

4. Sieci komputerowe – budowa i usługi

Niemal każde urządzenie, z którego korzystamy na co dzień, jest podłączone do sieci Internet. Coraz większą popularność zyskują także rozwiązania typu inteligentny dom, dzięki którym za pomocą telefonu można sterować w domu światłem, ekspresem do kawy lub podglądać z użyciem kamery, co się dzieje w mieszkaniu. Wszystkie te urządzenia są połączone na różne sposoby – przez sieć wi-fi, kabel, światłowód lub sieć komórkową. W jaki sposób komunikują się ze sobą?

Cele lekcji

- Dowiesz się, czym jest i jak działa sieć komputerowa.
- Nauczysz się rozróżniać topologie sieci.
- Zrozumiesz, jak jest zbudowana i jak działa sieć Internet.
- Poznasz sposoby adresowania urządzeń w sieciach komputerowych.
- Nauczysz się sprawdzać poprawność konfiguracji internetowej urządzenia.

4.1. 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:

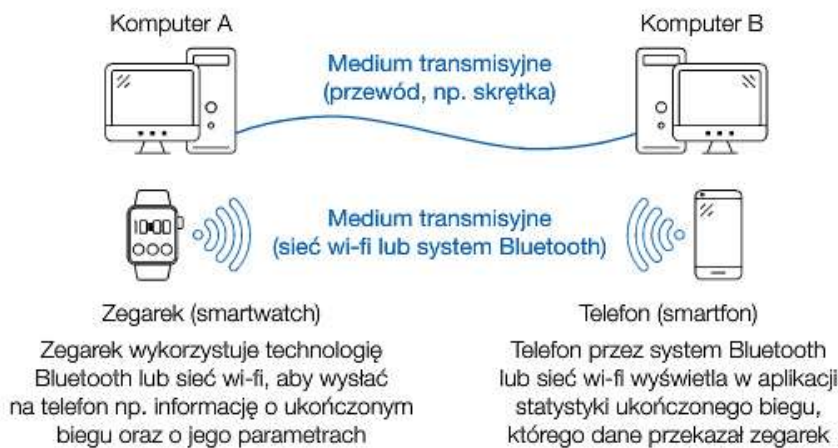
- urządzenia,
- usługi,
- sposób dostępu.

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

Medium transmisyjne • nego **medium transmisyjnego** (ang. *transmission medium*), które pozwala na przesyłanie informacji między urządzeniami. Rolę medium mogą pełnić **przewody** (np. skrętka lub światłowód) albo fale radiowe, jak w bezprzewodowych sieciach wi-fi lub w systemie łączności bezprzewodowej Bluetooth.

Przewody i łącza komputerowe, s. 434–435 

Z powyższej definicji wynika, że sieć komputerową mogą stanowić już dwa urządzenia komputerowe połączone ze sobą za pomocą medium (rys. 4.1).



Rys. 4.1. 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. 68–69 [↗](#)

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 wykorzystywanego w małych sieciach przedstawiono na rysunku 4.2.

• **Przełącznik sieciowy**

Warto wiedzieć

Przełączniki sieciowe niemal całkowicie wyparty z użycia koncentratory sieciowe (ang. *hubs*), które działają podobnie, ale nie zapewniają tak wysokiej przepustowości.



Porty, do których można podłączyć komputery w ramach jednej sieci

Rys. 4.2. 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.

• **Punkt dostępowy**

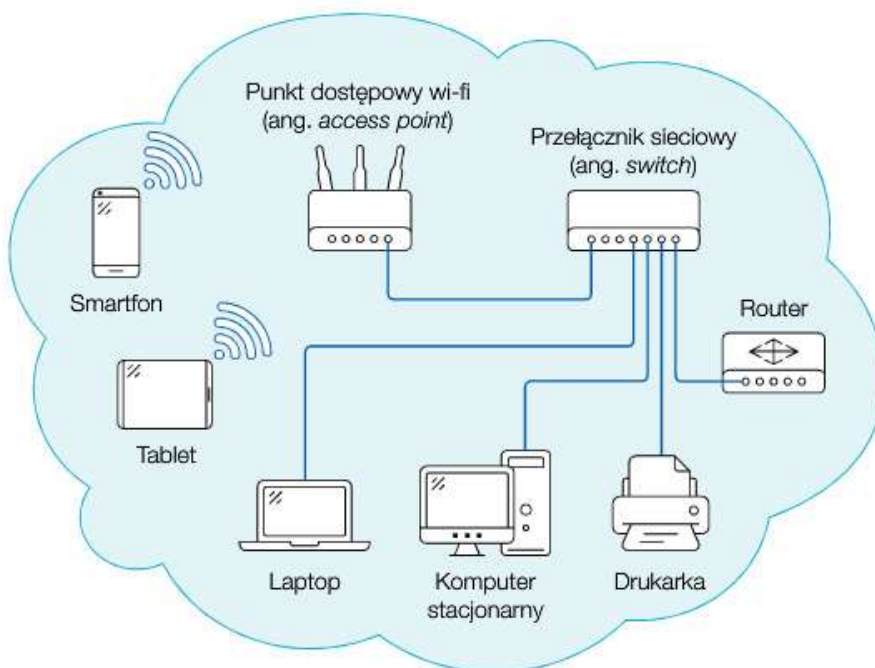
Do zapewnienia połączenia jednej sieci komputerowej z innymi sieciami wykorzystuje się **router**. Router jest z jednej strony podłączony do przełącznika obsługującego sieć, a z drugiej strony jest połączony z routerem podłączonym do innej sieci, który z kolei jest połączony z kolejnym routerem i tak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

Na rysunku 4.3 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. 4.3. Router

Rysunek 4.4 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. 4.4. 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. Wielu dostawców internetowych tego typu urządzenia nazywa modemami lub nadaje im inną, handlową nazwę. Jest to pewne uproszczenie, które ma ułatwić opis oferty.

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.

Warto wiedzieć

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

4.2. 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:

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

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, ośrodki obliczeniowe itp.; może obejmować swoim zasięgiem województwo, kraj, kontynent, a nawet planetę; ● Sieć rozległa (WAN)
- ▶ **MAN** (ang. *Metropolitan Area Network*) – **sieć miejska**, łączy wiele sieci lokalnych uczelni, urzędów oraz firm komercyjnych znajdujących się w obrębie miast lub całych aglomeracji; ● Sieć miejska (MAN)
- ▶ **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*); ● Sieć lokalna (LAN)
● Bezwodowodowa sieć lokalna (WLAN)
- ▶ **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. ● Sieć prywatna (PAN)

Topologia sieci

Sieci komputerowe mogą mieć różne układy połączeń między urządzeniami. **Topologia sieci** określa sposób łączenia poszczególnych urządzeń sieciowych. Ma on wpływ na koszty instalacji sieci, podatność na uszkodzenia, łatwość naprawy i możliwości rozbudowy.

Tabela 4.1 opisuje najczęściej wykorzystywane topologie. Przedstawione na rysunkach komputery można zastąpić dowolnymi urządzeniami komputerowymi z dostępem do sieci komputerowej.

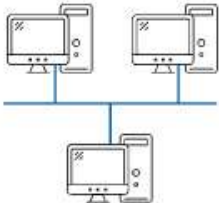
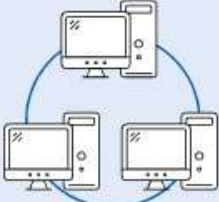
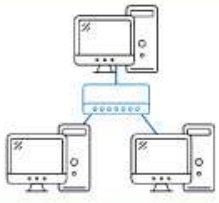
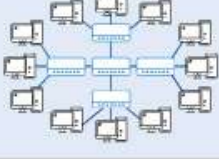

	Topologia	Układ urządzeń
Topologia magistrali	Topologia magistrali – wszystkie urządzenia są podłączone do jednego współdzielonego (wspólnego dla wszystkich urządzeń) medium fizycznego, np. kabla lub fal radiowych.	
Topologia pierścienia	Topologia pierścienia – każde urządzenie ma połączenie z dwoma 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 4.1. 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 topologię gwiazdy. W większych sieciach lokalnych, np. w sieciach szkolnych, najczęściej stosuje się topologię 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.

4.3. 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)



Dobra rada

Pamiętaj, że pojęcia adres MAC oraz adres fizyczny często są używane zamiennie.

00 : 0A : E6 : 3E : FD : E1

00	0A	E6	3E	FD	E1
Identyfikator producenta karty sieciowej			Identyfikator danego egzemplarza karty sieciowej		

← Adres MAC to sześć liczb dwucyfrowych zapisanych w systemie szesnastkowym. 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 najważniejszych 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 biegną 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`.

Dobra rada

Ścieżki dostępu do informacji o urządzeniu mobilnym mogą zależeć od wersji systemu operacyjnego. Niektóre systemy pozwalają w ustawieniach wyszukiwać frazy. Możesz z tego skorzystać i wpisać w oknie wyszukiwania np. frazę „MAC”.

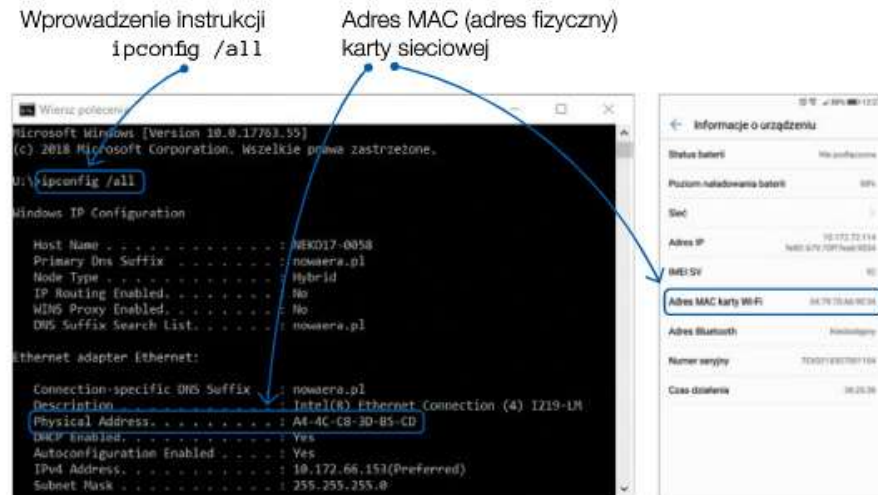
Warto wiedzieć

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.

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. 4.5).

Każde urządzenie mobilne również jest wyposażone w kartę sieciową. Jej adres można sprawdzić w ustawieniach. W systemie Android wystarczy wybrać **Ustawienia** → **System** → **Informacje o urządzeniu** (rys. 4.5).



Rys. 4.5. Sprawdzanie adresu MAC karty sieciowej w systemach Windows i Android

Ćwiczenie 3

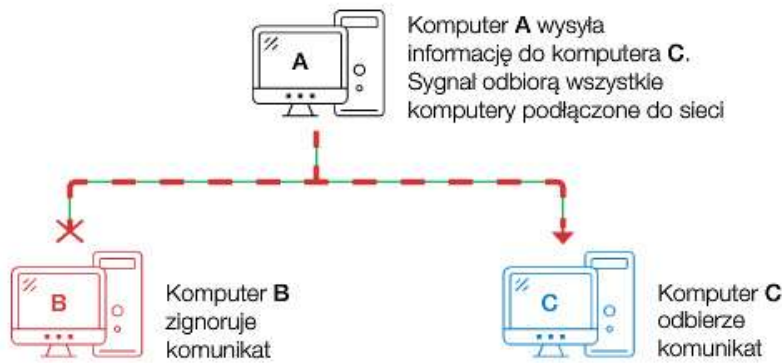
Sprawdź adres MAC karty sieciowej używanej na wybranym przez siebie:

- a. komputerze,
- b. 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.

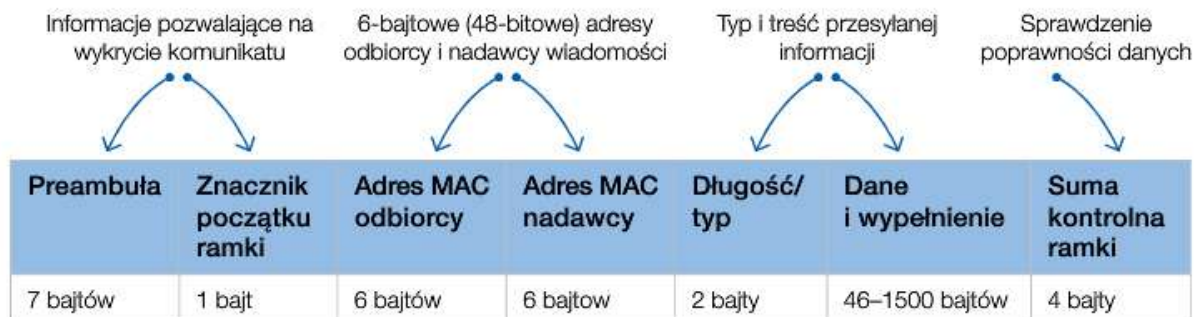
Rozpatrzmy uproszczony przypadek, w którym trzy komputery (oznaczone literami A, B i C) zostały podłączone do sieci w topologii magistrali. Komputer A chce przekazać informację do komputera C (rys. 4.6). Gdy komputer A wyśle swój komunikat, odpowiedni sygnał pojawi się w przewodzie i dotrze zarówno do 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.



Rys. 4.6. 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 powtórzyć.

Między innymi z tych powodów długość pojedynczej informacji jest ograniczona, a dłuższe komunikaty są dzielone na mniejsze porcje – tzw. **ramki**. Rysunek 4.7 przedstawia budowę przykładowej ramki wykorzystywanej do przesyłania danych m.in. w sieciach LAN (typu Ethernet).



Rys. 4.7. Budowa przykładowej ramki Ethernet

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 ramach.

Zapamiętaj

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

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.

Ramka Ethernet

Warto wiedzieć

Komputer przed wysłaniem ramki oblicza jej sumę kontrolną, czyli liczbę wyznaczoną na podstawie przesyłanych danych. Komputer odbiorczy również ją oblicza. Jeśli wyniki są różne, oznacza to, że do urządzenia odbiorczego nie dotarła pełna informacja.

4.4. Internet, czyli sieć sieci

- Sieć Internet umożliwia komunikację między miliardami urządzeń podłączonych do różnych sieci za pomocą różnych mediów. Dostawcy Internetu, nazywani również ISP (ang. *Internet service provider*), tworzą **sieci szkieletowe**, czyli części rozległej sieci komputerowej, przez które przechodzi największy ruch i do których mogą być przyłączane mniejsze sieci, zwane czasem **podsieciami**. Głównym celem sieci szkieletowej jest zapewnienie szybkiej komunikacji.

Internet, mimo swojego ogromu, jest jednak spójną siecią, a nie bezładną mieszanką komputerów. Składa się on z wielu połączonych ze sobą sieci. Aby zapewnić sprawną komunikację w tak zróżnicowanym środowisku, potrzebnych jest również wiele protokołów i dodatkowych rozwiązań technicznych.

Budowa i działanie sieci Internet

Każda informacja przesyłana przez Internet, podobnie jak w sieci lokalnej, jest oznaczana adresem nadawcy oraz adresem odbiorcy.

Jeżeli adresy należą do tej samej sieci, urządzenia mogą się komunikować bezpośrednio.

Router,
s. 54 [↗](#)

Jeżeli adres odbiorcy znajduje się w innej sieci niż adres nadawcy, w komunikacji pośredniczą **rutery**. Nadawca wysyła komunikat do routera obsługującego jego sieć. Ten na podstawie adresu odbiorcy przesyła wiadomość do routera obsługującego sieć, do której jest podłączone urządzenie odbiorcze. Zanim komunikat dojdzie do routera właściwej sieci, może przejść przez wiele innych routerów.

Internet składa się z wielu rozmieszczonych na całym świecie routerów, które tworzą najczęściej wiele możliwych dróg połączeń pomiędzy nadawcą a odbiorcą. Za ich ustalanie oraz wybór najkorzystniejszej w danej chwili drogi odpowiadają wyspecjalizowane algorytmy i protokoły routingu, z których korzystają routery zapewniające komunikację między sieciami.

Adresowanie urządzeń w sieci Internet

Jednoznaczne adresowanie urządzeń w sieci Internet jest jednym z kluczowych elementów sprawnej komunikacji. W tym przypadku niemożliwe jest wykorzystanie **adresów MAC** urządzeń, bowiem nie zawierają one informacji na temat sieci, do której te urządzenia zostały podłączone.

Adres MAC,
s. 57 [↗](#)

- Adres IP (adres logiczny)** • Na potrzeby komunikacji w Internecie opracowano specjalny sposób adresowania urządzeń. Ten sposób wykorzystuje **adres IP (adres logiczny)** urządzenia, który umożliwia identyfikację (odnalezienie) sieci, a następnie odnalezienie w niej danego urządzenia. Adres IP jest przypisany do karty sieciowej i zapisany w systemie operacyjnym urządzenia.

Warto wiedzieć

Istnienie wielu możliwych ścieżek transmisji między dwoma urządzeniami podłączonymi do Internetu zapewnia większą bezawaryjność. Zawsze można wytyczyć inną, być może nieoptymalną, ale umożliwiającą komunikację.

Adres IP zapisuje się w postaci czterech liczb od 0 do 255 oddzielonych kropkami, np. 178.33.170.138. Adresy IP są obsługiwane przez związany z nimi **protokół IP** (ang. *Internet Protocol*). Urządzenie podłączone do sieci Internet z przypisanym adresem IP będziemy dalej nazywać **hostem**.

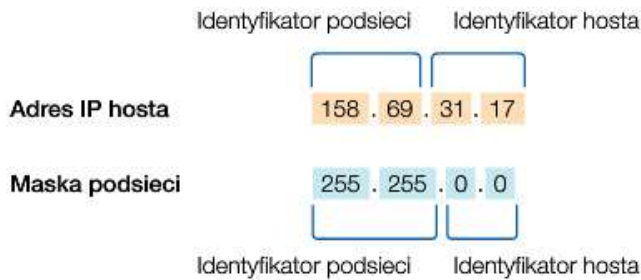
• Protokół IP

• Host

Maska podsieci

Adres IP urządzenia kryje w sobie dwie informacje: adres sieci (podsieci) oraz adres tego urządzenia w tej sieci. O tym, jaka część adresu jest przeznaczona na adres sieci, a jaka na adres hosta, decyduje **maska podsieci**. Maskę, podobnie jak adres IP, składa się z czterech oddzielonych kropkami liczb od 0 do 255. Przykładowym adresem maski jest adres 255.255.0.0. Część adresu maski składająca się z liczb różnych od zera odpowiada za wyodrębnienie identyfikatora sieci. Część składająca się z zer odpowiada za wyodrębnienie identyfikatora hosta.

• Maska podsieci



Rys. 4.8. Przykładowy adres IP hosta i przykładowa maska podsieci

Ćwiczenie 4

Sprawdź adres IP i maskę podsieci przypisane do karty sieciowej używanej na twoim urządzeniu. W przypadku systemu Windows możesz skorzystać z wiersza poleceń oraz instrukcji `ipconfig /all`. Na urządzeniach mobilnych informacje te znajdziesz w ustawieniach.

Zapamiętaj

Internet łączy urządzenia pracujące w różnych sieciach. Urządzenia mają przypisane adresy IP oraz odpowiadające im maski podsieci. Na ich podstawie odbywa się kierowanie ruchem w Internecie.

Komunikacja w sieci Internet

Urządzenie chcące wysłać komunikat w sieci Internet korzysta z adresów IP (własnego i urządzenia odbiorczego) oraz maski podsieci, by sprawdzić, czy znajdują się w tej samej podsieci. Jeśli tak, urządzenia mogą się komunikować bezpośrednio. Wystarczy, że adres IP zostanie przetłumaczony na adres MAC.

Warto wiedzieć

Adres IP może także identyfikować całą grupę urządzeń podłączonych do danej sieci.

Warto wiedzieć

Kiedy urządzenia mobilne przemieszczają się wraz z właścicielami, zmieniają również sieć, do której są podłączone.

Dobra rada

Pamiętaj, że każdą maskę podsieci można zapisać w skróconej wersji: `/xx`, gdzie `xx` oznacza liczbę bitów maski o wartości 1. Na przykład maskę 255.255.0.0 można zapisać jako `/16`. Często podaje się również adres IP z maską, np. 158.69.0.5/16, aby łatwo było określić adres sieci.

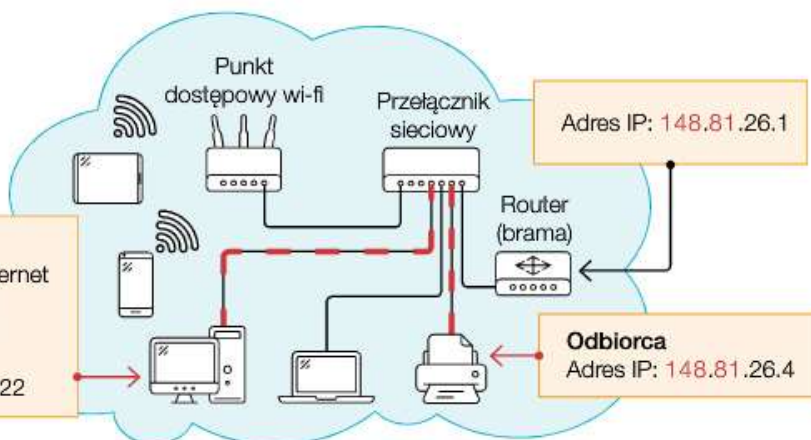
Warto wiedzieć

Do tłumaczenia adresów IP na adresy MAC służy protokół sieciowy ARP (ang. *Address Resolution Protocol*). Istnieje także protokół RARP (ang. *Reverse Address Resolution Protocol*) – pozwalający zamienić adres MAC na odpowiadający mu adres IP.

Taka sytuacja ma np. miejsce, gdy komputer chce wysłać dokument do drukarki sieciowej podłączonej do tej samej sieci (rys. 4.9).

Sieć lokalna
Adres IP: 148.81.0.0

Nadawca
Konfiguracja dostępu do sieci Internet
Adres IP: 148.81.26.3
Maska sieci: 255.255.0.0
Brama (router): 148.81.26.1
Serwer DNS: 208.67.222.222



Adres IP nadawcy: 148.81.26.3
Maska sieci nadawcy: 255.255.0.0
Adres IP odbiorcy: 148.81.26.4

— połączenie sieciowe między urządzeniami
- - - droga sygnału między urządzeniami
Jeśli identyfikatory sieci nadawcy i odbiorcy są takie same, w komunikacji nie pośredniczy router

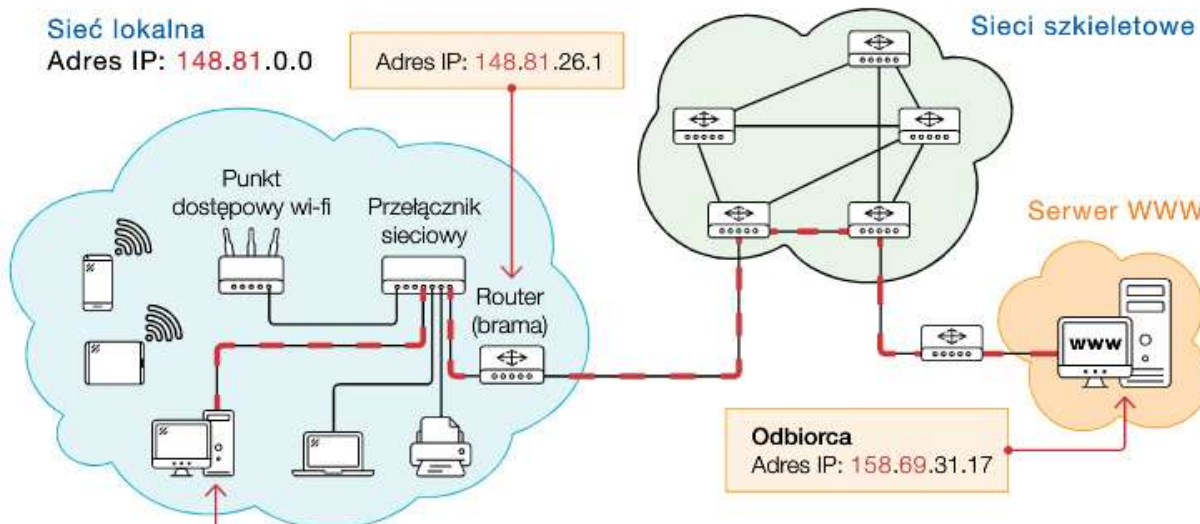
Rys. 4.9. Komunikacja między urządzeniami w tej samej sieci

Jeśli urządzenie odbiorcze znajduje się w innej sieci (podsieci) niż urządzenie nadawcze, w komunikacji musi pośredniczyć co najmniej jeden router, nazywany bramą (rys. 4.10).

Sieć lokalna
Adres IP: 148.81.0.0

Adres IP: 148.81.26.1

Sieci szkieletowe



Nadawca
Konfiguracja dostępu do sieci Internet
Adres IP: 148.81.26.3
Maska sieci: 255.255.0.0
Brama (router): 148.81.26.1
Serwer DNS: 208.67.222.222

Odbiorca
Adres IP: 158.69.31.17

— połączenie sieciowe między urządzeniami
- - - droga sygnału między urządzeniami

Adres IP nadawcy: 148.81.26.3
Maska sieci nadawcy: 255.255.0.0
Adres IP odbiorcy: 158.69.31.0

Jeśli identyfikatory sieci nadawcy i odbiorcy nie są takie same, w komunikacji pośredniczy router

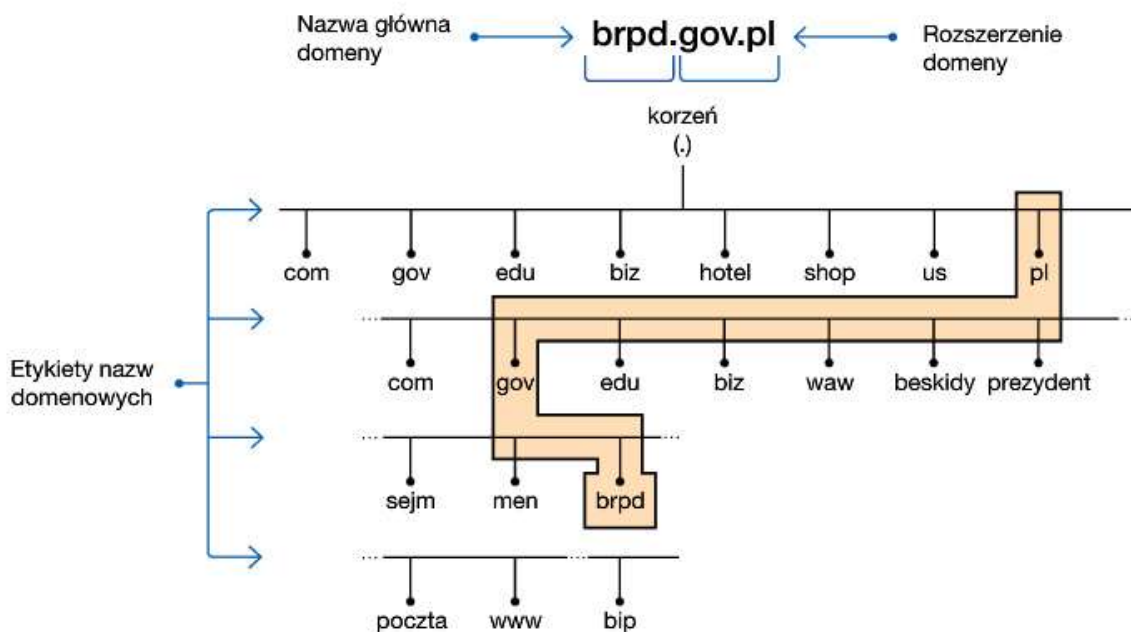
Rys. 4.10. Komunikacja między urządzeniami znajdującymi się w różnych sieciach

Adres opisowy

Adresy IP, choć świetnie sprawdzają się w komunikacji między urządzeniami podłączonymi do sieci Internet, są niepraktyczne dla nas, użytkowników. Dlatego posługujemy się łatwiejszymi do zapamiętania **adresami opisowymi** (lub inaczej **adresami mnemonicznymi**).

Na przykład połączenie z serwerem WWW przechowującym stronę internetową Biura Rzecznika Praw Dziecka może się odbyć z wykorzystaniem adresu opisowego **brpd.gov.pl**, łatwiejszego do zapamiętania niż adres IP 158.69.31.17.

Adres opisowy tworzy tzw. **domenę internetową**, składającą się z dwóch części: nazwy głównej oraz rozszerzenia. Budowę domeny i sposób jej tworzenia objaśnia rysunek 4.11.



Rys. 4.11. Budowa domeny internetowej i sposób jej tworzenia

Etykiety nazw domenowych tworzą hierarchiczną strukturę. Drzewo z rysunku 4.11 rozpoczyna się korzeniem (oznaczonym kropką), w którym łączy się grupa **domen najwyższego rzędu** (ang. *top-level domain*). Możemy je podzielić na dwa rodzaje: domeny funkcjonalne oraz domeny krajowe (tabela 4.2, s. 64). Od drugiego poziomu definiowane mogą być własne nazwy domenowe (np. prezydent.pl) oraz wykorzystywane domeny regionalne (np. waw.pl, beskidy.pl).

Właściciel danej nazwy domenowej może tworzyć dodatkowo poddomeny lub nazwy konkretnych hostów – wskazujące np. konkretne usługi. Na przykład w domenie sejm.gov.pl możemy wyróżnić dwie poddomeny: poczta.sejm.gov.pl oraz www.sejm.gov.pl. Nadzór nad domeną .pl sprawuje instytut badawczy NASK (Naukowa i Akademicka Sieć Komputerowa).

• Adres opisowy (mnemoniczny)

• Domena internetowa

• Domena najwyższego rzędu

Warto wiedzieć

NASK rozdziela poddomeny w obrębie domeny .pl pomiędzy zainteresowanych. Ci z kolei mogą je dalej rozdzielać, również w sposób komercyjny.

Warto wiedzieć

Domena .tv, która jest chętnie wykorzystywana przez telewizje internetowe, formalnie jest domeną krajową maleńkiego państwa Tuvalu. Sprzedaż praw do domeny stanowi istotny wkład w PKB tego kraju.

Domeny krajowe		Domeny funkcjonalne	
.pl	Polska	.gov	Domena rządowa
.us	USA	.edu	Domena edukacyjna
.fr	Francja	.com	Domena komercyjna
.cn	Chińska Republika Ludowa	.org	Domena organizacyjna
.tv	Tuvalu	.info	Domena informacyjna
.bo	Boliwia	.mil	Domena militarna

Tabela 4.2. Rodzaje domen najwyższego rzędu i przykłady nazw domenowych

System DNS

DNS (system nazw domenowych)

Rozproszona baza danych to baza danych istniejąca fizycznie na dwóch lub większej liczbie komputerów połączonych ze sobą. Z punktu widzenia użytkownika taka baza jest logiczną całością.

Do zamiany adresów opisowych na odpowiadające im adresy IP wykorzystuje się **system nazw domenowych DNS** (ang. *Domain Name System*). DNS to z jednej strony system serwerów oraz protokół komunikacyjny obsługujące **rozproszoną bazę danych** adresów sieciowych, z drugiej – system prawno-organizacyjny umożliwiający rejestrację nazw wszystkim zainteresowanym.

W systemie DNS codziennie są rejestrowane nowe adresy domenowe, a wcześniej zarejestrowane mogą być w każdej chwili usunięte. To jeden z powodów, dla których DNS zaprojektowano jako system rozproszony. Wiele serwerów na całym świecie obsługuje mniejsze lub większe fragmenty jego bazy danych.

Konfiguracja urządzenia do pracy w Internecie

Na urządzeniu, które ma być gotowe do pracy w sieci Internet, muszą zostać skonfigurowane następujące parametry karty sieciowej:

- ▶ adres IP, pod którym urządzenie będzie widoczne w sieci,
- ▶ maska podsieci odpowiadająca adresowi IP,
- ▶ adres IP domyślnej bramy (routera),
- ▶ adres co najmniej jednego serwera DNS.

Warto wiedzieć

Adres przynajmniej jednego serwera DNS powinien być znany systemowi operacyjnemu i przypisany do karty sieciowej. Można go sprawdzić za pomocą `ipconfig /all`.

A to ciekawe

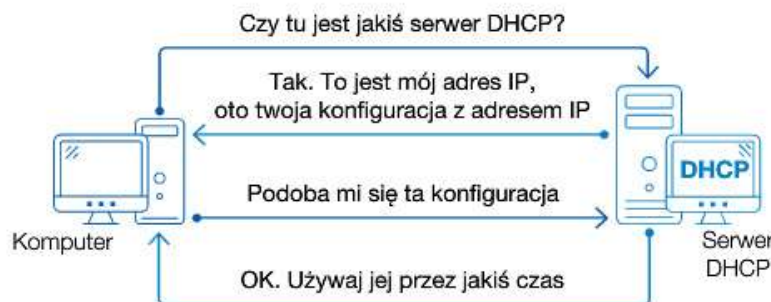
Czy adresów IP wystarczy dla wszystkich?

Konstrukcja 32-bitowego adresu IP pozwala zapisać 4 294 967 296 adresów. Dziś urządzeń podłączonych do Internetu jest jednak znacznie więcej, a szacuje się, że po 2020 r. liczba ta przekroczy 50 miliardów. Problem niewystarczającej puli adresów IP rozwiązuje najnowsza implementacja protokołu IP w wersji 6 (IPv6), która wprowadza m.in. adresy IP o długości 128 bitów. Daje to możliwość zaadresowania ponad $3,4 \cdot 10^{38}$ hostów.



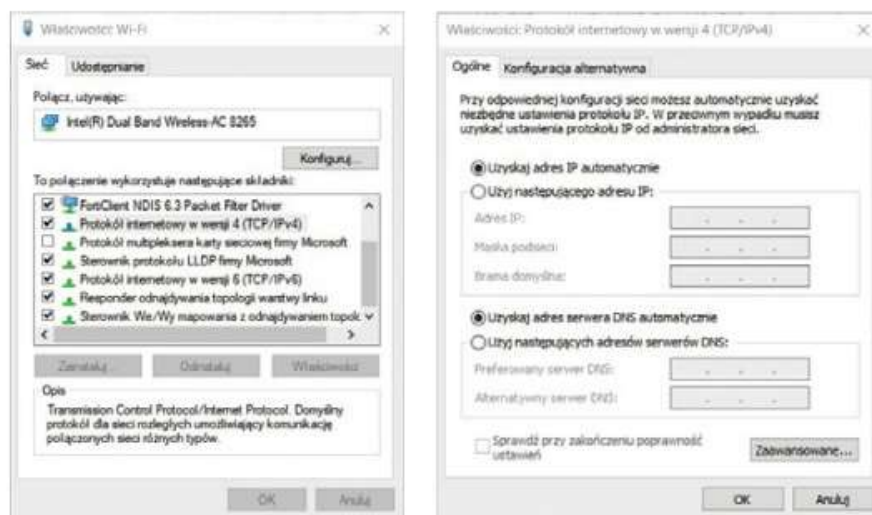
Współczesne urządzenia najczęściej korzystają z automatycznej konfiguracji. Wykorzystywane są w tym celu **usługa DHCP** i **protokół DHCP** (ang. *Dynamic Host Configuration Protocol*), które pozwalają na uzyskanie wymaganej konfiguracji karty sieciowej.

Usługa DHCP jest realizowana przez specjalne serwery, nazywane **serwerami DHCP**. Serwer DHCP często jest wbudowany np. w router obsługujący daną sieć lokalną. Gdy nowy komputer podłączamy do sieci, a jego karta jest ustawiona na automatyczną konfigurację, wszystkie parametry pozyskuje od działającego w tej sieci serwera DHCP (rys. 4.12).



Rys. 4.12. Schemat działania usługi DHCP

Aby w systemie Windows sprawdzić konfigurację sieci, wybieramy **Panel sterowania** → **Centrum sieci i udostępniania** → **Zmień ustawienia karty sieciowej**. Następnie wybieramy aktywne połączenie sieciowe i jego **Właściwości**. W oknie listy składników wybieramy **Protokół internetowy w wersji 4** i klikamy dla niego **Właściwości** (rys. 4.13). Wyświetlone okno pozwala sprawdzić aktualną konfigurację oraz wprowadzić ręcznie nowe ustawienia.



Rys. 4.13. Właściwości karty sieciowej w systemie Windows i okno konfiguracji połączenia internetowego

Usługa DHCP, protokół DHCP

Serwer DHCP

Warto wiedzieć

Konfiguracja przyznana przez serwer DHCP, w szczególności nadany adres IP, są ważne tylko przez określony czas, tzw. czas dzierżawy. Gdy ten minie, komputer powinien się zgłosić ponownie, by otrzymać nową dzierżawę – nawet jeśli będzie dokładnie taka sama jak poprzednia. W ten sposób unika się blokowania adresów IP.

Dobra rada

Aby sprawdzić konfigurację sieci w systemie macOS, wybierz **Preferencje systemowe** → **Sieć**. Następnie wybierz aktywne połączenie sieciowe i opcję **Zaawansowane**.

Dobra rada

Sprawdzanie konfiguracji sieci w systemie Linux w trybie graficznym zależy od dystrybucji. Możesz jednak skorzystać z polecenia `ifconfig` w terminalu.

Mapa Internetu

Połączenia między sieciami lokalnymi tworzą większe sieci, a te z kolei sieci rozległe. Integrację tych sieci zapewniają sieci szkieletowe, przez które przechodzi cały ruch sieciowy. Sieci szkieletowe oplatają kulę ziemską i dzięki temu łączą wszystkie sieci oraz gwarantują szybkie połączenia.

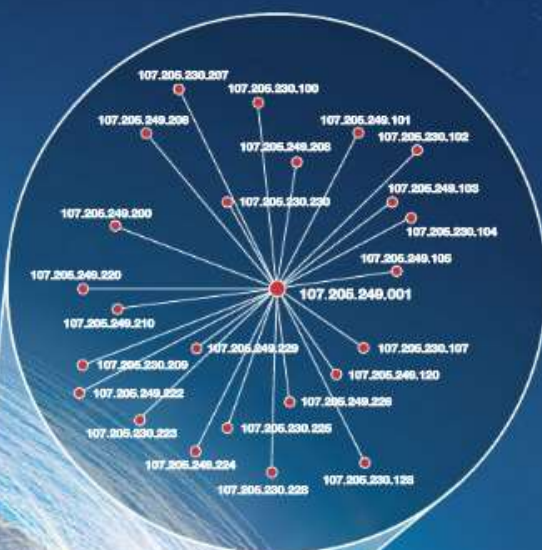


Sieć lokalna

Są to połączenia między komputerami np. w domu lub biurze. Komunikację między różnymi sieciami zapewniają routery.

Internet satelitarny

Dostęp do niego zapewnia przebywający na orbicie okołozemskiej satelita telekomunikacyjna. Łącze satelitarne może być wykorzystywane zamiast tradycyjnych systemów naziemnych. Aby uzyskać dostęp do Internetu przez satelitę, wystarczą odpowiednia antena satelitarna oraz modem.

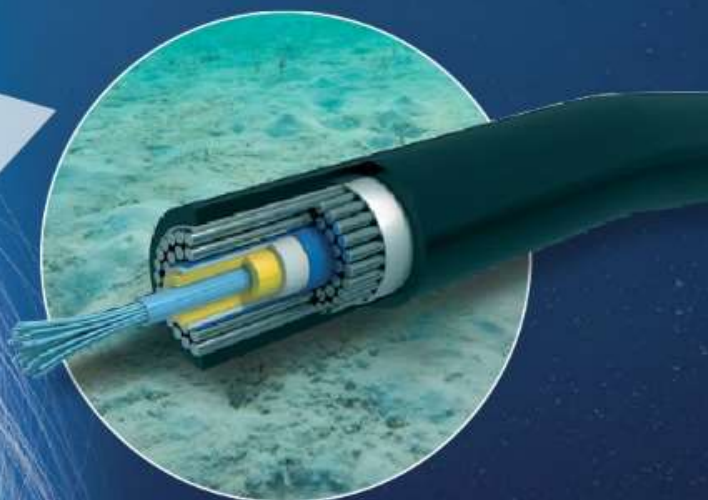


Wizualizacja internetu

Jest to wizualizacja połączeń sieciowych między hostami. Każda linia symbolizuje połączenie dwóch adresów IP. Jest to tylko niewielki fragment Internetu.

Połączenia dużych sieci

Na dnie oceanów zalegają miliony kilometrów kabli miedzianych oraz światłowodowych, które stanowią medium łączące duże sieci, np. na różnych kontynentach.



4.5. 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. 53

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 podstronie tego serwisu. Skąd więc wiadomo, z którego okna przeglądarki wysłano żądanie załadowania kolejnej strony i do którego okna przesłać 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 4.14.

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



Rys. 4.14. Mechanizm działania portów

Protokoły związane z usługami mają zdefiniowane standardowe porty, na których oczekują żądań. W tabeli 4.3 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.

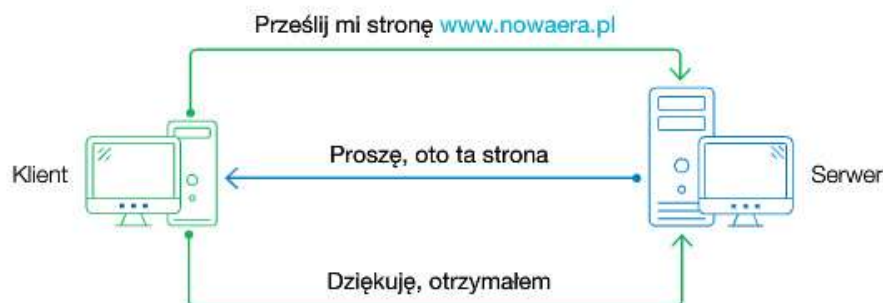
Protokół	Port	Opis realizowanej usługi	Przykład programu lub narzędzia
DHCP	67 i 68	Protokół automatycznej konfiguracji hostów w sieci	
DNS	53	Protokół zamiany nazw domenowych na adresy IP	▶ nslookup (program zwracający nazwę domyślnego serwera DNS dla danego urządzenia)
FTP	21 (przesyłanie poleceń)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

Tabela 4.3. 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. 4.15).

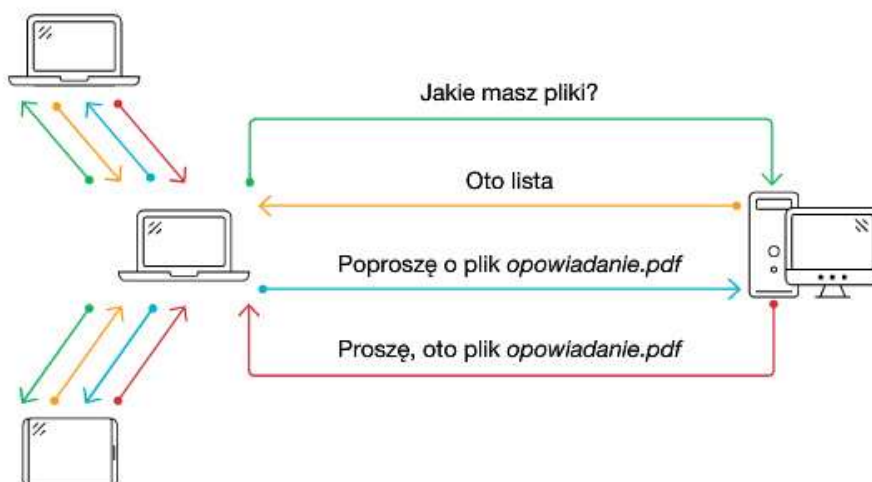


Rys. 4.15. Wykorzystanie modelu klient–serwer do wczytywania stron WWW

Model peer-to-peer (P2P) • W **modelu peer-to-peer (P2P)** pojedynczy komputer może jednocześnie być w ramach danej usługi klientem oraz serwerem. Ma to miejsce np. wtedy, gdy udostępniamy pliki bezpośrednio na naszym komputerze, jednocześnie korzystając z plików na innych komputerach działających w ramach danej usługi.

Warto wiedzieć

Niektóre usługi modelu peer-to-peer korzystają z centralnego serwera, aby ułatwić bezpośrednią komunikację między aktywnymi komputerami (podłączonymi do usługi w danym momencie). Czasem serwery tego typu usług oferują dodatkowe informacje, takie jak indeks udostępnianych przez poszczególne komputery zasobów (np. plików).



Rys. 4.16. Wykorzystanie modelu peer-to-peer w programie do wymiany plików

Każde żądanie wysłane do serwera, np. w celu wyświetlenia strony lub przekazania pliku do pobrania, nazywamy **zapytaniem**.

Adres URL

Wiemy, że operacje, które wykonuje serwer, zależą od rodzaju zapytania. W tym celu powstał standardowy format zapytań. Najbardziej znany użytkownikom format zapytań to **adres URL** (ang. *Uniform Resource Locator*), czyli jednolity lokalizator zasobów. Może przybierać również bardziej skomplikowaną formę, którą przedstawia rysunek 4.17.



Przykładowy adres URL:

<http://www.nazwa-serwera.pl/pliki/projekty?rok=2018#wycena>

Rys. 4.17. Budowa i przykład adresu URL

Ćwiczenie 5

Uruchom przeglądarkę internetową i wczytaj stronę wyszukiwarki Google lub Bing. Wyszukaj dowolną frazę, a następnie sprawdź, jak wygląda adres URL. Zidentyfikuj jego części.

Zapamiętaj

Za pomocą adresu IP można jednoznacznie zidentyfikować serwer, a za pomocą portu – dostępną na serwerze usługę. Adresy URL służą do określania lokalizacji zasobów w sieci.

4.6. Diagnostyka dostępu do sieci Internet

Jeżeli nie możemy połączyć się z usługami internetowymi, powinniśmy sprawdzić, czy komputer może się skontaktować z wybranym urządzeniem w sieci, np. z bramą domyślną.

Służy do tego polecenie ping, które powoduje wysłanie pod wskazany adres specjalnego zapytania z prośbą o odpowiedź. Jeżeli odpowiedź nadejdzie – mamy pewność, że sieć działa prawidłowo.

W systemie Windows w tym celu należy skorzystać z Wiersza polecenia. Na rysunku 4.18 przedstawiono działanie polecenia ping – router potwierdził otrzymanie czterech pakietów danych. Oznacza to, że komunikacja z bramą jest prawidłowa.

```

Wiersz polecenia
Microsoft Windows [Version 10.0.17763.55]
(c) 2018 Microsoft Corporation. Wszelkie prawa zastrzeżone.

C:\WINDOWS\System32>ping 192.168.0.1

Pinging 192.168.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=4ms TTL=64
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=4ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 3ms, Maximum = 4ms, Average = 3ms

C:\WINDOWS\System32>

```

Rys. 4.18. Realizacja polecenia ping w Wierszu polecenia

W celach diagnostycznych możemy skorzystać z polecenia `tracert`, aby sprawdzić, przez jakie routery prowadzi ścieżka od używanego przez nas komputera do wybranego hosta, np. do serwera DNS obsługiwanego przez firmę Google o adresie IP: 8.8.8.8 (rys. 4.19, s. 72).

Warto wiedzieć

Brak odpowiedzi na zapytanie ping nie musi oznaczać problemu z działaniem sieci lub urządzenia o podanym adresie IP. Czasem administratorzy sieci celowo blokują wysyłanie odpowiedzi, aby lepiej chronić sieć przed atakami z zewnątrz.

Dobra rada

W systemie macOS lub Linux polecenia tekstowe możesz wprowadzić w aplikacji **Terminal**.

Dobra rada

Narzędzie do wyznaczania trasy pakietu jest dostępne także w innych systemach operacyjnych. Aby je uruchomić w systemach macOS i Linux, skorzystaj z polecenia `traceroute`.

Dobra rada

Za pomocą polecenia NET możesz sprawdzić i zmodyfikować parametry połączenia sieciowego. Uruchamia się je z poziomu Wiersza polecenia.

```

C:\WINDOWS\System32>tracert 8.8.8.8

Tracing route to google-public-dns-a.google.com [8.8.8.8]
over a maximum of 30 hops:

  0  0 ms  0 ms  *  192.168.0.1
  1  3 ms  3 ms  *  31-178-180-1.dynamic.chello.pl [31.178.180.1]
  2  22 ms 11 ms 15 ms 89-75-13-65.infra.chello.pl [89.75.13.65]
  3  36 ms 13 ms 47 ms pl-waw04a-rc1-ae17-2114.aorta.net [84.116.252.57]
  4  110 ms 15 ms 13 ms pl-waw26b-ri1-ae33-0.aorta.net [84.116.138.81]
  5  14 ms 21 ms 13 ms 72.14.222.250
  6  13 ms 13 ms 10 ms 108.170.250.209
  7  13 ms 16 ms 17 ms 72.14.238.151
  8  14 ms 14 ms 9 ms google-public-dns-a.google.com [8.8.8.8]

Trace complete.

C:\WINDOWS\System32>

```

Rys. 4.19. Realizacja polecenia tracert w Wierszu polecenia

Warto wiedzieć

Czas odpowiedzi powyżej 150–200 ms jest uznawany za dość długi i może powodować zakłócenia w komunikacji. Przy korzystaniu z gier online za odpowiedni uznaje się czas poniżej 50 ms.

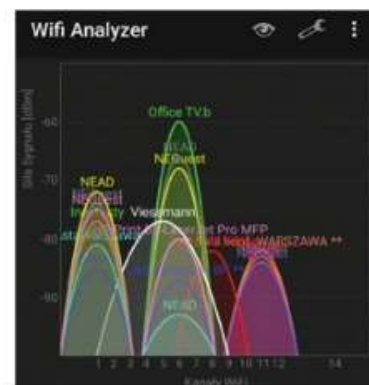
W odpowiedzi otrzymujemy listę routerów biorących udział w komunikacji zakończonej adresem docelowego komputera. Przy każdym z nich mamy podane trzy czasy odpowiedzi danego routera na wysłane do niego zapytania. Różnice między nimi wynikają m.in. z różnego obciążenia routera oraz łączy do niego prowadzących, w czasie gdy realizowane było zapytanie. Na podstawie wyników testu można wywnioskować, czy sieci, przez które się łączymy, są obciążone.

Diagnostyka sieci bezprzewodowej

Jak już wiesz, sieć bezprzewodowa wykorzystuje fale radiowe jako medium. Wiąże się z tym również pewne ograniczenia. Siła sygnału słabnie wraz ze wzrostem odległości od nadajnika. Przeszkodą są również mury, okna i drzwi. Umieszczenie punktu dostępowego w określonej lokalizacji w domu lub biurze znacząco wpływa na siłę sygnału.

Jeżeli w otoczeniu występują inne sieci bezprzewodowe, fale działające na tych samych częstotliwościach mogą nakładać się na siebie (interferować), co również może prowadzić do znaczącego obniżenia siły sygnału. Zazwyczaj punkty dostępowe pozwalają na wybór odpowiedniego kanału (częstotliwości).

Istnieje wiele aplikacji, również mobilnych, które analizują występujące w okolicy sieci i pomagają w odpowiednim wyborze kanału. Jednym z nich jest program Wifi Analyzer, który działa na urządzeniach mobilnych. Na zrzucie ekranowym z rysunku 3.20 znajduje się lista sieci bezprzewodowych z oznaczeniem siły ich sygnału oraz kanału, który wykorzystują.



Rys. 4.20. Analiza bezprzewodowych sieci w sąsiedztwie punktu dostępowego