

## Komunikacja w sieci

W modelu ISO-OSI (Open System Interconnection Reference Model) całą procedurę przesyłania komunikatu podzielono na siedem warstw zajmujących się odrębnymi zagadnieniami. W każdej warstwie obowiązują szczegółowe zasady wymiany informacji, zwane protokołem.

Nazwa warstwy	Numer warstwy
aplikacji	7
prezentacji	6
sesji	5
transportu	4
sieci	3
łącza danych	2
fizyczna	1

Dzięki warstwowej strukturze model OSI jest bardzo elastyczny i daje się stosować do komunikacji zarówno w sieciach lokalnych, jak i rozległych. Podział na warstwy zwiększa jednak czas przesłania komunikatu i wydłuża go, gdyż każda warstwa dodaje własne informacje. Dlatego w szybkich sieciach lokalnych najniższe trzy warstwy zlewa się w jedną. Nie przeszkadza to komunikowaniu się tym sieciom z innymi sieciami na wyższych poziomach.

**Warstwa 1: FIZYCZNA** – Jest ona odpowiedzialna za przesyłanie strumieni bitów. Odbiera ramki danych z warstwy 2 i przesyła szeregowo, bit po bicie, całą ich strukturę oraz zawartość. Jest ona również odpowiedzialna za odbiór kolejnych bitów przychodzących strumieni danych. Strumienie te są następnie przesyłane do warstwy łącza danych w celu ich ponownego ukształtowania.

**Warstwa 2: ŁĄCZA DANYCH** – Jest ona odpowiedzialna za końcową zgodność przesyłania danych. W zakresie zadań związanych z przesyłaniem, warstwa łącza danych jest odpowiedzialna za upakowanie instrukcji, danych itp. w tzw. ramki. Ramka jest strukturą właściwą dla warstwy łącza danych, która zawiera ilość informacji wystarczającą do pomyślnego przesyłania danych przez sieć lokalną do ich miejsca docelowego. Pomyślna transmisja danych zachodzi wtedy, gdy dane osiągną miejsce docelowe w postaci niezmienionej w stosunku do postaci, w której zostały wysłane. Ramka musi więc zawierać mechanizm umożliwiający weryfikowanie integralności jej zawartości podczas transmisji. W wielu sytuacjach wysyłane ramki mogą nie osiągnąć miejsca docelowego lub ulec uszkodzeniu podczas transmisji. Warstwa łącza danych jest odpowiedzialna za rozpoznawanie i naprawę każdego takiego błędu. Warstwa łącza danych jest również odpowiedzialna za ponowne składanie otrzymanych z warstwy fizycznej strumieni binarnych i umieszczanie ich w ramach. Ze względu na fakt przesyłania zarówno struktury, jak i zawartości ramki, warstwa łącza danych nie tworzy ramek od nowa. Buforuje ona przychodzące bity dopóki nie ueziera w ten sposób całej ramki.

**Warstwa 3: SIECI** – Warstwa sieci jest odpowiedzialna za określenie trasy transmisji między komputerem-nadawcą, a komputerem-odbiorcą. Warstwa ta nie ma żadnych wbudowanych

mechanizmów korekcji błędów i w związku z tym musi polegać na wiarygodnej transmisji końcowej warstwy łącza danych. Warstwa sieci używana jest do komunikowania się z komputerami znajdującymi się poza lokalnym segmentem sieci LAN. Umożliwia im to własna architektura trasowania, niezależna od adresowania fizycznej warstwy 2. Korzystanie z warstwy sieci nie jest obowiązkowe. Wymagane jest jedynie wtedy, gdy komputery komunikujące się znajdują się w różnych segmentach sieci przedzielonych routerem.

Najbardziej znanym protokołem warstwy sieci jest protokół IP (Internet Protocol) obowiązujący w sieci Internet. Dzieli on przekazywany komunikat na odpowiedniej wielkości (64 KB) pakiety i przesyła je od komputera do komputera w kierunku komputera docelowego. IP nie gwarantuje dostarczenia pakietu na miejsce. Nie sprawdza on również, czy pakiet, który dotarł już do celu, nie został czasem przekłamy. Docieraniem pakietów na miejsce i ich poprawnością musi się zajmować wyższa warstwa transportu. IP współpracuje z wieloma (do 256) protokołami warstwy transportu (takimi jak TCP, UDP czy ICMP). Każdy pakiet ma w swym nagłówku informację o tym, którego typu protokołu transportu dotyczy.

**Warstwa 4: TRANSPORTU** – Warstwa ta pełni funkcję podobną do funkcji warstwy łącza w tym sensie, że jest odpowiedzialna za końcową integralność transmisji. Jednak w odróżnieniu od warstwy łącza danych – warstwa transportu umożliwia tę usługę również poza lokalnymi segmentami sieci LAN. Potrafi bowiem wykrywać pakiety, które zostały przez routery odrzucone i automatycznie generować żądanie ich ponownej transmisji. Warstwa transportu identyfikuje oryginalną sekwencję pakietów i ustawia je w oryginalnej kolejności przed wysłaniem ich zawartości do warstwy sesji.

TCP (Transmission Control Protocol) jest najbardziej znanym protokołem warstwy transportu. Połączenie w TCP jest nawiązywane przez trzykrotne „podanie sobie ręki”. Niezawodność przesyłania danych jest osiągnięta dzięki numerowaniu pakietów, stosowaniu potwierdzeń, ponownej transmisji, jeśli nie było potwierdzenia przez zbyt długi czas. W celu zwiększenia przepustowości TCP stosuje tzw. metodę „przesuwających się okienek”, która umożliwia wysyłanie kilku pakietów bez czekania na ich potwierdzenie.

**Warstwa 5: SESJI** – Jest ona rzadko używana; wiele protokołów funkcje tej warstwy dołącza do swoich warstw transportowych. Zadaniem warstwy sesji jest zarządzanie przebiegiem komunikacji podczas połączenia między dwoma komputerami. Przepływ tej komunikacji nazywany jest sesją. Sesja może służyć do dołączenia użytkownika do odległego systemu, albo do przesyłania zbiorów między różnymi maszynami (np. polecenie ftp). Jeśli warstwa transportu jest zawodna, zadaniem warstwy sesji jest też ponowne nawiązanie połączenia w przypadku jego przerwania. Warstwa ta określa, czy komunikacja może zachodzić w jednym, czy obu kierunkach. Gwarantuje również zakończenie wykonywania bieżącego żądania przed przyjęciem kolejnego.

Jednym z najbardziej popularnych protokołów warstwy sieci jest protokół RPC (Remote Procedure Call – zdalne wywołanie procedury). Protokół ten zajmuje się wysyłaniem przez sieć żądań od klientów do serwerów i odbieraniem odpowiedzi. RPC musi umieć zlokalizować komputer, na którym wykonuje się serwer, reagować w przypadku, gdy serwera nie ma oraz rejestrować pojawienie się nowych serwerów. Ponieważ program serwera może być

wykonywany na komputerze o zupełnie innej architekturze niż architektura komputera, na którym jest wykonywany program klienta, protokół RPC musi zadbać o odpowiednie przekształcenie przesyłanych danych. Jeśli odpowiedź na wysłane żądanie nie nadchodzi zbyt długo, RPC ponawia wysłanie żądania. Musi przy tym zadbać, by to ponowione żądanie nie zostało zrozumiane jako zupełnie nowe. Za pomocą protokołu RPC można także realizować rozgłaszanie, czyli wysłanie żądania jednocześnie do wielu serwerów. Klient ma wówczas kilka możliwości: może czekać na reakcje od wszystkich serwerów, gdy do dalszej pracy potrzebuje wszystkich usług; może czekać tylko na jeden serwer, jeśli wysłał komunikat typu „niech mi to ktoś zrobi”; może też nie czekać w ogóle, jeśli celem było jedynie poinformowanie o czymś serwerów. Protokół RPC jest ogólnie uznaną metodą komunikowania się w systemach typu klient-serwer.

**Warstwa 6: PREZENTACJI** – Warstwa prezentacji jest odpowiedzialna za zarządzanie sposobem kodowania wszelkich danych. Nie każdy komputer korzysta z tych samych schematów kodowania danych, więc warstwa prezentacji odpowiedzialna jest za translację między niezgodnymi schematami kodowania danych. Warstwa ta może być również wykorzystywana do niwelowania różnic między formatami zmiennopozycyjnymi, jak również do szyfrowania i rozszyfrowywania wiadomości.

W asymetrycznym systemie szyfrowania znajomość funkcji szyfrującej nie wystarcza do odgadnięcia funkcji rozszyfrowującej. Funkcja szyfrująca  $S$  i funkcja deszyfrująca  $D$  mają taką własność, że dla każdego komunikatu  $K$ ,  $D(S(K)) = K$ . Rozwiązanie problemu elektronicznych podpisów stało się możliwe dzięki wynalezieniu funkcji, które mają także własność odwrotną  $S(D(K)) = K$ . W kryptosystemie asymetrycznym każda ze stron ma dwa klucze: publiczny do szyfrowania i tajny do odszyfrowywania. Zasyfrować i wysłać komunikat może zatem każdy, ale odczytać go potrafi tylko adresat. Informacją o kluczach powinien zarządzać specjalny proces-centrala, którego klucz publiczny jest jedynym ogólnie dostępnym. Aby zdobyć informację o kluczu osoby  $X$ , wysyła się zapytanie do centrali (nieszyfrowane), a otrzymuje się zasyfrowaną odpowiedź, którą można odszyfrować kluczem publicznym.

**Warstwa 7: APLIKACJI** – Pełni ona rolę interfejsu pomiędzy aplikacjami użytkownika a usługami sieci. Warstwę tę można uważać za inicjującą sesje komunikacyjne. Protokoły warstwy aplikacji to np.: HTTP, HTTPS, FTP, SSH, Telnet, POP3, SMTP.