

## 3.4. 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*), two-

**Sieć szkieletowa** ● rzą sieci szkieletowe, czyli części rozległej sieci komputerowej, przez które przechodzi największy ruch i do których mogą być przyłączane

**Podsieć** ● 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.

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

Internet składa się z wielu rozmieszczonego 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 połączone.

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.

Router,  
s. 42

#### Warto wiedzieć

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

Adres MAC,  
s. 45

#### Adres IP (adres logiczny)

● 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.

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

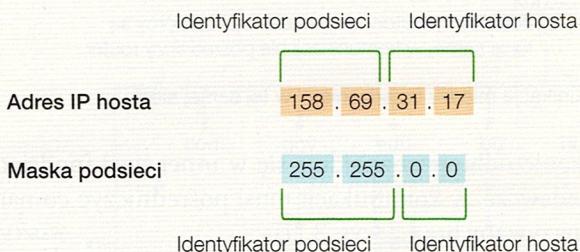
### Host

## 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**. Maska, 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.

### Warto wiedzieć

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



Rys. 3.8. 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 sieci. Na ich podstawie odbywa się kierowanie ruchem w Internecie.

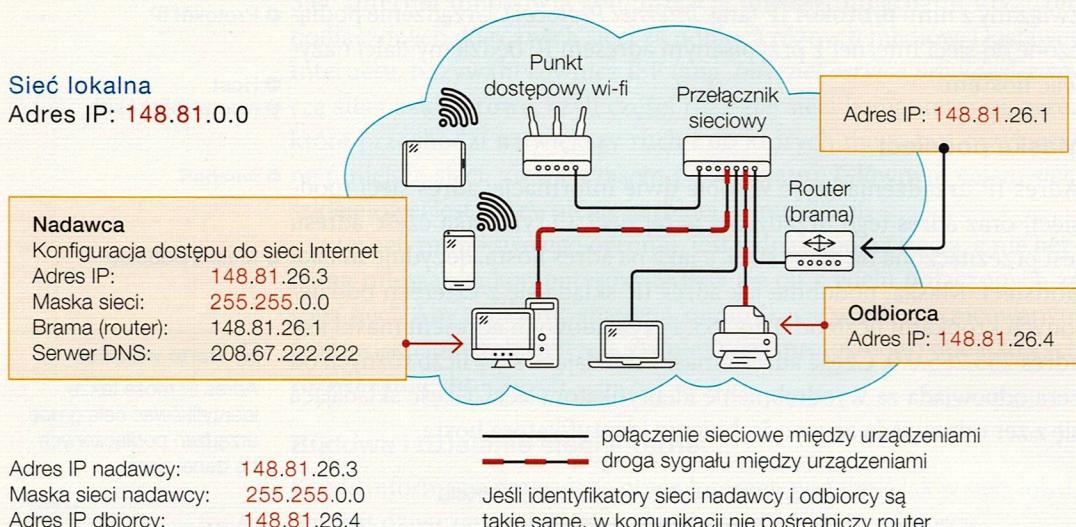
### Warto wiedzieć

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 zmienić adres MAC na odpowiadający mu adres IP.

## Komunikacja w sieci Internet

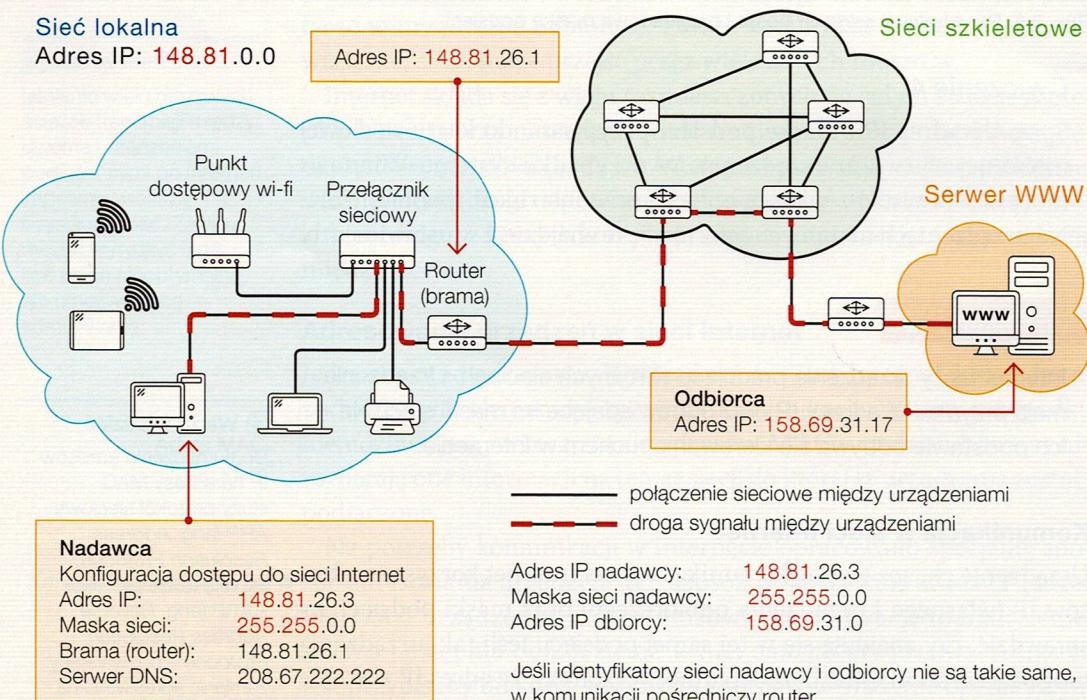
Urządzenie chcąc wysłać komunikat w sieci Internet korzysta z adresów IP (własnego i urządzenia odbiorczego) oraz maski podsieci, by sprawdzić, czy znajdują się w tej samej podsieci. Jeśli tak, urządzenia mogą się komunikować bezpośrednio. Wystarczy, że adres IP zostanie przetłumaczony na adres MAC.

Taka sytuacja ma np. miejsce, gdy komputer chce wysłać dokument do drukarki sieciowej podłączonej do tej samej sieci (rys. 3.10).



Rys. 3.10. 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. 3.11).



Rys. 3.11. Komunikacja między urządzeniami znajdującymi się w różnych sieciach

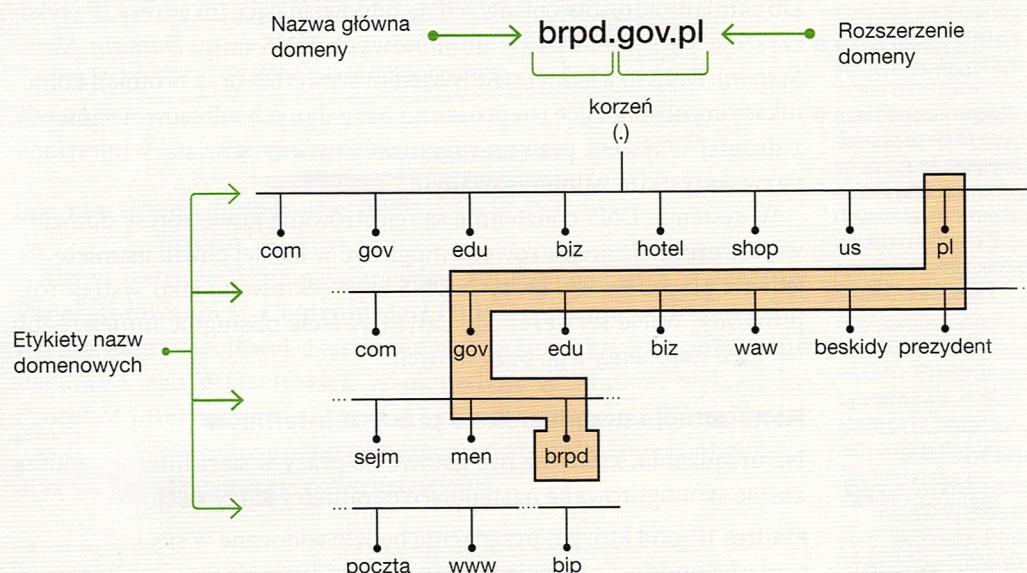
## Adres opisowy

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**).

• Adres opisowy (mnemoniczny)

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 • **Domena internetowa** z dwóch części: nazwy głównej oraz rozszerzenia. Budowę domeny i sposób jej tworzenia wyjaśnia rysunek 3.12.



Rys. 3.12. Budowa domeny internetowej i sposób jej tworzenia

Etykiety nazw domenowych tworzą hierarchiczną strukturę. Drzewo z rysunku 3.12 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 3.2 s. 52). Od drugiego poziomu definiowane mogą być własne nazwy domenowe (np. prezydent.pl) oraz wykorzystywane domeny regionalne (np. waw.pl, beskidy.pl).

• Domena najwyższego rzędu

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).

**Warto wiedzieć**

Dzięki tej kompetencji NASK rozdziela poddomeinę w obrębie domeny .pl pomiędzy zainteresowanych. Ci z kolei mogą ją dalej rozdzielać, również w sposób komercyjny.

**Warto wiedzieć**

Domena .tv, która jest częściej wykorzystywana przez telewizje internetowe, formalnie jest domeną krajową maleńskiego 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 3.2. Rodzaje domen najwyższego rzędu i przykłady nazw domenowych

**System DNS**

**DNS (system nazw domenowych)** (ang. *Domain Name System*) 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.

**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.

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****Warto wiedzieć**

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

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.

**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.

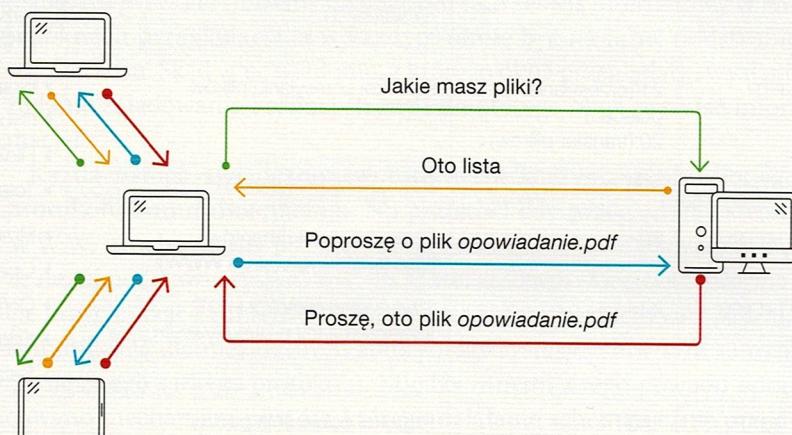


**Model peer-to-peer (P2P)****Warto wiedzieć**

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).

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.



Rys. 3.18. Wykorzystanie modelu peer-to-peer w programie do wymiany plików

Każde żądanie wysyłane do serwera, np. w celu wyświetlenia strony

**Zapytanie** 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 3.19.

**Adres URL** ● Zapytanie do serwera, w którym określony jest żądany zasób, np. plik, strona internetowa, katalog itp.



Przykładowy adres URL:

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

Rys. 3.19. 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.

## 3.6. 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 poleceń. Na rysunku 3.20 przedstawiono działanie polecenia ping – router potwierdził otrzymanie czterech pakietów danych. Oznacza to, że komunikacja z bramą jest prawidłowa.

```

c:\ Wiersz poleceń
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. 3.20. Realizacja polecenia ping w Wierszu poleceń

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. 3.21 s. 60).

### 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.