

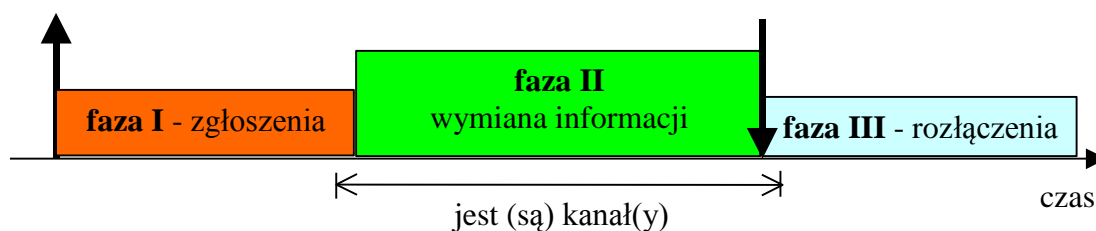
# Połączenie telekomunikacyjne

## Systemy zorientowane połączeniowo oraz systemy zorientowane bezpołączeniowo

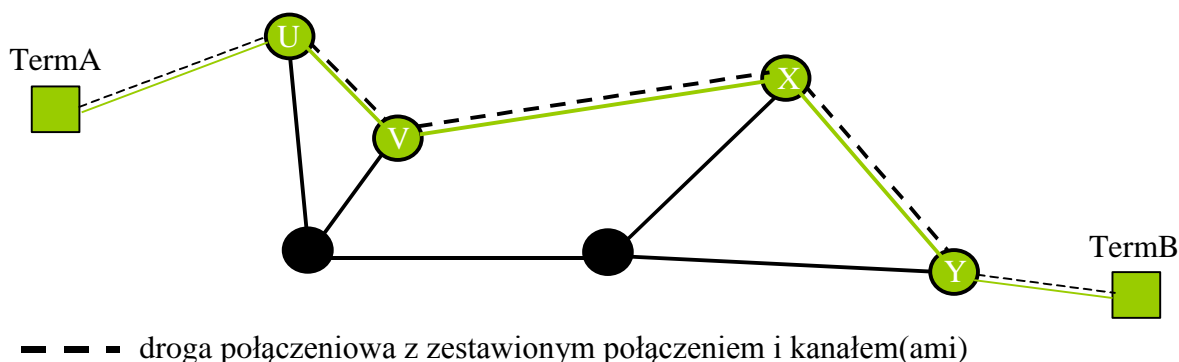
Abonent żąda usługi, którą ma udostępnić sieć TKM. Aby to było możliwe to sieć powinna, jeżeli tylko są zasoby w sieci, zestawić połączenie, które jak już wiemy tworzy kanał(y) między terminalami abonenta żądającego i żądanego. Po zakończeniu wymiany informacji (wiadomości) musi nastąpić likwidacja kanału(ów)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

Ten ogólny opis przebiegu obsługi abonenta żądającego usługi pozwala na wyróżnienie trzech faz obsługi:

- faza I – zgłoszenia, żądania usługi i jej sprecyzowania, utworzenia połączenia od końca do końca (kanał(y) od końca do końca),
- faza II – połączenia, wymiany informacji,
- faza III – rozłączenia, zwolnienia zasobów.



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



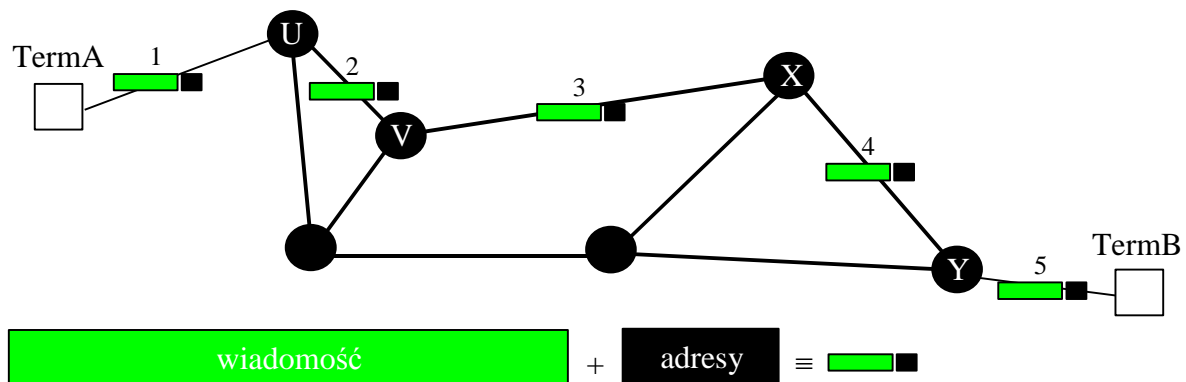
Ten sposób obsługi, udostępniania usługi, nazywany jest sposobem zorientowanym połączeniowo, a sieć która to realizuje siecią zorientowaną połączeniowo

**czeniowo (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 żądanego 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.

W dotychczas przeprowadzonych 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 pocztę, tzn. przesyłaniu listów. Abonent na swoim urządzeniu końcowym (terminalu) przygotowuje wiadomość, zaopatrzone w adres sieciowy abonenta żądanego 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 zbioru łączy) 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 przesyłanie 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 TermA 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 TermB,

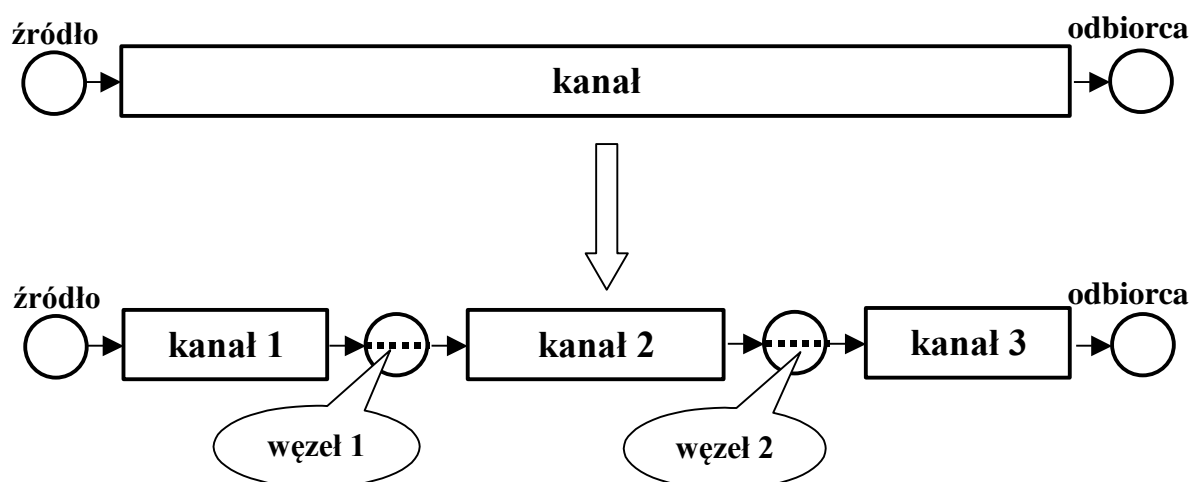
przy czym łącze w każdym z tych etapów jest zajmowane tylko podczas przesyłania informacji (wiadomości). Na przykład w czasie, gdy jest realizowany etap 3 to na łączu między węzłem U i V, na którym była przesyłana informacja (wiadomość), która jest teraz na etapie 3, może być przesyłana inna informacja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

Ponieważ nie ma zestawiania połączenia to tym samym brak jest rozłączenia połączenia. Nie ma więc rezerwacji zasobów (łączy) i są one współużywalne 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 być może z cechy czasu rzeczywistego tej sieci.

# Komutacja kanałów, wiadomości i pakietów

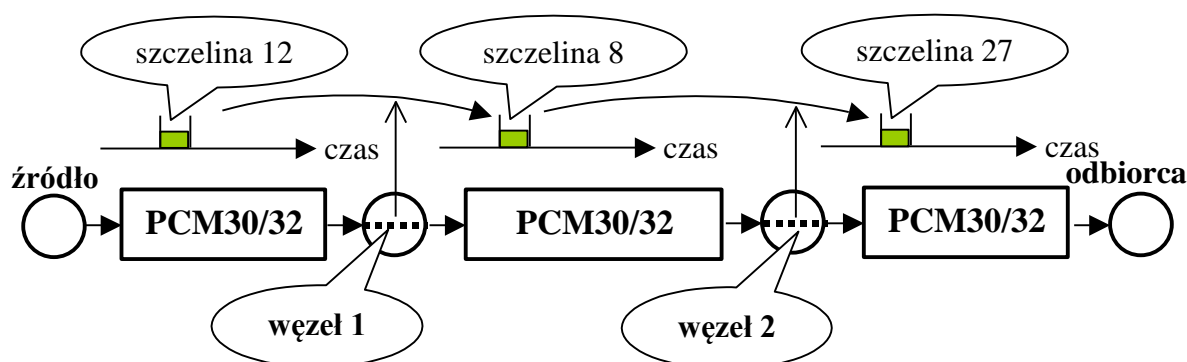
Przy charakteryzowaniu połączenia telekomunikacyjnego skupiliśmy uwagę na tym jak zasoby sieci (jej elementy) są brane do jego realizacji na drodze od terminala abonenta żądającego usługi do terminala abonenta żądanego. Charakteryzuje ona połączenie na poziomie sieci. Uzyskana klasyfikacja jest ogólna 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 kanał może być zrealizowany na różne sposoby patrząc z punktu widzenia pary terminal - terminal czyli inaczej mówiąc od końca do końca.

Przypomnijmy sobie, że kanał tworzą elementy łańcucha połączeniowego i są nimi łącza i węzły. Z punktu widzenia przekazywania informacji z jednego terminala do drugiego terminala musimy mieć kanał 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 kanał zostanie faktycznie zrealizowany jako łańcuch kanałów składowych (kanałów cząstkowych).



Jeżeli węzeł dokonuje komutacji (łączenia) na poziomie sygnałów a nie informacji 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 jak 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.

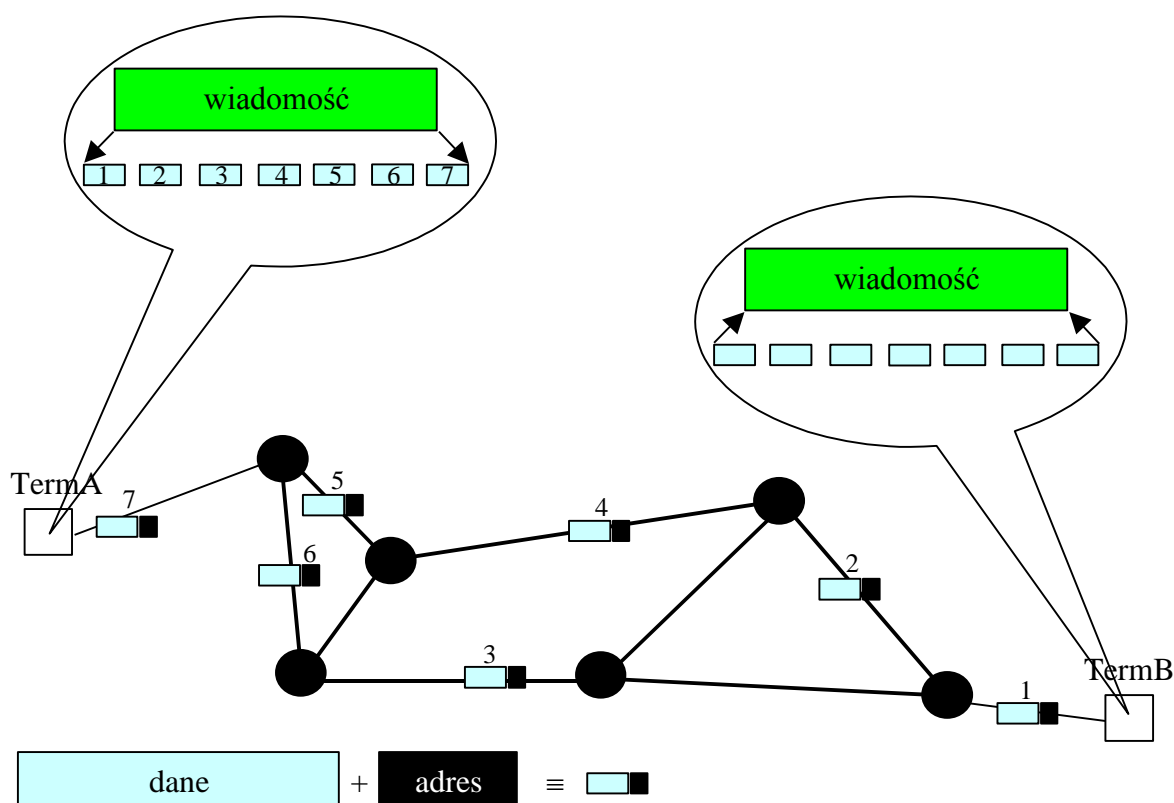
Zauważmy, że zasoby realizują swoje funkcje niezależnie od tego czy źródło wysyła czy też nie wysyła informacje. Zatem ich stopień wykorzystania jest zależny od źródła informacji. Jest to cecha komutacji kanałów, która nieodłącznie jest związana z sieciami zorientowanymi połączeniowo.

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 przekłamań w kanale (łączu) 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?).

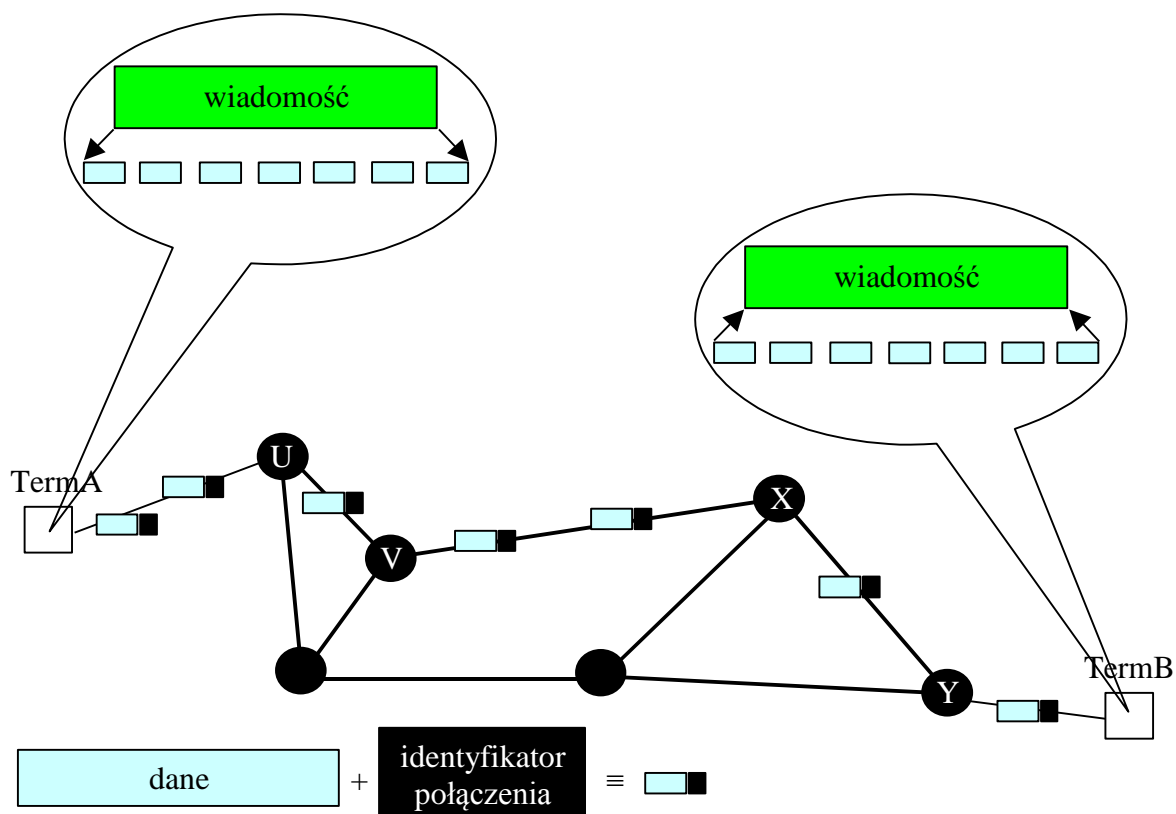
Z tego to powodu została wprowadzona komutacja pakietów w której wiadomość dzielona jest na mniejsze części o jednakowej długości nazywane pakietami i każdy pakiet w sieci traktowany jest jako niezależny i obsługiwany w ten sposób aby dotarł do odbiorcy informacji. Podział różnych wiadomości w różnych 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?), przekłamaniami informacji w pakiecie (co jest przyczyną?), itp.



Informacja (wiadomość) jest dzielona na pakiety o stałej 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 – czyli wcześniej, tzn. w pierwszej fazie było ich zajmowanie a dokładnie mówiąc ich rezerwowanie - przy współużywalności?**

**Jedną z nowszych 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.**