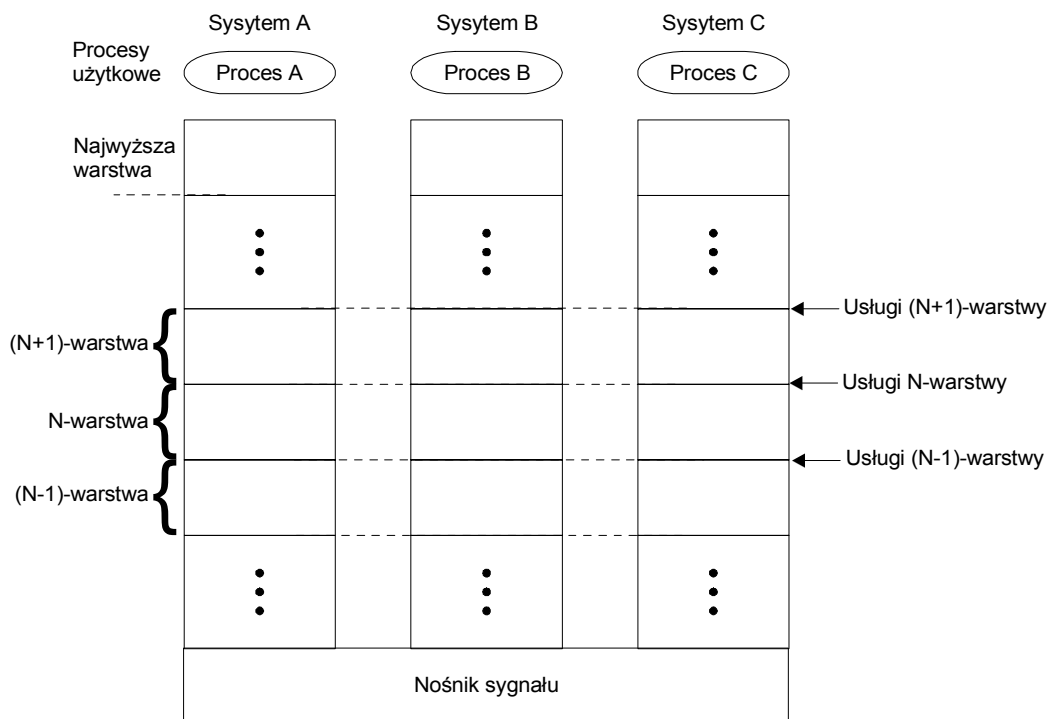


## Systemy otwarte - model odniesienia ISO - OSI

Warstwową architekturę sieci komputerowych opracowano w celu ułatwienia projektowania sieci komputerowych oraz oprogramowania systemów sieciowych. Wyróżniono w niej pewną liczbę poziomów hierarchii (warstw), usługi i funkcje przypisane każdemu z nich oraz protokoły komunikacyjne i jednostki danych używane na poszczególnych poziomach. Duże firmy opracowały swoje architektury (modele zamknięte), wśród których były m.in. *architektura SNA* (*System Network Architecture*) firmy IBM i *architektura DNA* (*Digital Network Architecture*) firmy DEC.

W 1978 r. zdecydowano się na opracowanie w ramach międzynarodowej organizacji standaryzacyjnej ISO jednego modelu, który umożliwiłby komunikację zgodnych z jego zaleceniami produktów. **Model OSI** (*Open Systems Interconnection*) został opublikowany jako norma **ISO 7498**.

**System otwarty** to system zgodny z zaleceniami modelu odniesienia i zdolny do wymiany informacji z innymi systemami otwartymi.



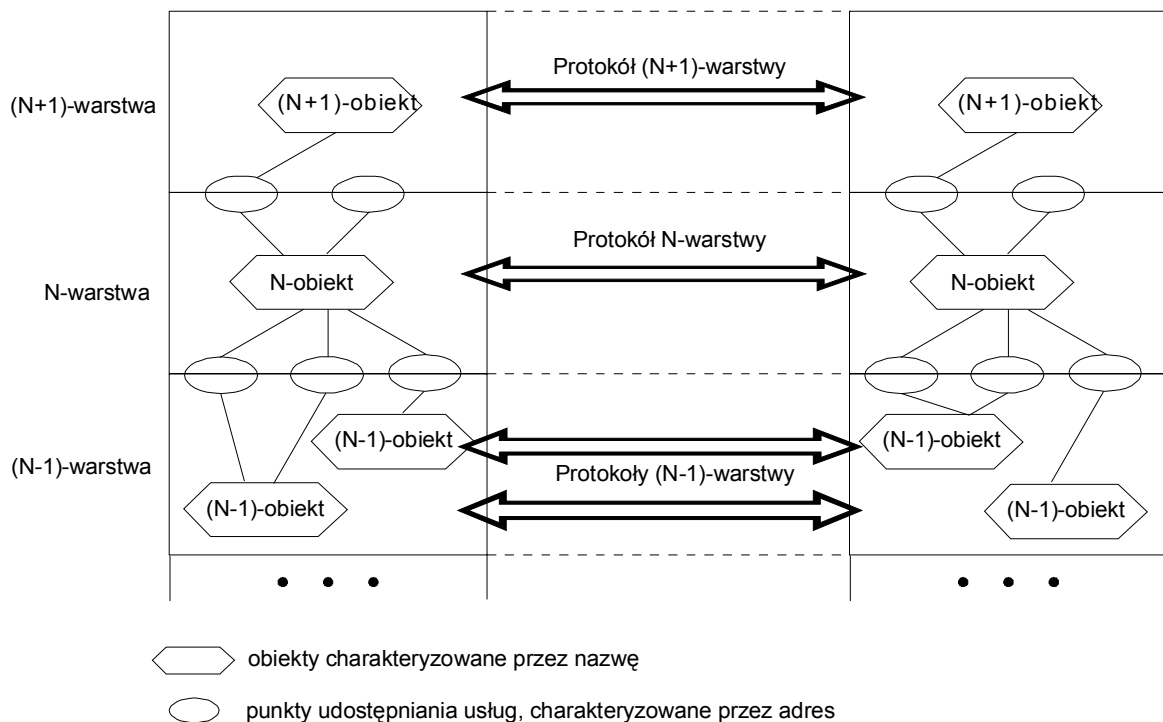
Warstwowa architektura logiczna

System otwarty realizuje pewne *funkcje*, które dzieli się na grupy tworzące hierarchię. Każda grupa stanowi pewien podsystem. Jeżeli połączymy ze sobą kilka systemów otwartych, to podsystemy, w których realizowane są takie same funkcje utworzą *warstwę*.

W każdej warstwie może istnieć element aktywny, tzw. *obiekt*. Obiekty znajdujące się w tej samej warstwie (mogą być w różnych systemach otwartych) nazywane są *partnerami*. Każda warstwa świadczy usługi na rzecz obiektów warstwy wyższej. Partnerzy mogą realizować określone funkcje, np. nawiązanie połączenia.

Zasady współdziałania partnerów przy realizacji określonych funkcji określa *protokół*. Partnerzy warstwy N oferują partnerom warstwy N+1 usługi warstwy N oraz warstw niższych, przy czym w warstwie N nie jest znany sposób realizowania usług w warstwach niższych - wiadomo jedynie, że takie usługi są dostępne.

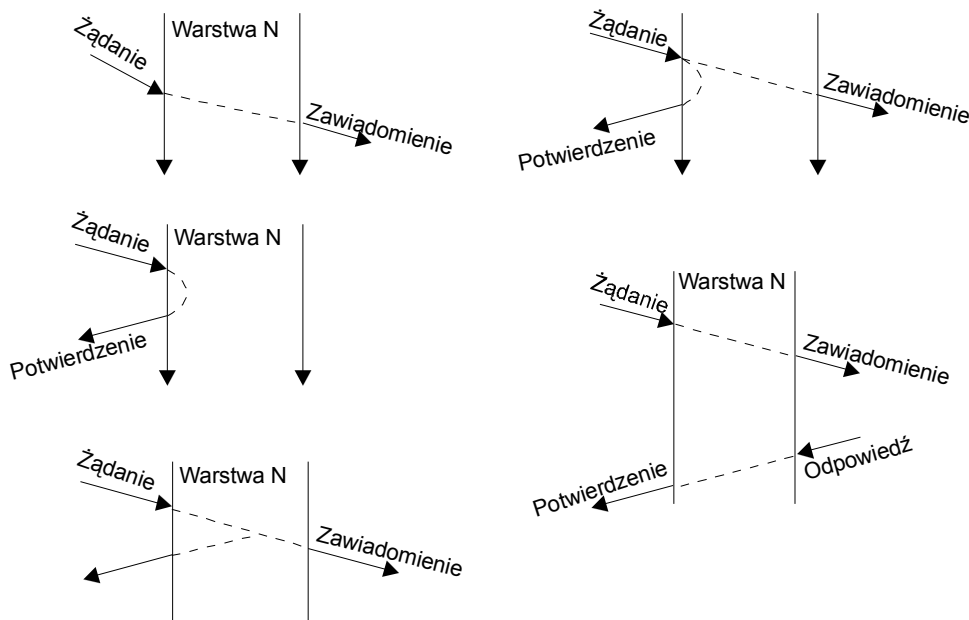
W ramach pojedynczego systemu usługi warstwy N są dostępne w *punktach udostępniania usług*, przy czym do jednego punktu może być dołączony tylko jeden obiekt warstwy N+1 i jeden warstwy N, ale jeden obiekt warstwy N+1 lub N może być dołączony do wielu punktów udostępniania usług. Każdy obiekt ma swoją nazwę, a każdy punkt udostępniania usług jest określony przez adres.



Obiekty, punkty udostępniania usług i protokoły

W celu zapewnienia jednoznaczności opisu usług i niezależności ich od implementacji wprowadzono tzw. *operacje elementarne*, które dostępne są na styku warstwy N (usługodawca) a obiektami warstwy N+1 (usługobiorcy). Wyróżniono cztery rodzaje takich operacji:

1. **Żądanie** - generowane przez obiekt warstwy N+1 w celu zainicjowania określonego działania warstwy N lub partnera.
2. **Zawiadomienie** - generowane przez warstwę N w celu:
  - poinformowania obiektu w warstwie N+1, że partner podjął pewne działania lub życzy sobie podjęcia pewnych działań,
  - poinformowania obiektu w warstwie N+1 o pewnych działaniach usługodawcy.
3. **Odpowiedź** - generowana przez obiekt warstwy N+1 dołączyony do punktu udostępniania usług warstwy N w celu określenia zakończenia działania zainicjowanego dostarczeniem zawiadomienia do tego punktu.
4. **Potwierdzenie** - generowane przez warstwę N do punktu udostępniania usług tej warstwy w celu określenia zakończenia działanie zainicjowanego żądaniem skierowanym do tego punktu.



Typowe sekwencje operacji elementarnych

## WARSTWY WYRÓŻNIONE W MODELU ODNIESIENIA ISO-OSI I ICH FUNKCJE



1. **WARSTWA FIZYCZNA** - umożliwia przesyłanie pojedynczych bitów między stacjami połączonymi łączem. Dostępne usługi tej warstwy to: przesłanie ciągu bitów z zachowaniem ich sekwencji, wykrywanie nieprawidłowości transmisji przez odbiorcę (odrzućcenie bitu) i wykrywanie stanów specjalnych łącza. Jakość łącza określa parametry transmisji, wpływa m.in. na opóźnienia transmisyjne, szybkość transmisji oraz na liczbę błędów.  
Warstwa ta m.in. szczegółowo określa fizyczne cechy interfejsu sieciowego stacji, takie jak: elementy mechaniczne i elektryczne, złącza, poziomy napięcie i inne aspekty elektryczne.
2. **WARSTWA ŁĄCZA DANYCH** - definiuje reguły przesyłania i otrzymywania informacji, zapewnia prawidłową transmisję między stacjami lub węzłami sieci. Umożliwia wykrywanie i korygowanie błędów powstałych w warstwie fizycznej.  
Jeśli wiele stacji jest połączonych jednym nośnikiem to warstwa ta realizuje funkcję wykrywania stanu łącza oraz bezkolizyjnego dostępu do tego łącza (w wypadku gdyby wiele stacji chciało nadawać jednocześnie).

Warstwa ta jest najniższą warstwą, która realizuje transmisję ramek (sekwencje bitów) o określonej strukturze oraz jawnie określonym początku i końcu. Protokoły tej warstwy dobiera się w zależności od jakości łącza. W wypadku gdy łącza są bardzo dobrej jakości pomija się wykrywanie błędów (można to przenieść do wyższych warstw) co daje znaczne przyspieszenie transmisji. W warstwie tej pracują mosty (*bridges*). Typowe protokoły tej warstwy to HDLC, sterowniki i metody dostępu w sieciach lokalnych (np.: *Ethernet*, *Token Ring*), NDIS (*Microsoft*), ODI (*Novell*) oraz sieci rozległe z szybką komutacją pakietów (*Frame Relay*, ATM).

Warstwa łącza danych dzieli się na dwie podwarstwy: MAC (Medium Access Control) i LLC (Logical Link Control).

3. **WARSTWA SIECI** - umożliwia utworzenie za pomocą węzłów sieci drogi transmisji między stacjami końcowymi oraz, co się z tym wiąże, wybór drogi lub dróg transmisji (***routing***).

Funkcje tej warstwy odczytują adres docelowy pakietu i kierują go bezpośrednio do stacji w sieci (jeśli adres dotyczy sieci lokalnej) lub przez router do innego segmentu sieci. Algorytmu wyboru drogi umożliwiają unikanie przeciążeń w sieci. W warstwie tej pracują routery.

Typowe protokoły tej warstwy to: IP, X.25, IPX (w sieci *Novell*).

4. **WARSTWA TRANSPORTOWA** - zapewnia transmisje z wymaganymi charakterystykami, takimi jak: przepustowość, stopa błędów, opóźnienia transmisyjne.

Optymalizuje użycie usług sieciowych tak, aby wymagane warunki techniczne spełnić w sposób jak najbardziej ekonomiczny. „Przesłania” usługi oferowane przez niższe warstwy, aby ukryć przed wyższymi warstwami szczegóły związane ze znajdującą się niżej siecią. Gwarantuje dostarczenie danych do odbiorcy oraz realizuje kontrolę błędów i inne operacje związane z niezawodnością transmisji, jeśli nie są one realizowane w niższych warstwach.

Warstwa ta oferuje usługi połączeniowe (ustalane jest łącze, przez które pakiety wędrują do miejsca przeznaczenia i docierają tam w kolejności sekwencyjnej) lub bezpołączeniowe. W przypadku, gdy pakiet nie dotrze do odbiorcy lub dojdzie uszkodzony to protokół warstwy transportowej zażąda retransmisji tego pakietu.

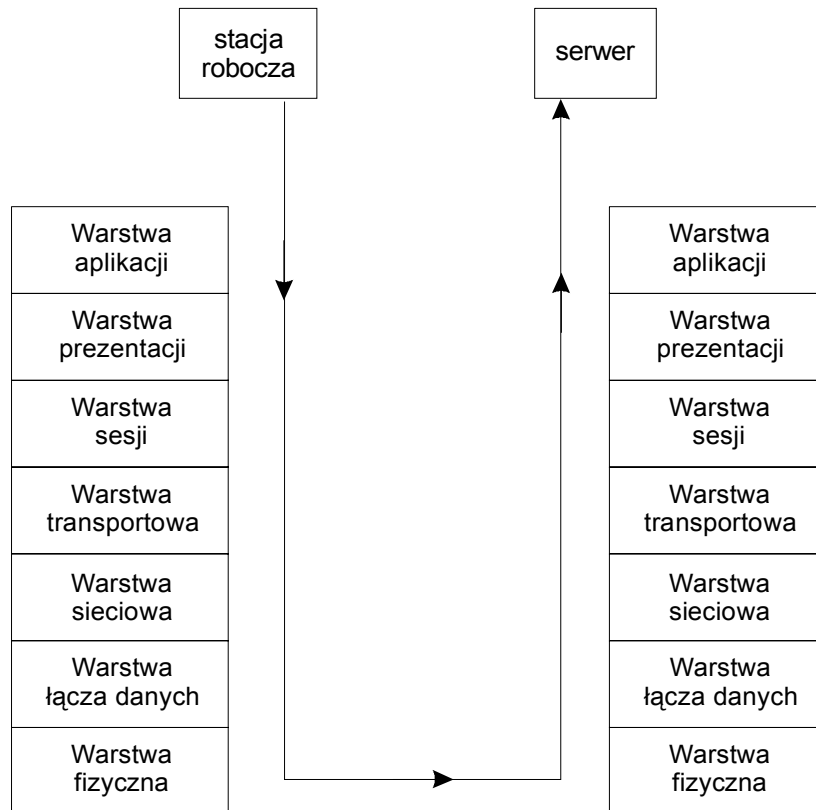
Typowe protokoły tej warstwy to: TCP, UDP, SPX (*Novell*), *NetBIOS* / *NetBEUI* (*Microsoft*).

5. **WARSTWA SESJI** - rozszerza funkcje warstwy transportowej o środki umożliwiające synchronizację dialogu i zarządzanie wymianą danych między jej usługobiorcami (aplikacjami).  
Ustala, który z partnerów ma prawo do nadawania oraz, czy komunikacja jest naprzemienna, czy równoczesna w obu kierunkach. Warstwa ta umożliwia tworzenie punktów synchronizacji służących do powrotu przez obu uczestników dialogu do takiego punktu w razie wystąpienia nieprawidłowości (np. utrata wysłanych danych w wyniku awarii łącza).
  
6. **WARSTWA PREZENTACJI** - w różnych systemach używane są różne postaci informacji, np. kod znaku, typ danych, itd. Warstwa ta zapewnia przekształcenie tych postaci w jednorodną formę sieciową. Przekształcenie to dotyczy składni (syntaktyki) a nie znaczenia (semantyki) informacji. W warstwie tej następuje również kompresja i szyfrowanie transmitowanych danych. Nadchodzące dane są zamieniane na postać, którą można przedstawić użytkownikowi (na ekranie lub wydruku);
  
7. **WARSTWA APLIKACJI** - oferuje całość usług komunikacyjnych procesom użytkowników. Dostępne są m.in. następujące funkcje: ustalenie protokołu transmisji, zawieszanie i wznawianie połączenia, funkcje dotyczące synchronizacji działań i stwierdzania autentyczności partnerów. Typowymi usługami tej warstwy są również: transfer plików i działanie zdalne na plikach, dostęp i działanie na zdalnych bazach danych, praca procesu użytkowego jako terminala zdalnego komputera, poczta elektroniczna i inne.

## PROTOKOŁY, PAKIETY, RAMKI

W modelu odniesienia OSI poszczególne warstwy komunikują się przy użyciu ściśle określonych protokołów. Powstaje tzw. *stos protokołów*.

**Protokół** jest zdefiniowanym sposobem komunikowania się z innym systemem. Określa czas dla poszczególnych sygnałów oraz strukturę danych.



Przechodzenie pakietu przez stos protokołów

### Protokoły komunikacyjne poszczególnych warstw grupuje się w kategorie:

- a) **protokoły aplikacji** - obejmują warstwy: aplikacji, prezentacji i sesji. Zapewniają wzajemne oddziaływanie aplikacji i wymianę danych. Przykłady: FTP, Telnet, SMTP, SNMP, NetBIOS, ,...
- b) **protokoły transportowe** - realizują połączeniowe usługi przesyłania danych, zapewniają wymianę danych pomiędzy systemami końcowymi w sposób sekwencyjny Przykłady: TCP, SPX, NetBIOS, NetBEUI.

- c) **protokoły sieciowe** - zapewniają usługi łączy dla systemów komunikacyjnych, obsługują adresowanie i informację *routingu*, weryfikację błędów oraz żądania retransmisji. Obejmują również procedury dostępu do sieci określone przez wykorzystywany rodzaj sieci. Przykłady: IP, IPX.

**Dialog między równorzędnymi warstwami protokołów obejmuje:**

- a) tworzenie żądania i wysyłanie danych,
- b) odbieranie żądania i danych,
- c) odrzucenie żądania lub danych,
- d) potwierdzenie odbioru,
- e) obsługa buforowania nadchodzących danych,
- f) przerwanie i ponowny start transmisji,
- g) ustanowienie priorytetów transmisji,
- h) obsługa wykrywania błędów, korekcji i retransmisji,
- i) utrzymywanie sesji połączeniowych,
- j) numerowanie i ustawianie kolejności pakietów,
- k) obsługa adresowania i *routingu*.

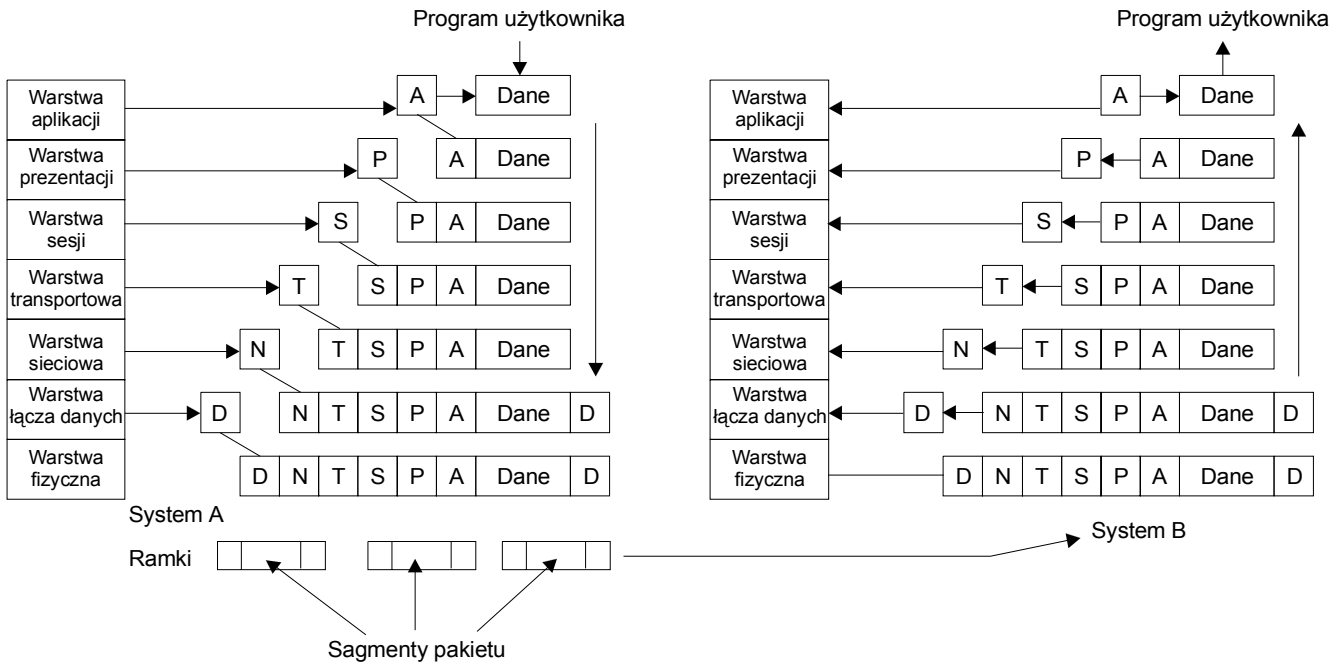
**W środowiskach sieciowych dane przesyłane są:**

w **pakietach** przez warstwy protokołów oraz jako **ramki** (strumień bitów) przez połączenia fizyczne.

**Pakiet** jest rodzajem „paczki danych” przesyłanej między urządzeniami przy wykorzystaniu łącza komunikacyjnego. Dane umieszczane są w pakietach przez różne podsystemy komunikacyjne (warstwy), następnie tworzone są *ramki*, które przesyła się przez łącza komunikacyjne.

Jednym z głównych powodów tworzenia pakietów i ramek jest ograniczenie wpływu błędów pojawiających się przy transmisji do niewielkich części przesyłanych informacji, co ułatwia ich retransmisję. Po drugie: stosowanie długich transmisji mogłoby spowodować duże opóźnienia w ruchu w sieci.





Tworzenie, transmisja i odtwarzanie pakietów

Strukturę pakietu i ramki definiuje protokół komunikacyjny. Zazwyczaj **pakiet zawiera nagłówek i dane**. W nagłówkach może znajdować się adres nadawcy i odbiorcy, informacje potrzebne do obsługi błędów i zapewniające prawidłową transmisję danych, wskaźnik ostatniego pakietu, identyfikator informacji, numer określający, którą częścią informacji jest pakiet, itp. Pakiet może mieć różne rozmiary, ale zazwyczaj określa się jego maksymalną długość.

## Różne stosy protokołów

Producenci zazwyczaj nie uwzględniają w pełni 7-warstwowego modelu OSI i stosują własne stosy protokołów.

OSI	NetWare	UNIX
Warstwa aplikacji	NetWare Core Protocol	Network Filing System (NFS)
Warstwa prezentacji		
Warstwa transportowa	SPX	TCP
Warstwa sieciowa	IPX	IP
Warstwa łącza danych	LAN drivers	
	ODI	NDIS
Warstwa fizyczna	Warstwa fizyczna	Warstwa fizyczna

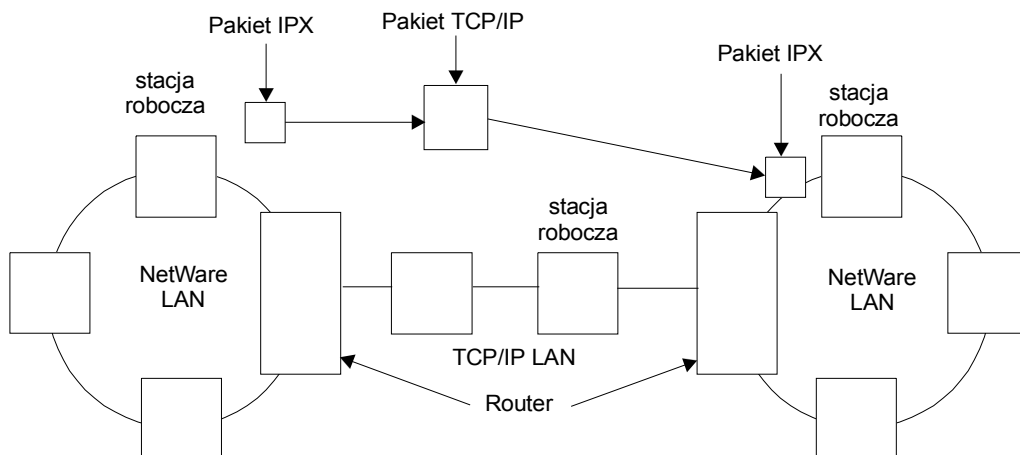
Przykłady różnych stosów protokołów

Produkt wykorzystujący jeden stos protokołów nie może bezpośrednio współpracować z produktem korzystającym z innego stosu protokołów. W celu osiągnięcia możliwości współpracy stosuje się różne metody **kapsułkowania** (*encapsulation*) i **konwersji protokołów**.

**Kapsułkowanie** polega na przesyłaniu pakietu określonego protokołu wewnątrz innego pakietu w innym protokole. Technika ta pozwala na przesyłanie danych między sieciami korzystającymi z jednakowego protokołu za pośrednictwem sieci korzystającej z innego protokołu.

Kapsułkowanie wykorzystano w technice **IP tunnelling**, pozwalającej na przesyłanie pakietów IPX wewnątrz pakietów TCP/IP (patrz rysunek poniżej).

Do łączenia odrębnych sieci i kapsułkowania służą **routerzy**.



Kapsułkowanie pakietów

**Konwersja protokołów** jest procesem tłumaczenia sygnałów elektrycznych lub formatów danych jednego systemu komunikacyjnego na postać umożliwiającą transmisję w innym systemie. Możliwe są różne poziomy konwersji, np. zmieniające kody ASCII na inny kod lub zmieniające strumień danych asynchroniczny na synchroniczny. W konwersji pakietu uczestniczą wszystkie warstwy stosu protokołów (poza warstwą aplikacji).