

# 5. Model warstwowy sieci komputerowych

Do sieci Internet jest podłączonych wiele miliardów różnych urządzeń. Sprawną komunikację w tej sieci zapewniają m.in. protokoły komunikacji. To w zasadzie wystarczy, aby zagwarantować, że zaprojektowane urządzenia i usługi będą poprawnie działały niezależnie od rozwiązań sprzętowych oraz ich producentów. Aby jednak uporządkować i ułatwić proces komunikacji w sieci, podzielono go na rozłączne warstwy. Zrozumienie tej idei pozwala szerzej spojrzeć na zjawiska zachodzące w sieci.

## Cele lekcji

- Dowiesz się, czym są modele warstwowe sieci i do czego służą.
- Poznasz model TCP/IP – podstawowy model teoretyczny opisujący działanie sieci Internet.
- Dowiesz się, w jaki sposób następuje przepływ danych między warstwami modelu podczas komunikacji w sieci.
- Zrozumiesz różnicę między modelem TCP/IP oraz modelem OSI.

## 5.1. Model warstwowy działania sieci

**Model warstwowy sieci** dzieli proces komunikacji między urządzeniami podłączonymi do sieci na mniejsze części, które łatwiej zrozumieć i którymi łatwiej zarządzać, oraz określa zadania, które muszą być realizowane w poszczególnych jego warstwach.

Do najważniejszych korzyści wynikających z takiego podziału możemy zaliczyć m.in.:

- ▶ łatwiejsze określanie **protokołów komunikacyjnych**, czyli zbiorów reguł odpowiadających za poszczególne elementy komunikacji,
- ▶ możliwość współdziałania ze sobą urządzeń sieciowych i oprogramowania różnych producentów,
- ▶ łatwiejsze zrozumienie i kontrolowanie procesu komunikacji oraz zarządzanie nim.

Choć model warstwowy jest pojęciem czysto teoretycznym, jego konsekwencje są konkretne – zgodnie z założeniami modelu działają protokoły, aplikacje i urządzenia sieciowe.

Aby przybliżyć ideę warstwowego modelu procesu komunikacji w sieci, posłużymy się przykładem z życia codziennego. Omówimy i przedstawimy w schematyczny sposób lot pasażera samolotem. Na rysunku 5.1 na s. 76 wskazano podstawowe etapy, które składają się na proces lotu pasażera wraz z bagażem z lotniska początkowego do lotniska docelowego.

• Model warstwowy sieci

Protokół komunikacyjny,  
s. 53 [🔗](#)

Zauważmy, że czynności wykonywane na obu lotniskach, np. wejście na pokład samolotu i jego opuszczenie, są analogiczne i można je rozpatrywać niejako na jednym poziomie. W ten sposób powstają warstwy – abstrakcyjne formy, które pozwalają podzielić skomplikowany proces na mniejsze części (rys. 5.1).



Rys. 5.1. Model warstwowy lotu pasażera samolotem

#### Warto wiedzieć

Na poziomie każdej warstwy mogą być realizowane różne usługi. Obsługa bagażu może się wiązać z kontrolą bagażu podręcznego lub nadaniem większego bagażu. Warstwa bagażu musi zapewnić także obsługę odzyskiwania zagubionego bagażu.

#### Warto wiedzieć

Niezależnie od zmian w danej warstwie na styku warstw (np. między warstwą biletu a warstwą bagażu) nic się nie zmienia. Pasażer przed nadaniem bagażu powinien mieć wykupiony bilet. Dla warstwy bagażu nie ma znaczenia, w jaki sposób pasażer to zrobił.

Czynności, czyli zadania przyporządkowane poszczególnym warstwom, są wykonywane w kolejności od najwyższej do najniższej warstwy na lotnisku początkowym oraz od najniższej do najwyższej warstwy na lotnisku docelowym (zgodnie ze strzałkami na rys. 5.1). Aby dostarczenie pasażera wraz z bagażem do miejsca docelowego przebiegło pomyślnie, muszą zostać wykonane zadania z wszystkich warstw. Nie jest możliwe, aby czynności te zostały wykonane w innej kolejności, np. nie wejdziemy na pokład samolotu bez zakupionego biletu.

Na poziomie danej warstwy usługi mogą być realizowane w różny sposób. Na przykład bilet możemy kupić przez stronę WWW linii lotniczych, biuro podróży lub w kasie. Nie wszystkie zadania przynależne danej warstwie będą realizowane w każdym przypadku. Nie zawsze zgłaszamy np. zaginięcie bagażu, a nawet nie zawsze zabieramy go w podróż.

Podział na warstwy ułatwia w skomplikowanym systemie definiowanie i modyfikację zadań oraz procedur ich realizacji. Na przykład wraz z pojawieniem się możliwości zakupu biletu lotniczego online pasażerowie w dużej mierze przestali zamawiać bilety telefonicznie. W modelu warstwowym, żeby dokonać tego typu zmiany, wystarczy zmienić tylko procedury dotyczące jednej warstwy, bez ingerencji w pozostałe. Zdecydowanie upraszcza to cały proces wdrożenia nowej procedury.

#### Ćwiczenie 1

Opracuj model warstwowy nadawania i odbierania paczki w punkcie pocztowym.

Ideę warstw wykorzystano do opisu procesu komunikacji w sieci. Dwa najpopularniejsze modele warstwowe opisujące działanie sieci to model TCP/IP oraz model OSI.



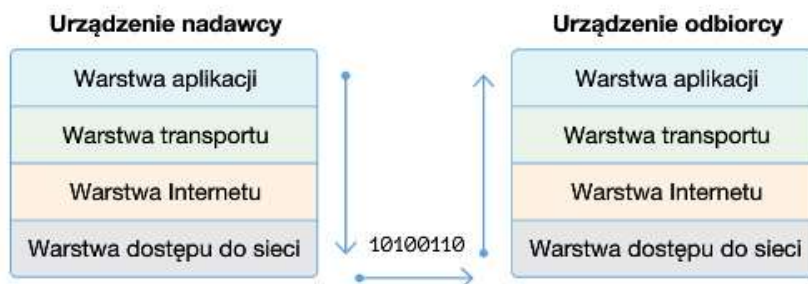
## 5.2. Model TCP/IP

**Model TCP/IP** (ang. *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) • Model TCP/IP

opisuje działanie sieci Internet. Model ten składa się z czterech warstw:

- ▶ aplikacji,
- ▶ transportu
- ▶ Internetu,
- ▶ dostępu do sieci.

Na rysunku 5.2 przedstawiono schemat czterowarstwowego modelu TCP/IP. Zwróć uwagę na jego podobieństwo do modelu warstwowego stworzonego dla lotu pasażera samolotem (rys. 5.1).



Rys. 5.2. Model TCP/IP

Podobnie jak w modelu transferu pasażera samolotu między lotniskami, w modelu TCP/IP wyróżnione zostały warstwy odpowiadające za realizację pomniejszych zadań związanych z komunikacją.

Warstwa	Główne zadania	Przykładowe protokoły
Warstwa aplikacji	Umożliwia realizację usług sieciowych (np. serwisy WWW, poczta elektroniczna, komunikatory tekstowe).	HTTP, POP3, SMTP, FTP, DNS
Warstwa transportu	Na poziomie tej warstwy następuje przesyłanie danych między urządzeniami i przekazywanie ich do odpowiednich aplikacji. Wykorzystuje się w tym celu <b>porty</b> określone dla każdego urządzenia.	TCP, UDP
Warstwa Internetu	Zapewnia dostarczanie informacji do urządzenia docelowego najefektywniejszą drogą poprzez sieć rozległą na podstawie adresów logicznych (IP).	IP, protokoły routingu (np. RIP, IGMP, OSPF)
Warstwa dostępu do sieci	Na poziomie tej warstwy następuje przekazywanie danych przez fizyczne połączenia między urządzeniami sieciowymi, np. kartami sieciowymi lub modemami. W zależności od medium bity zawierające informacje są przekształcane na odpowiedni sygnał elektryczny, fale radiowe lub świetlne.	Ethernet, protokoły wykorzystywane w sieciach telekomunikacyjnych (np. ATM, Frame Relay)

Tabela 5.1. Zadania przyporządkowane do kolejnych warstw modelu TCP/IP

### Warto wiedzieć

Protokół internetowy (IP) został stworzony przez Agencję Zaawansowanych Projektów Badawczych Departamentu Obrony Stanów Zjednoczonych (DARPA) na przełomie lat 60. i 70. XX w. Zastosowano go w pierwszej na świecie rozproszonej sieci rozległej ARPANET.

### Warto wiedzieć

Powszechnie wykorzystuje się czterowarstwowy model TCP/IP. Czasami w opisach standardu TCP/IP możemy spotkać model pięciowarstwowy, w którym w miejscu warstwy dostępu do sieci znajdują się warstwa fizyczna i warstwa danych.

Port,  
s. 68 [↗](#)

Protokół,  
s. 69 

Z zadaniami przyporządkowanymi do każdej z warstw skojarzone są **protokoły**, które umożliwiają wykonanie danych zadań. Przypomina to model lotu pasażera samolotem, w którym z zadaniami przypisanymi poszczególnym warstwom były związane określone procedury postępowania – np. kontroli i nadania bagażu. Przykładowe protokoły dla warstw przedstawiono w tabeli 5.1 na s. 77. Omówimy teraz bardziej szczegółowo zadania poszczególnych warstw.

### Warstwa aplikacji

Warstwa aplikacji •  
w modelu TCP/IP

**Warstwa aplikacji** obejmuje proces korzystania przez użytkownika z usług sieciowych takich jak serwisy WWW, poczta elektroniczna, wymiana plików, drukarki sieciowe, połączenia terminalowe czy komunikatory. Kiedy użytkownik uruchamia na urządzeniu przeglądarkę internetową, to korzysta z sieci na poziomie warstwy aplikacji oraz z odpowiedniego dla danej usługi protokołu. W przypadku serwisów WWW będzie to protokół **HTTP** lub **HTTPS**.

Protokoły HTTP i HTTPS,  
s. 69 

Dane w modelu TCP/IP •

Zgodnie z wykorzystywanym protokołem przygotowywane (kodo-  
wane) są **dane** (np. zapytanie do serwera WWW). Następnie dane (rys. 5.3) wraz z towarzyszącymi im informacjami sterującymi (związanymi z danym protokołem) przekazywane są do niższej warstwy – warstwy transportu.

### Warstwa transportu

Warstwa transportu •  
w modelu TCP/IP

W **warstwie transportu** obsługiwana jest komunikacja między urządzeniami podłączonymi do sieci. Na poziomie tej warstwy dane dzielone są na mniejsze części i oznaczane informacjami pozwalającymi na urządzeniu odbiorczym złożyć je w odpowiedniej kolejności oraz przydzielić do właściwej aplikacji. Mogą tu być wykorzystywane dwa protokoły: **protokół TCP** (ang. *Transmission Control Protocol*) lub **protokół UDP** (ang. *User Datagram Protocol*). Oba transportują komunikaty z warstwy aplikacji, ale każdy robi to w nieco inny sposób. Protokoły TCP oraz UDP stosuje się więc zamiennie, w zależności od potrzeb.

Protokół TCP •

Protokół UDP •

Protokół TCP zapewnia bezbłędne przesłanie informacji pomiędzy dwoma urządzeniami. Jeśli porcja informacji jest zbyt duża, protokół dzieli ją na mniejsze części zwane **segmentami** (rys. 5.3). Wszystkie segmenty są odpowiednio ponumerowane, tak aby odbiorca mógł złożyć ponownie informację w całość – nawet jeśli jej fragmenty dotrą w innej kolejności. Jeśli jakaś część informacji zostanie przesłana z błędami lub w ogóle nie dotrze do adresata, mechanizmy protokołu zapewnią jej ponowne przesłanie, a jeśli nie będzie to możliwe – stosowny komunikat zostanie przekazany do warstwy aplikacji (np. do przeglądarki internetowej).

Segment •  
w modelu TCP/IP

#### Warto wiedzieć

Podczas transmisji danych routery określają sposób przesłania każdego pakietu. W przypadku kolejnych pakietów mogą to być różne drogi, dlatego pakiet wysłany wcześniej może dojść do urządzenia docelowego później niż pakiety wysłane po nim.

Wielkość segmentów uzależniona jest od jakości transmisji. Im więcej błędów się zdarza, tym mniejsze segmenty są transmitowane – ułatwia to ich ponowne nadanie oraz zwiększa niezawodność połączenia.



Przesyłanie informacji w segmentach ułatwia także dostęp do połączenia sieciowego innym usługom oraz użytkownikom.

Nazwa warstwy	Nazwa porcji informacji
Warstwa aplikacji	dane
Warstwa transportu	segment lub datagram
Warstwa Internetu	pakiet
Warstwa dostępu do sieci	ramka

Rys. 5.3. Nazwy pakietów informacji obsługiwanych w poszczególnych warstwach modelu TCP/IP

Protokół UDP ma za zadanie jak najszybciej dostarczać kolejne porcje informacji, w tym przypadku zwane **datagramami** (rys. 5.3), bez dbania o to, czy zostały przekazane w całości, w dobrej kolejności i bez błędów. Protokół ten jest wykorzystywany np. podczas oglądania filmów w serwisach wideo lub słuchania muzyki online. Jeśli jakiś fragment danych nie dotrze do odbiorcy (lub dotrze z błędami), nie ma sensu w tym przypadku wysłać go ponownie. Moment, w którym był potrzebny, już minął, więc film lub utwór muzyczny odtwarzany jest dalej. Zauważalne mogło być jedynie jego chwilowe zakłócenie.

Po dodaniu informacji sterujących do segmentów lub datagramów (m.in. **numeru portu** aplikacji na hoście źródłowym oraz numeru portu aplikacji na hoście docelowym) informacje przekazywane są do niższej warstwy – warstwy Internetu.

### Ćwiczenie 2

Odpowiedz, który z protokołów – TCP czy UDP – zostanie wykorzystany w przypadku:

- komunikacji audio-wideo,
- komunikacji tekstowej.

### Warstwa Internetu

Główne zadanie przyporządkowane do **warstwy Internetu** polega na odnalezieniu najefektywniejszej (najszybszej, najkrótszej, najtańszej) drogi do urządzenia docelowego przez sieć rozległą na podstawie adresów logicznych (adresów IP).

W tej warstwie działają protokół IP oraz protokoły routingu. To dzięki nim możliwe jest ustalenie najefektywniejszej w danym momencie drogi między dwoma urządzeniami podłączonymi do sieci.

Protokół IP uzupełnia dane otrzymane z wyższej warstwy o dodatkowe informacje – m.in. adresy IP: źródłowy i docelowy. Na ich podstawie routery kierują wygenerowane w ten sposób **pakiety** w dalszą drogę – do następnego routera lub urządzenia w sieci docelowej.

#### Warto wiedzieć

Dzięki dzieleniu informacji na segmenty można jednocześnie przesyłać duży plik na serwer, korzystać z komunikatora oraz słuchać muzyki online. W ten sposób podczas przesyłania większej porcji danych nie blokuje się dostępu do sieci urządzeniom innych użytkowników.

#### Datagram w modelu TCP/IP

Numeru portu, s. 68 [↗](#)

#### Warstwa internetu w modelu TCP/IP

#### Pakiet w modelu TCP/IP

**Warto wiedzieć**

Tablicę routingu w systemie macOS można sprawdzić za pomocą polecenia `netstat -r`, a w systemie Linux za pomocą polecenia `ip route`.

Na poziomie tej warstwy działają również protokoły pozwalające przetłumaczyć adresy IP na adresy MAC i odwrotnie.


W systemie Windows można sprawdzić tablicę routingu na danym komputerze, wydając polecenie `route print` lub `netstat -r` w Wierszu polecenia.

Przygotowane pakiety przekazywane są do następnej warstwy – dostępu do sieci.

**Ćwiczenie 3**

Użytkownik wpisał w przeglądarce adres [www.sejm.gov.pl](http://www.sejm.gov.pl). Jaki protokół zostanie użyty, aby zamienić ten adres na odpowiadający mu adres IP? Zastanów się, do której warstwy można ten protokół zaliczyć. Odpowiedź uzasadnij.

**Warstwa dostępu do sieci w modelu TCP/IP**

Ramka Ethernet,  
s. 59 

**Warto wiedzieć**

Zawartość ramki zależy od rodzaju łącza danych i jest różnie zbudowana dla standardów Ethernet, Frame Relay i ATM.

**Warstwa dostępu do sieci**

Na poziomie **warstwy dostępu do sieci** odbywa się adresowanie danych z wykorzystaniem adresów fizycznych MAC i uzupełnianie ich o informacje niezbędne do przesłania w konkretnej sieci – lokalnej lub rozległej. Pакiet danych wraz z tymi informacjami nazywamy **ramką**. Ramka kodowana jest następnie w postaci bitów (zer i jedynek) i przekazywana do medium transmisyjnego. W zależności od medium bity zawierające informacje przekształcane są na odpowiedni sygnał elektryczny, fale radiowe lub świetlne. Na poziomie tej warstwy są także wykrywane i naprawiane fizyczne błędy transmisji.

**Zapamiętaj**

Model warstwowy ułatwia definiowanie wybranych elementów dużego i złożonego systemu, jak również wprowadzanie w nich zmian. Dokonanie zmian w jednej z warstw nie powoduje konieczności modyfikacji zadań i protokołów w innych warstwach.

**A to ciekawe****Dziwne komentarze RFC**

W trakcie rozwoju sieci Internet pomysły i uwagi na jej temat przedstawiano w postaci dokumentów zwanych żądaniami komentarzy lub RFC (ang. *Request For Comments*). Pierwszy z nich napisał Steve Crocker w kwietniu 1969 r.

W tej postaci publikowane są m.in. specyfikacje protokołów internetowych. Nie wszystkie dokumenty RFC mają poważny charakter. Przykładem może być dokument RFC 1097 z kwietnia 1985 r. „Opcja wiadomości podprogowej Telnetu”, który postuluje wprowadzenie standardu wiadomości podprogowej, która zachęcałaby użytkowników usługi Telnet do aktualizowania oprogramowania.





### 5.3. Enkapsulacja pakietów danych i sterowanie przepływem informacji

Każda warstwa w modelu TCP/IP odgrywa określoną rolę w procesie komunikacji w sieci. Na poziomie każdej z warstw działają usługi i związane z nimi protokoły, niezbędne do realizacji zadań przypisanych poszczególnym warstwom. Podczas komunikacji wykorzystywanych jest jednocześnie wiele protokołów.

Przeanalizujmy działanie sieci zgodnie z modelem TCP/IP na przykładzie uruchamiania w przeglądarce internetowej strony WWW wybranej przez użytkownika.

Po wprowadzeniu adresu strony internetowej przeglądarka wykorzysta protokół HTTP (lub HTTPS) do przygotowania zapytania dotyczącego przesłania odpowiedniej strony przez serwer WWW obsługujący ten serwis. Przeglądarka internetowa oraz protokół HTTP należą do **warstwy aplikacji**. Przygotowane zapytanie zostanie następnie przekazane w dół modelu TCP/IP do warstwy transportu.

Na poziomie **warstwy transportu** zostanie wykorzystany protokół TCP. Uzupełni on przygotowane dane o dodatkowe informacje, które pozwolą po stronie serwera:

- ▶ odebrać dane i przekazać je do odpowiedniej aplikacji,
- ▶ przesłać do nadawcy potwierdzenie prawidłowego odebrania zapytania lub poprosić o ponowne jego przesłanie, jeśli podczas transmisji pojawił się błąd,
- ▶ odesłać dane pozwalające wyświetlić w przeglądarce żadaną stronę.

Dodatkowe informacje pojawią się jako nagłówek poprzedzający dane przygotowane na poziomie wyższej warstwy. Będą one zawierały m.in. numery portów aplikacji po stronie nadawcy i odbiorcy oraz **sumę kontrolną**, na podstawie której możliwe będzie stwierdzenie poprawności przesłanych danych. Następnie całość komunikatu w postaci segmentu zostanie przekazana niżej – do warstwy Internetu.

Protokół IP działający na poziomie **warstwy Internetu** doda kolejny nagłówek zawierający m.in. adresy IP nadawcy oraz odbiorcy, które pozwolą wyznaczyć odpowiednią drogę oraz przesłać komunikat przez sieć i odpowiedzieć na niego. Tak przygotowany pakiet danych przekazany będzie do warstwy dostępu do sieci.

Na poziomie **warstwy dostępu do sieci** pakiet zostanie uzupełniony kolejnymi informacjami – tym razem zawierającymi adresy fizyczne (MAC). Powstała w ten sposób **ramka** zostanie zamieniona na sygnał odpowiedni dla wykorzystywanego medium transmisyjnego.

#### Warto wiedzieć

W całym procesie komunikacji w sieci oprócz opisanych protokołów wykorzystywane są też inne – np. DNS do tłumaczenia adresu opisowego na odpowiadający mu adres IP oraz protokoły routingu do wyznaczania drogi transmisji danych.

**Warstwa aplikacji,**  
s. 78 [↗](#)

**Warstwa transportu,**  
s. 78 [↗](#)

**Suma kontrolna,**  
s. 59 [↗](#)

**Warstwa Internetu,**  
s. 79 [↗](#)

**Warstwa dostępu do sieci,** s. 80 [↗](#)

**Ramka Ethernet,**  
s. 59 [↗](#)

#### Ćwiczenie 4

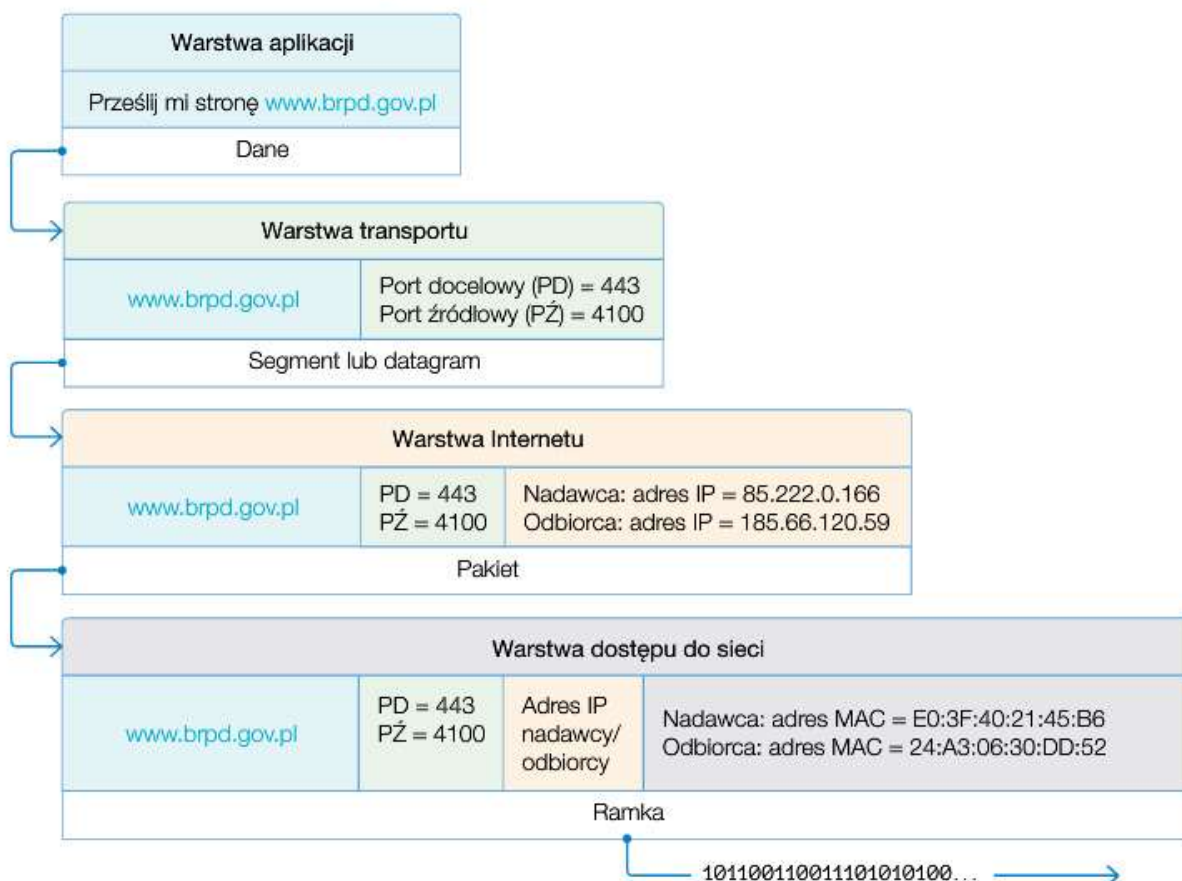
Przedyskutujcie w grupie, jak powinien wyglądać opis zadań w poszczególnych warstwach przy uruchamianiu na urządzeniu transmisji wideo online.

**Warto wiedzieć**

Enkapsulację nazywa się niekiedy również kapsułkowaniem.

Zauważ, że dane przekazywane między kolejnymi warstwami na poziomie każdej niższej warstwy otrzymują dodatkowe nagłówki zawierające informacje sterujące, związane z zadaniami realizowanymi przez protokoły danej warstwy. Opisany wyżej proces nazywany jest

**Enkapsulacja** • **enkapsulacją**. Jego graficzną interpretację przedstawia rysunek 5.4.



**Rys. 5.4.** Schemat procesu enkapsulacji w modelu warstwowym TCP/IP

Dane odbierane na komputerze docelowym przechodzą przez analogiczny proces, który zachodzi w odwrotnym kierunku, tzn. od medium transmisyjnego do warstwy aplikacji. Przekazywanie informacji między warstwami na komputerze docelowym nazywamy **dekapsulacją**. Na podstawie nagłówków analizowane są pakiety na poziomie poszczególnych warstw, a dane są kierowane do warstwy wyższej.

**Dekapsulacja** • Informacje zawarte w nagłówkach wykorzystywane są nie tylko przez odbiorcę, lecz także przez poszczególne urządzenia sieciowe znajdujące się na trasie transmisji. Na przykład **przełączniki sieciowe** korzystają z nagłówków dodanych przez protokół warstwy dostępu do sieci, aby odczytać adresy MAC, natomiast **rutery** korzystają z nagłówków dodanych przez protokół warstwy sieci, aby odczytać adresy IP. **Zapora sieciowa** może wykorzystać informacje dodane na poziomie warstwy transportu, aby sprawdzić numer portu docelowego i ocenić, czy połączenie z danym portem jest dozwolone.

**Przełącznik sieciowy,**  
s. 53 [↗](#)

**Router,**  
s. 54 [↗](#)

**Zapora sieciowa,**  
s. 100 [↗](#)



## 5.4. Model TCP/IP a model warstwowy OSI

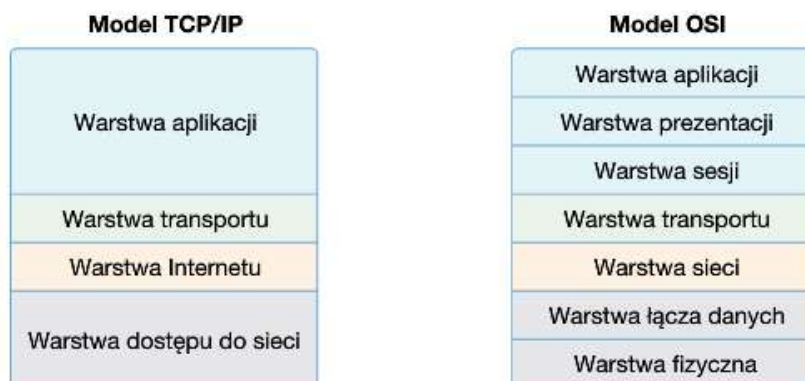
Model warstwowy TCP/IP jest standardowym modelem wykorzystywanym na potrzeby komunikacji w Internecie. Nie jest to jednak jedyny istniejący model. Na przykład organizacja ISO zaproponowała **model OSI**, który ma bardziej ogólne przeznaczenie. Stosuje się go do opisu działania zarówno sieci Internet, jak i sieci telekomunikacyjnych.

Warstwowy model odniesienia OSI ma nieco zbliżoną budowę do modelu TCP/IP. Składa się z siedmiu warstw, które opisano w tabeli 5.2.

Warstwa	Główne zadania
Warstwa aplikacji	Pełni funkcję interfejsu dla aplikacji, obsługuje np. przesyłanie plików.
Warstwa prezentacji	Na poziomie tej warstwy dane zostają przekształcone na standardowy format, aby komunikujące się ze sobą aplikacje mogły je zrozumieć. Dane mogą dodatkowo zostać zaszyfrowane lub skompresowane.
Warstwa sesji	Tworzy ramy czasowe między komunikującymi się ze sobą aplikacjami. Zapewnia narzędzia do tworzenia punktów kontrolnych i systemów przywracania danych.
Warstwa transportu	Odpowiada za wykrywanie błędów i sterowanie przepływem danych w sieci.
Warstwa sieci	Obsługuje adresy logiczne i routing, czyli przesyłanie danych przez sieć.
Warstwa łącza danych	Pełni funkcję interfejsu dla karty sieciowej i realizuje logiczne połączenie z siecią.
Warstwa fizyczna	Na poziomie tej warstwy dane zostają przekształcone na strumień sygnałów cyfrowych lub analogowych, odpowiedni do przesłania w danym medium transmisyjnym.

Tabela 5.2. Opis warstw w modelu OSI

Na rysunku 5.5 przedstawiono uproszczone zestawienie warstw występujących w obu modelach.



Rys. 5.5. Zestawienie modeli warstwowych TCP/IP oraz OSI

### Model OSI

#### Warto wiedzieć

ISO, czyli Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ang. *International Organization for Standardization*), to globalna organizacja pozarządowa ustanawiająca normy w różnych dziedzinach życia.

#### Warto wiedzieć

Modele TCP/IP i OSI są standardami, a nie implementacjami protokołów. Rzeczywista realizacja protokołów TCP/IP nie zawsze ściśle odpowiada modelom przedstawionym na rysunku. Ponadto dopasowanie warstw obu modeli pokazane na rysunku 5.5 jest często podważane.

## Podsumowanie

- Model warstwowy sieci dzieli proces komunikacji na części, które łatwiej zrozumieć i którymi łatwiej zarządzać, oraz określa zadania dla każdej z nich.
- Modele TCP/IP i OSI opisują działanie sieci komputerowych oraz telekomunikacyjnych.
- Model TCP składa się z czterech warstw: aplikacji, transportu, Internetu oraz dostępu do sieci.
- Model OSI wykorzystuje się do opisu działania sieci telekomunikacyjnych. Składa się on z siedmiu warstw: aplikacji, prezentacji, sesji, transportu, sieci, łącza danych i fizycznej.
- W sieciach komputerowych podczas transmisji danych następuje ich enkapsulacja, czyli uzupełnianie danych nagłówkami poszczególnych protokołów działających w kolejnych warstwach modelu.
- Po stronie odbiorcy na komputerze docelowym następuje dekapulacja danych.

## Zadania

- ★ **1** Opisz model warstwowy sieci TCP/IP. Wymień jego warstwy, przyporządkowane im zadania oraz przykładowe protokoły do nich należące.
- ★ **2** Opisz główną różnicę między protokołami warstwy transportu w modelu TCP/IP – protokołem TCP oraz UDP.
- ★ **3** Wymień główne zalety opracowania modeli warstwowych działania sieci. Podaj przykład opisu wybranego procesu w ujęciu warstwowym.
- ★★ **4** Przygotuj animację, np. w edytorze prezentacji, wyjaśniającą proces przygotowania danych w wybranej aplikacji do transmisji, następnie enkapsulację danych po stronie nadawcy, transmisję oraz proces dekapulacji danych po stronie odbiorcy.
- ★★ **5** Sporządź w edytorze tekstu notatkę, w której wyjaśnisz, dlaczego dane z aplikacji mogą być dzielone na mniejsze porcje przed ich przesłaniem do kolejnej warstwy.
- ★★ **6** Przedstaw w postaci prezentacji z nagraniem narracją proces komunikacji w sieci Internet na przykładzie przeglądarki internetowej oraz serwera stron WWW.
- ★★★ **7** W dostępnych źródłach poszukaj informacji na temat routingu statycznego oraz dynamicznego. Wyjaśnij oba pojęcia, podaj przykłady odpowiadających im protokołów i przyporządkuj je do odpowiedniej warstwy modelu TCP/IP.
- ★★★ **8** Na podstawie dostępnych źródeł przygotuj w edytorze tekstu dokument opisujący działanie wybranego protokołu routingu. W opisie uwzględnij również warstwę, w której ten protokół funkcjonuje.
- ★★★ **9** Korzystając z różnych źródeł, wyjaśnij potrzebę dokonania zmian w protokole w warstwie Internetu w związku z postępem technologicznym.