

3.1. Sieć komputerowa i urządzenia sieciowe

Zapewne wielokrotnie zdarzyło ci się powiedzieć, że znajdziesz coś „w sieci”. Słowo „sieć” jest dzisiaj bardzo często używane, dlatego warto wiedzieć, co dokładnie oznacza.

Ćwiczenie 1

Zapisz na kartce wszystkie skojarzenia z hasłem „sieć komputerowa”.

Podziel je na kategorie:

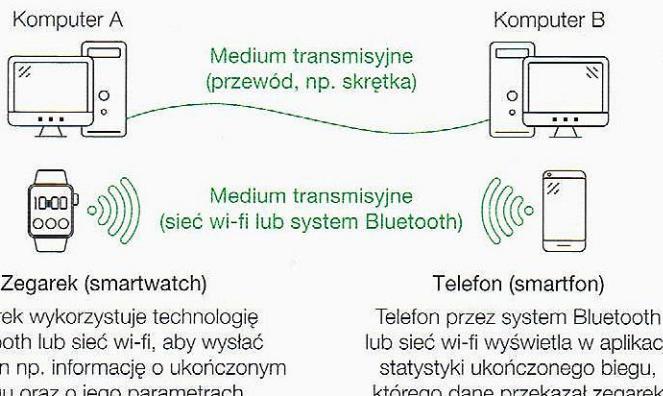
- a. urządzenia,
- b. usługi,
- c. sposób dostępu.

Sieć komputerowa • Sieć komputerowa (ang. *computer network*) jest to zbiór urządzeń komputerowych komunikujących się ze sobą za pośrednictwem wspólnego

Medium transmisyjne • medium transmisyjnego (ang. *transmission medium*), które pozwala na przesyłanie informacji między urządzeniami. Rolę medium

Przewody i złącza komputerowe, s. 220 ↗ mogą pełnić przewody (np. skrętka lub światłowód) albo fale radiowe, jak w bezprzewodowych sieciach wi-fi lub w systemie łączności bezprzewodowej Bluetooth.

Z powyższej definicji wynika, że sieć komputerową mogą stanowić już dwa urządzenia komputerowe połączone ze sobą za pomocą medium (rys. 3.1).



Rys. 3.1. Przykłady komunikacji dwóch urządzeń w sieci komputerowej

Za komunikację między urządzeniami odpowiada **protokół sieciowy (protokół komunikacyjny)**. Jest to zbiór ścisłych reguł postępowania stosowanych przez urządzenia w celu nawiązania łączności i wymiany danych. W sieciach komputerowych wykorzystuje się wiele **protokołów** – część z nich omówimy w dalszej części tematu.

Protokół sieciowy (komunikacyjny)

Protokoły sieciowe, s. 57 ↗

Urządzenia w sieci

Urządzenie, które chcemy podłączyć do sieci, musi być wyposażone w **kartę sieciową**, umożliwiającą dostęp do sieci przewodowej lub bezprzewodowej.

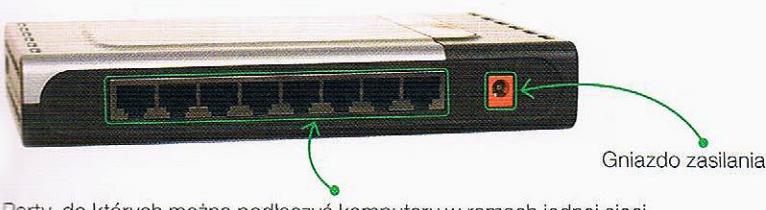
Karta sieciowa

W przypadku sieci przewodowej kartę sieciową łączymy za pomocą przewodu z **przełącznikiem sieciowym** (ang. *switch*), który umożliwia transmisję między wieloma urządzeniami w sieci, w tym urządzeniami końcowymi (np. laptopem, smartfonem, tabletem). Przełącznik po podłączeniu zachowuje informacje o nadawcach i odbiorcach informacji. Dzięki temu może optymalnie kierować przepływem informacji w sieci. Przykładowy model przełącznika sieciowego wykorzystywane go w małych sieciach przedstawiono na rysunku 3.2.

Przełącznik sieciowy

Warto wiedzieć

Przełączniki sieciowe niemal całkowicie wyparły z użycia koncentratory sieciowe (ang. *hubs*), które działały podobnie, ale nie zapewniały tak wysokiej przepustowości.

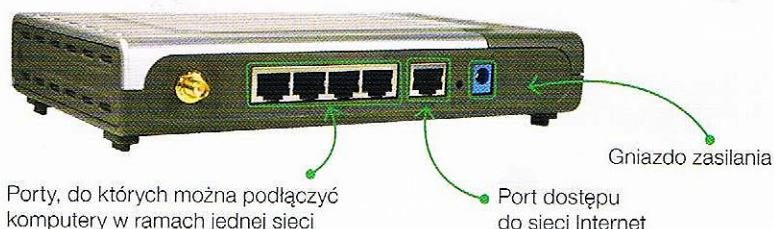


Rys. 3.2. Przełącznik sieciowy

W przypadku sieci bezprzewodowej (wi-fi) urządzenia łączą się z tzw. **punktem dostępowym** (ang. *access point*). Punkt dostępowy zapewnia transmisję radiową z urządzeniami końcowymi i najczęściej jest połączony przewodowo z przełącznikiem sieciowym.

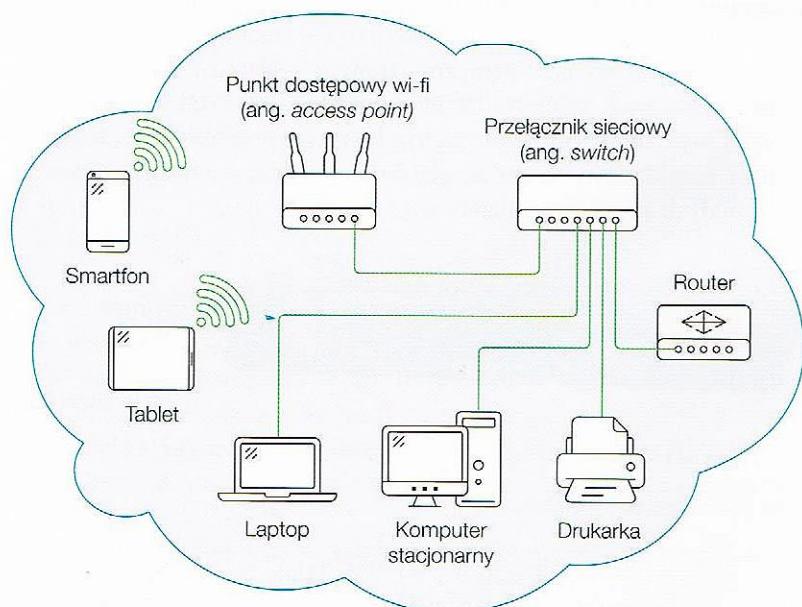
Do zapewnienia połączenia jednej sieci komputerowej z innymi siećami wykorzystuje się **router**. Router jest z jednej strony podłączony do przełącznika obsługującego sieć, a z drugiej strony jest połączony z routerem podłączonym do innej sieci, który z kolei jest połączony z kolejnym routerem i tak dalej. Z tego powodu router często nazywa się **bramą** (ang. *gateway*), a globalną sieć połączeń między routerami Internet nazywamy **Internetem**.

Na rysunku 3.3 przedstawiono przykładowy model routera. Zwróć uwagę, że w przeciwieństwie do przełącznika sieciowego jest on wyposażony w port dostępu do sieci Internet (często oznaczany napisem WAN).



Rys. 3.3. Router

Rysunek 3.4 przedstawia schemat połączenia urządzeń tworzących domową sieć komputerową z dostępem do sieci Internet. Smartfon, tablet, komputer stacjonarny, laptop i drukarka – podłączone do punktu dostępowego lub przełącznika sieciowego – są **urządzeniami końcowymi**.



Rys. 3.4. Schemat połączenia urządzeń w domowej sieci komputerowej z dostępem do sieci Internet

W małych, domowych sieciach często funkcjonalności routera, przełącznika sieciowego oraz punktu dostępowego łączy się w jednym urządzeniu.

W dużych sieciach, do których podłączonych jest wiele urządzeń (np. w biurach dużych korporacji), często aby obsłużyć je wszystkie, łączy się wiele przełączników i punktów dostępowych. Zazwyczaj również routery mają więcej niż jedno połączenie z siecią Internet, na wypadek awarii jednego z nich.

3.2. Rodzaje sieci komputerowych

Sieci komputerowe możemy podzielić ze względu na ich różne cechy, m.in. rodzaj medium transmisyjnego, zasięg lub topologię (sposób połączenia urządzeń).

Medium transmisyjne

Sieci komputerowe mogą wykorzystywać różnego rodzaju media transmisyjne, czyli mogą się różnić sposobem połączenia urządzeń w sieci. Wyróżniamy sieci:

- ▶ **bezprzewodowe** (ang. *wireless network*), w których komunikacja odbywa się z wykorzystaniem fal radiowych,
- ▶ **przewodowe** (ang. *cable network*), w których komunikacja odbywa się za pomocą kabli (przewodów) lub światłowodów przesyłających dane.

Zasięg działania

Sieci komputerowe mogą być tworzone zarówno w obrębie domu lub mieszkania, jak i na znacznie większych obszarach.

Najczęściej spotykamy się z następującymi typami sieci:

- ▶ **WAN** (ang. *Wide Area Network*) – **sieć rozległa**, łącząca uczelnie, ośrodkи obliczeniowe itp.; może obejmować swoim zasięgiem wojsko, państwo, kraj, kontynent, a nawet planetę;
- ▶ **MAN** (ang. *Metropolitan Area Network*) – **sieć miejska**, łączy wiele sieci lokalnych uczelni, urzędów oraz firm komercyjnych znajdujących się w obrębie miast lub całych aglomeracji;
- ▶ **LAN** (ang. *Local Area Network*) – **sieć lokalna**, stosowana do łączenia komputerów na małym obszarze, teoretycznie może obejmować obszar o średnicy kilkuset metrów; jeśli komunikacja w tej sieci odbywa się bezprzewodowo, mówimy wówczas o sieci **WLAN** (ang. *Wireless Local Area Network*);
- ▶ **PAN** (ang. *Private Area Network*) – **sieć prywatna**, instalowana w domu, ewentualnie w obrębie jednego lub kilku stanowisk pracy znajdujących się w niewielkiej odległości od siebie.

Warto wiedzieć

Router nie zawsze jest wyspecjalizowanym urządzeniem. Jego funkcje może pełnić komputer wyposażony w kilka kart sieciowych oraz oprogramowanie routera.

Topologia sieci

Sieci komputerowe mogą mieć różne układy połączeń między urządze-

Topologia sieci niami. **Topologia sieci** określa sposób łączenia poszczególnych urządzeń sieciowych. Ma on wpływ na koszty instalacji sieci, podatność na uszkodzenia, łatwość naprawy i możliwości rozbudowy.

Tabela 3.1 opisuje najczęściej wykorzystywane topologie. Przedstawione na rysunkach komputery można zastąpić dowolnymi urządzeniami komputerowymi z dostępem do sieci komputerowej.

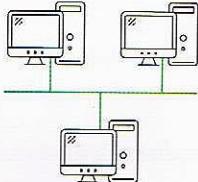
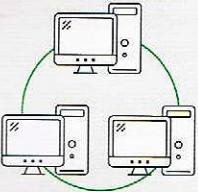
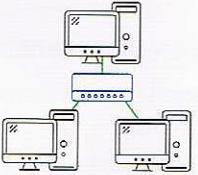
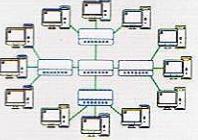
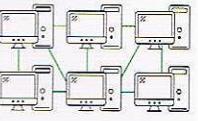
	Topologia	Układ urządzeń
Topologia magistrali	Topologia magistrali – wszystkie urządzenia są podłączone do jednego współdzielonego (współnego dla wszystkich urządzeń) medium fizycznego, np. kabla lub fal radiowych.	
Topologia pierścienia	Topologia pierścienia – każde urządzenie ma połączenie z dwoma sąsiednimi urządzeniami, tworząc w ten sposób pierścień.	
Topologia gwiazdy	Topologia gwiazdy – wszystkie urządzenia są podłączone do jednego punktu centralnego, którym może być przełącznik sieciowy.	
Topologia gwiazdy rozszerzonej	Topologia gwiazdy rozszerzonej – podobnie jak topologia gwiazdy ma punkt centralny, ale jest wzbogacona o dodatkowe punkty poboczne (przełączniki sieciowe), do których są podłączane urządzenia końcowe.	
Topologia siatki	Topologia siatki – każde urządzenie jest połączone z więcej niż jednym urządzeniem. Takie rozwiązanie zwiększa bezawaryjność – nawet jeżeli któreś połączenie ulegnie uszkodzeniu, nadal będzie możliwa komunikacja z każdym urządzeniem w sieci.	

Tabela 3.1. Topologie sieci komputerowych

Każda z wymienionych topologii ma swoje zalety i wady, związane z kosztami jej budowy, utrzymania oraz działaniem. Obecnie w praktyce w sieciach LAN oraz WLAN przeważnie wykorzystuje się topografię gwiazdy. W większych sieciach lokalnych, np. w sieciach szkolnych, najczęściej stosuje się topografię gwiazdy rozszerzonej.

Ćwiczenie 2

Na forum klasy zastanówcie się i oceńcie, które z topologii są:

- najbardziej odporne na awarie,
- najprostsze i najtańsze w instalacji.

Zapamiętaj

Sieć komputerową mogą tworzyć zarówno dwa, jak i setki połączonych ze sobą urządzeń komputerowych wyposażonych w karty sieciowe. Do łączenia urządzeń w sieci wykorzystuje się najczęściej przełączniki sieciowe oraz punkty dostępowe sieci bezprzewodowej. Dostęp do sieci Internet zapewniają routery.

3.3. Sieć lokalna LAN

Wiemy już, że każde urządzenie podłączone do sieci musi dysponować kartą sieciową. Każda taka karta ma przypisany przez producenta niepowtarzalny **adres MAC** (ang. *media access control*), czasem nazywany **adresem fizycznym** lub **adresem sprzętowym**. Dzięki niemu urządzenie jest jednoznacznie rozpoznawalne w sieci. Adres MAC ma postać 48-bitowej liczby zapisanej w systemie szesnastkowym.

Adres MAC (adres fizyczny, adres sprzętowy)

00 : 0A : E6 : 3E : FD : E1 ← Adres MAC to sześć liczb dwucyfrowych zapisanych w systemie szesnastkowym.
 Identyfikator producenta karty sieciowej Identyfikator danego egzemplarza karty sieciowej
 Liczby te są zazwyczaj rozdzielone dwukropkami lub myślnikami.

A to ciekawe

Czy Internet można zobaczyć?

30-piętrowy budynek o nazwie One Wilshire, mieszczący się przy 624 South Grand Avenue, jest na pozór tylko jednym z wielu wieżowców w Los Angeles. Jednak na czwartym piętrze tego budynku znajduje się jedno z największych na świecie pomieszczeń typu *meet-me room* (MMR). To miejsce, w którym zbiegają się kable ponad 260 dostawców internetowych. Dostawcy łączą ze sobą mniejsze sieci swoich klientów. Z Los Angeles wychodzą kable światłowodowe, które następnie biegą po dnie Oceanu Spokojnego i zapewniają połączenia sieciowe z Australią, Chile i Japonią. Polska ma tego typu bezpośrednie połączenia z Danią i Szwecją.



Dobra rada

Aby uruchomić Wiersz poleceń, wybierz Menu Start → System → Wiersz poleceń albo w polu wyszukiwania wpisz polecenie cmd.

Dobra rada

Aby wyświetlić konfigurację wszystkich interfejsów sieciowych w systemach Linux lub macOS, możesz skorzystać z polecenia ifconfig -a.

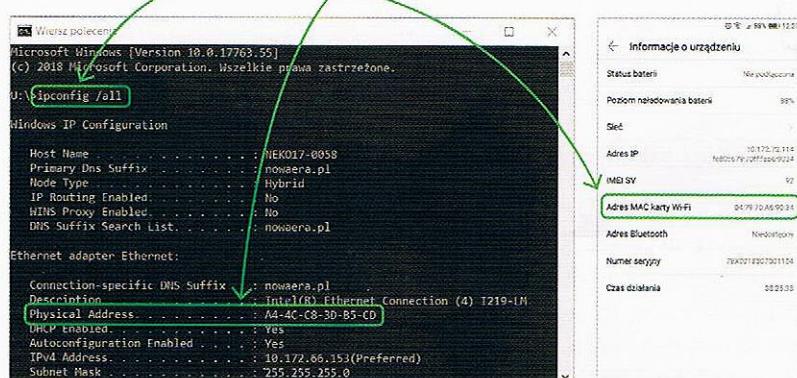
Jak sprawdzić adres MAC?

Aby sprawdzić adres MAC karty sieciowej na komputerze z systemem Windows, wystarczy skorzystać z Wiersza poleceń i wprowadzić polecenie ipconfig /all (rys. 3.5).

Każde urządzenie mobilne również jest wyposażone w kartę sieciową. Ich adres można sprawdzić w ustawieniach. W systemie Android wystarczy wybrać Ustawienia → System → Informacje o urządzeniu (rys. 3.5).

Wprowadzenie instrukcji
ipconfig /all

Adres MAC (adres fizyczny)
karty sieciowej



Rys. 3.5. Sprawdzanie adresu MAC karty sieciowej w systemach Windows i Android

Ćwiczenie 3

Sprawdź adres MAC karty sieciowej używanej na wybranym przez ciebie:

- komputerze,
- urządzeniu mobilnym.

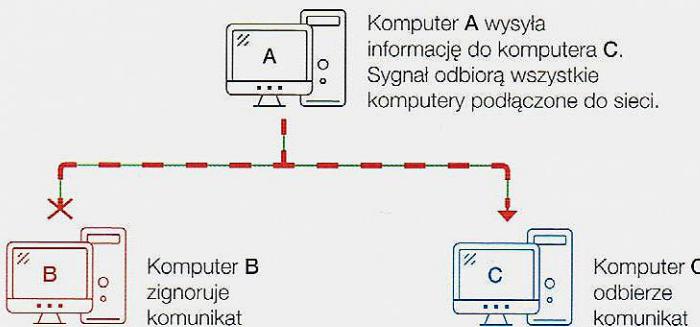
Komunikacja w sieci lokalnej

Gdy dwa urządzenia podłączone do sieci komunikują się ze sobą, w każdej przesyłanej porcji informacji zamieszczają adresy MAC nadawcy i odbiorcy. Dzięki temu urządzenie odbiorcze wie, że dana wiadomość jest dla niego przeznaczona. Wie również, do kogo przesłać odpowiedź lub potwierdzenie poprawnego odebrania komunikatu.

Rozpatrzmy uproszczony przypadek, w którym trzy komputery (oznaczone literami A, B i C) zostały podłączone do sieci w topologii magistrali. Komputer A chce przekazać informację do komputera C (rys. 3.6). Gdy komputer A wyśle swój komunikat, odpowiedni sygnał pojawi się w przewodzie i dotrze zarówno do komputera B, jak i do komputera C. Dzięki zaadresowaniu komunikatu, odbierze i wykorzysta go tylko komputer C, dla którego został przeznaczony. Komputer B zignoruje komunikat.

Warto wiedzieć

Jeśli w sieci opisanej w przykładzie nie ma żadnych zabezpieczeń (np. szyfrowania wiadomości), każdy komunikat może zostać odebrany i przetworzony przez dowolny komputer do niej podłączony. Wystarczy, że zignorowany zostanie adres MAC.



Rys. 3.6. Schemat przekazywania informacji w sieci w topologii magistrali

W topologii magistrali w danym momencie komunikat może nadawać tylko jedno urządzenie. Jeśli w tym samym czasie nadawanie zacznie więcej urządzeń, ich sygnały zostaną zakłócone. Dodatkowo wysłanie przez jedno urządzenie bardzo długiego komunikatu (np. filmu w wysokiej jakości) zajmie medium na stosunkowo długi czas, a tym samym zablokuje dostęp do niego innym urządzeniom. Gdyby w czasie przesyłania doszło do zakłócenia, transmisję trzeba byłoby ponowić.

Między innymi z tych powodów długość pojedynczej informacji jest ograniczona, a dłuższe komunikaty są dzielone na mniejsze porcje – tzw. **ramki**. Rysunek 3.7 przedstawia budowę przykładowej ramki wykorzystywanej do przesyłania danych m.in. w sieciach LAN (typu Ethernet).

Warto wiedzieć

Ethernet to rodzina standardów i rozwiązań technicznych stosowanych głównie w sieciach lokalnych. Standardy te opisują m.in. specyfikację przewodów używanych do budowy sieci, przesyłane sygnały oraz wykorzystywane protokoły komunikacyjne.

Informacje pozwalające na wykrycie komunikatu	6-bajtowe (48-bitowe) adresy odbiorcy i nadawcy wiadomości	Typ i treść przesyłanej informacji	Sprawdzenie poprawności danych
Preambuła 7 bajtów	Znacznik początku ramki 1 bajt	Adres MAC odbiorcy 6 bajtów	Adres MAC nadawcy 6 bajtów

Rys. 3.7. Budowa ramki

Ramka, oprócz właściwego komunikatu (informacji przesyłanej z jednego urządzenia do drugiego), zawiera dodatkowe informacje kontrolne (m.in. o nadawcy i odbiorcy, a także sprawdzenie poprawności). Dzięki nim możliwe jest zapewnienie bezbłędnej komunikacji oraz złożenie w całość informacji przesłanych w wielu pojedynczych ramkach.

Zapamiętaj

W sieci lokalnej urządzenia posługują się niepowtarzalnymi adresami MAC. Informacje przesyłane w sieci są dzielone na mniejsze części – ramki.

3.5. Usługi internetowe

Warto wiedzieć

Usługa DNS opiera się tylko na 13 głównych serwerach, zwanych po angielsku *root name servers*, odpowiedzialnych za obsługę poszczególnych domen najwyższego poziomu.

Protokół komunikacyjny,
s. 41

Każde urządzenie podłączone do Internetu pełni równorzędną rolę – może zarówno korzystać z dowolnych usług, jak i takie usługi świadczyć. Co więcej, jednocześnie może być na nim uruchomionych wiele usług. Na przykład możemy oglądać ten sam serwis internetowy w kilku oknach przeglądarki, a w każdym oknie być na innej stronie tego serwisu. Skąd więc wiadomo, z którego okna przeglądarki wysłano żądanie załadowania kolejnej strony i do którego okna przesyłać informacje?

Każda usługa świadczona w Internecie korzysta z określonego **protokołu komunikacyjnego**. Na przykład gdy przeglądamy strony WWW, uruchamiamy protokół HTTP lub HTTPS. Wydawałoby się, że na tej podstawie system wie, do której aplikacji skierować informacje przychodzące z Internetu. Pojawia się jednak problem zarządzania komunikacją dla niezależnych aplikacji korzystających w tym samym czasie z tego samego protokołu. Między innymi z tego powodu opracowano mechanizm **portów**, którego działanie schematycznie przedstawia rysunek 3.16.

Dzięki portom możliwe jest przypisanie komunikacji konkretnym aplikacjom realizującym usługę. Zwróć uwagę, że właśnie dzięki portom na tym samym urządzeniu możemy wyświetlić dwie różne strony internetowe korzystające z tego samego protokołu sieciowego.



Rys. 3.16. Mechanizm działania portów

Protokoły związane z usługami mają zdefiniowane standardowe porty, na których oczekują żądań. W tabeli 3.3 znajduje się zestawienie kilku popularnych usług oraz odpowiadających im portów. Zauważ, że do jednego protokołu może być przypisanych kilka portów służących do wykonywania różnych zadań w ramach danej usługi.

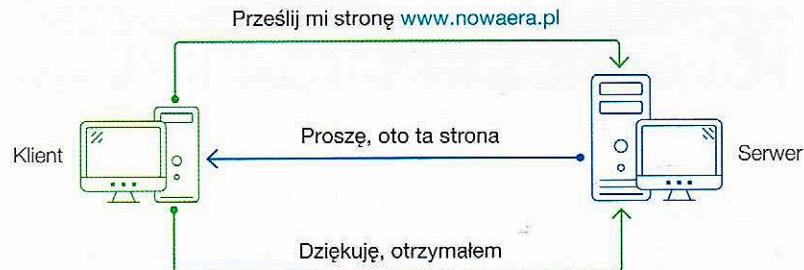
Protokół	Port	Opis realizowanej usługi	Przykład programu lub narzędzia
DHCP	67 i 68	Protokół automatycznej konfiguracji hostów w sieci	
DNS	53	Protokół zamiany nazw domenowych na adresy IP	▶ nslookup (program zwracający nazwę domyślnego serwera DNS dla danego urządzenia)
FTP	21 (przesyłanie poleceń) 20 (transfer plików)	Protokół przesyłania plików	▶ Eksplorator Windows ▶ Cyberduck ▶ FileZilla ▶ Total Commander
FTPS	990	Szyfrowany protokół FTP	
HTTP	80	Przesyłanie dokumentów hipertekstowych (stron WWW)	▶ Firefox ▶ Opera ▶ Chrome ▶ Edge ▶ Safari
HTTPS	443	Szyfrowany protokół HTTP wykorzystujący protokoły szyfrujące	
IMAP	143 (szyfrowany 993)	Protokół odbierania poczty elektronicznej umożliwiający zarządzanie folderami znajdującymi się w skrzynce pocztowej na serwerze	▶ Apple Mail
POP3	110 (szyfrowany 995)	Protokół odbierania poczty elektronicznej	▶ Mozilla Thunderbird ▶ Microsoft Outlook
SMTP	25 (szyfrowany 465 lub 587)	Protokół wysyłania poczty elektronicznej	

Tabela 3.3. Protokoły usług internetowych

Modele świadczenia usług

Na każdym komputerze podłączonym do Internetu mogą być realizowane bardzo różne usługi. Może się to odbywać w dwóch modelach: klient–serwer oraz modelu równorzędnym, tzw. peer-to-peer (P2P).

W **modelu klient–serwer** jeden z komputerów jest klientem usługi (Model klient–serwer świadczonej przez drugi komputer, nazywany serwerem. Ten model używany jest podczas korzystania ze stron WWW (rys. 3.17).



Rys. 3.17. Wykorzystanie modelu klient–serwer do wczytywania stron WWW