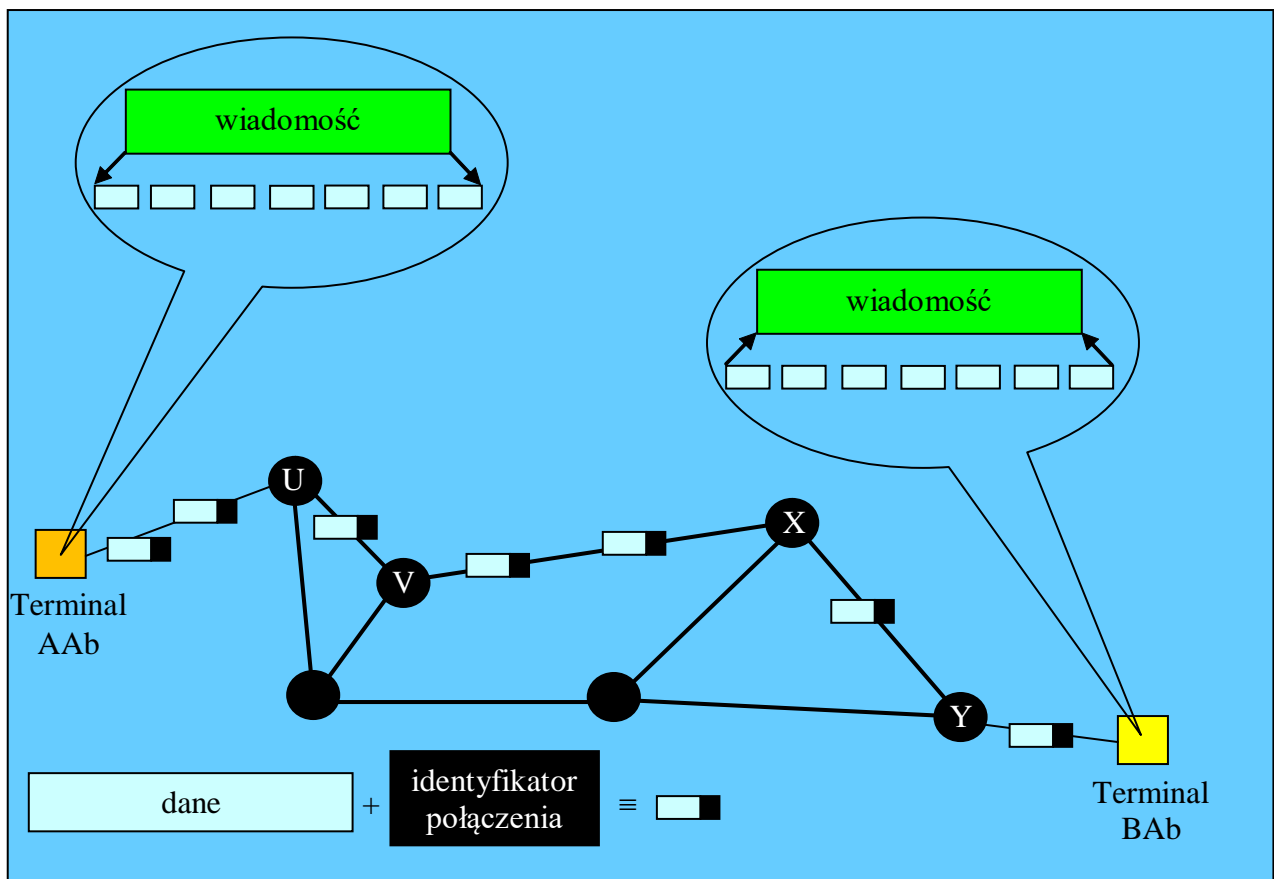


Informacja (wiadomość) jest dzielona na pakiety o określonej długości, a każdy pakiet otrzymuje adres, który jest wykorzystywany przez węzły do

kierowania pakietu na odpowiednie łącze międzywęzłowe. W ten sposób pakiety docierają do odbiorcy u którego składane są w kompletną informację (wiadomość). Pakiety mogą być przesyłane różnymi drogami. Zatem jest to sieć (system) zorientowana bezpołączeniowo, podobnie jak komutacja wiadomości.

Przesyłanie pakietów różnymi drogami czyni ten rodzaj komutacji i sieci lepiej dostosowanym do dynamiki zapotrzebowania na zasoby. Ale jest to okupione dużo bardziej złożonymi algorytmami sterowania i tym samym potrzebą większej mocy przetwarzania w węzłach komutacyjnych.

Można uprościć działanie sieci jeżeli zrealizuje się komutację pakietów ale w sieci zorientowanej połączeniowo. Wówczas w pierwszej fazie określana jest droga po której będą przesyłane pakiety i rezerwuje się ale nie zajmuje zasoby. Zasoby zajmowane są tylko podczas przesyłania pakietu. Następuje także przydzielenie identyfikatora połączenia, który będzie dołączany do pakietu (identyfikator na każdym łączu jest inny, zatem węzeł podczas realizacji funkcji komutacji musi także wymienić identyfikator połączenia). Przy czym w odróżnieniu od komutacji kanałów tutaj zasoby nie są przydzielane tylko i wyłącznie do wykorzystania (użytkowania) przez konkretne połączenie, a są współużywalne przez wszystkie połączenia zestawione na tych zasobach.

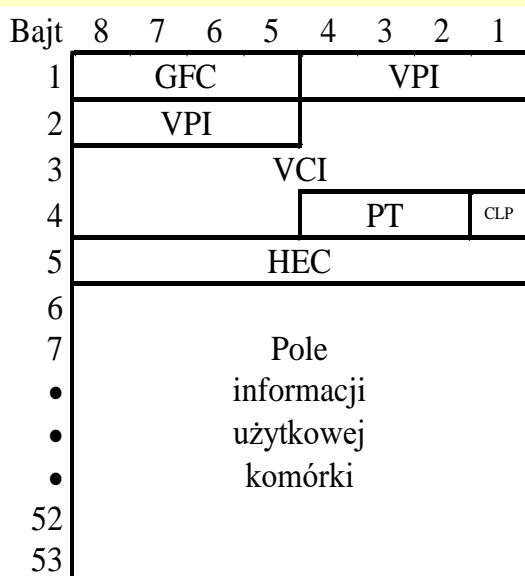


Proszę zauważyć, że komutacja pakietów w sieci zorientowanej połączeniowo rozwiązuje problem kolejności pakietów. Dla tego typu komutacji oczywiście po fazie drugiej, tzn. wymiany pakietów, ma miejsce **faza trzecia czyli rozłączenia w której zwalniane są zasoby i identyfikatory połączeń**.

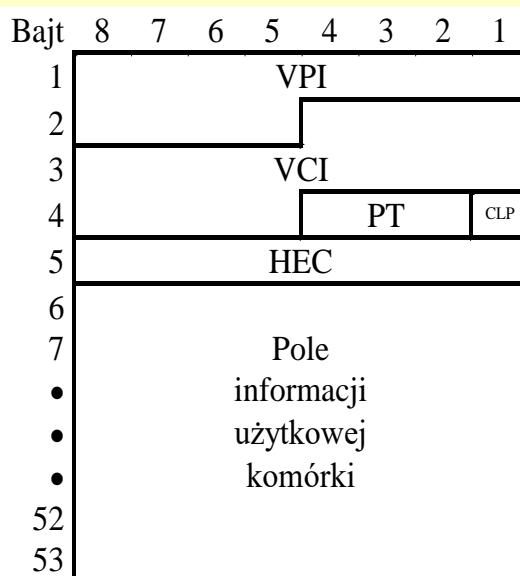
Jak zatem należy rozumieć zwalnianie zasobów? W pierwszej fazie było ich zajmowanie a dokładnie mówiąc ich rezerwowanie - przy współużywalności?

Jedną z odmian komutacji pakietów w sieci zorientowanej połączeniowo opracowaną i wdrożoną w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku jest komutacja komórek (cell switching), stosowana w technice ATM (Asynchronous Transfer Mode). Komórka ma stałą długość wynoszącą 53 bajty z czego 5 bajtów tworzy nagłówek wykorzystywany dla celów sterowania (między innymi tam zawarty jest identyfikator połączenia określany jako VPI – Virtual Path Identifier i VCI - Virtual Channel Identifier). Technika ta w odróżnieniu od typowej komutacji pakietów jest uniwersalną platformą dla wszelkiego rodzaju usług szerokopasmowych i gwarantuje dowolną jakość usług. Aktualnie jest wycofywana z użycia – została wyparta przez sieć IP.

Warstwy ATM (druga) i PHY (pierwsza) tworzą część transportową sieci B-ISDN opartej na technice ATM. Na rysunku przedstawiono strukturę komórek ATM. Komórki na styku abonent-sieć różnią się od komórek używanych na styku węzeł-węzeł polem GFC. Komórki w sieci są niepodzielne i stanowią całość informacyjną i organizacyjną i nazywane są też ramkami ATM.



a) komórka na styku abonent-sieć (stvk UNI)



b) komórka na styku węzeł-węzeł (stvk NNI)