



DO NOWEJ  
PODSTAWY PROGRAMOWEJ

## Część 3

Lokalne sieci komputerowe

### Kwalifikacja INF.02

Administracja i eksploatacja systemów komputerowych, urządzeń peryferyjnych i lokalnych sieci komputerowych



**Podręcznik do nauki zawodu  
technik informatyk**

Jarosław Orczykowski, Artur Rudnicki

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiejkolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autorzy oraz Helion SA dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autorzy oraz Helion SA nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Redaktor prowadzący: Joanna Zaręba  
Projekt okładki: Jan Paluch

Ilustracja na okładce została wykorzystana za zgodą Shutterstock.

Helion SA

ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice

tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63

e-mail: [helion@helion.pl](mailto:helion@helion.pl)

WWW: <http://helion.pl> (księgarnia internetowa, katalog książek)

Drogi Czytelniku!

Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres

<http://helion.pl/user/opinie?inf023>

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzje.

ISBN: 978-83-283-5901-7

Copyright © Helion 2020

Printed in Poland.

- [Kup książkę](#)
- [Poleć książkę](#)
- [Oceń książkę](#)

- [Księgarnia internetowa](#)
- [Lubię to! » Nasza społeczność](#)

# Spis treści

<b>Wstęp</b> .....	7
<b>Rozdział 1.</b> Podstawowe pojęcia dotyczące sieci komputerowych .....	9
<b>1.1.</b> Modele warstwowe sieci .....	10
<b>1.2.</b> Protokoły warstw modeli ISO/OSI i TCP/IP .....	15
<b>1.3.</b> Rodzaje sieci oraz ich topologie .....	18
<b>1.4.</b> Standardy komunikacji sieciowej .....	23
<b>1.5.</b> Elementy lokalnej sieci komputerowej .....	26
<b>1.6.</b> Pytania kontrolne .....	36
<b>Rozdział 2.</b> Adresacja IP .....	37
<b>2.1.</b> Rodzaje adresów IPv4 i IPv6 .....	39
<b>2.2.</b> IPv4 .....	39
<b>2.3.</b> IPv6 .....	46
<b>2.4.</b> Podział sieci lokalnej na podsieci .....	48
<b>2.5.</b> Pytania kontrolne .....	57
<b>Rozdział 3.</b> Projektowanie sieci komputerowych .....	59
<b>3.1.</b> Oznaczenia stosowane w projektach sieci komputerowych .....	64
<b>3.2.</b> Przygotowanie planu wykonania sieci komputerowej .....	65
<b>3.3.</b> Tworzenie projektu sieci komputerowej .....	76
<b>3.4.</b> Pytania kontrolne .....	90
<b>Rozdział 4.</b> Wykonywanie lokalnych sieci komputerowych .....	91
<b>4.1.</b> Normy dotyczące montażu sieci komputerowych .....	91
<b>4.2.</b> Narzędzia i urządzenia do montażu sieci komputerowych .....	94
<b>4.3.</b> BHP w posługiwaniu się narzędziami monterskimi przy instalacji sieci komputerowych .....	96
<b>4.4.</b> Montaż okablowania sieciowego .....	97
<b>4.5.</b> Łączenie pasywnych i aktywnych elementów sieci .....	104
<b>4.6.</b> Pytania kontrolne .....	106

<b>Rozdział 5.</b> Pomiary, testy i analizy sieci komputerowej .....	107
<b>5.1.</b> Pomiary okablowania strukturalnego i sieci bezprzewodowych .....	107
<b>5.2.</b> Testy i analizy lokalnej sieci komputerowej .....	122
<b>5.3.</b> Pytania kontrolne .....	132
<b>Rozdział 6.</b> Modernizacja lokalnej sieci komputerowej .....	133
<b>6.1.</b> Analiza istniejącej infrastruktury .....	133
<b>6.2.</b> Możliwości i etapy modernizacji lokalnej sieci komputerowej .....	134
<b>6.3.</b> Modernizacja, sprawdzenie i testowanie lokalnej sieci komputerowej .....	137
<b>6.4.</b> Tworzenie dokumentacji technicznej po modernizacji lokalnej sieci komputerowej .....	139
<b>6.5.</b> Pytania kontrolne .....	147
<b>Rozdział 7.</b> Naprawa sieci komputerowych .....	149
<b>7.1.</b> Rodzaje awarii i przyczyny wadliwego działania lokalnej sieci komputerowej ..	149
<b>7.2.</b> Narzędzia do wykrywania usterek w lokalnej sieci komputerowej .....	150
<b>7.3.</b> Metodyka wykrywania usterek w lokalnej sieci komputerowej .....	163
<b>7.4.</b> Wykrywanie usterek w lokalnej sieci komputerowej .....	164
<b>7.5.</b> Naprawa usterek w lokalnej sieci komputerowej, testowanie po naprawie, dokumentacja techniczna .....	168
<b>7.6.</b> Pytania kontrolne .....	169
<b>Rozdział 8.</b> Lokalna sieć komputerowa a internet .....	171
<b>8.1.</b> Możliwości podłączenia lokalnej sieci komputerowej do internetu .....	171
<b>8.2.</b> Dostawcy usług internetowych (ISP) .....	175
<b>8.3.</b> Urządzenia umożliwiające podłączenie lokalnej sieci komputerowej do internetu .....	176
<b>8.4.</b> Podłączenie i konfiguracja urządzenia dostępowego .....	179
<b>8.5.</b> Pytania kontrolne .....	185
<b>Rozdział 9.</b> Przełączniki .....	187
<b>9.1.</b> Rodzaje przełączników .....	189
<b>9.2.</b> Budowa i zasada działania przełączników .....	191
<b>9.3.</b> Konfiguracja przełącznika poprzez GUI .....	193
<b>9.4.</b> Konfiguracja przełączników poprzez CLI .....	209
<b>9.5.</b> Pytania kontrolne .....	219

<b>Rozdział 10.</b> Routing .....	221
<b>10.1.</b> Podstawowe informacje o routingu .....	221
<b>10.2.</b> Podział protokołów routingu .....	222
<b>10.3.</b> Routing statyczny .....	224
<b>10.4.</b> Routing dynamiczny .....	230
<b>10.5.</b> Pytania kontrolne .....	232
<b>Rozdział 11.</b> Routery .....	233
<b>11.1.</b> Rodzaje routerów .....	233
<b>11.2.</b> Budowa i zasada działania routerów .....	234
<b>11.3.</b> Konfiguracja routerów sprzętowych przez GUI .....	235
<b>11.4.</b> Konfiguracja routerów sprzętowych przez CLI .....	248
<b>11.5.</b> Instalacja i konfiguracja routerów programowych .....	256
<b>11.6.</b> Zapora sieciowa .....	268
<b>11.7.</b> Pytania kontrolne .....	282
<b>Rozdział 12.</b> Urządzenia dostępne w lokalnej sieci bezprzewodowej .....	285
<b>12.1.</b> Dostęp do lokalnej sieci bezprzewodowej .....	286
<b>12.2.</b> Bezpieczeństwo lokalnych sieci bezprzewodowych .....	290
<b>12.3.</b> Konfiguracja dostępu do sieci lokalnej .....	292
<b>12.4.</b> Pytania kontrolne .....	302
<b>Bibliografia</b> .....	303
<b>Skorowidz</b> .....	305



# 11

# Routery

## DEFINICJA

**Router** to urządzenie sieciowe działające w warstwie 3. modelu ISO/OSI, które przesyła pakiety danych między sieciami komputerowymi. Routery kierują ruchem w internecie. Dane przesyłane przez internet, takie jak strona internetowa i e-mail, mają postać pakietów. Pakiet danych zwykle jest przesyłany z jednego routera do drugiego przez sieci tworzące intersieci (np. internet), aż dotrze do węzła docelowego. Router jest podłączony do dwóch lub większej liczby linii danych z różnych sieci IP. Gdy pakiet danych przychodzi na jedną z linii, urządzenie odczytuje informacje o adresie sieci z nagłówka pakietu, aby ustalić ostateczne miejsce docelowe. Następnie, z wykorzystaniem informacji w swojej tablicy routingu lub polityce routingu, kieruje pakiet do następnej sieci.

Routery łączą sieci z wykorzystaniem swoich zasobów sprzętowych (procesora, pamięci) oraz programowych (systemu operacyjnego). Dzięki wbudowanym mechanizmom mogą łączyć nie tylko sieci homogeniczne, lecz także, co jest ich największą zaletą, heterogeniczne. **Sieci heterogeniczne** (ang. *heterogeneous network*) nie mają jednorodnej architektury. Występują w nich różne komponenty sieci, różne systemy operacyjne i urządzenia różnych producentów. **Sieci homogeniczne** (ang. *homogeneous network*) odznaczają się natomiast jednorodnością. Mają tę samą architekturę i zbliżoną strukturę. Ponadto zastosowanie urządzeń jednej marki gwarantuje pełną kompatybilność.

Routery zmniejszają zasięg domen rozgłoszeniowych, ponieważ nie przesyłają rozgłoszeń. Router tworzy tyle domen rozgłoszeniowych, ile ma interfejsów sieciowych.

## 11.1. Rodzaje routerów

Routery można podzielić na kilka sposobów. Ze względu na budowę routery dzielimy na:

- **routery sprzętowe** — wyspecjalizowane urządzenia o własnym systemie operacyjnym,
- **routery programowe** — oprogramowanie zapewniające funkcjonalność routera, które wykorzystuje zasoby sprzętowe komputera.

W zależności od obszaru działania w sieci możemy wyróżnić następujące typy routerów:

- routery dostępne, tzw. bramy do internetu (patrz rozdział 8.),
- routery sieci korporacyjnych (patrz rozdział 8.),
- routery szkieletowe, wykorzystywane w sieciach WAN.

## 11.2. Budowa i zasada działania routerów

Router sprzętowy ma budowę zbliżoną do komputera typu PC. Również składa się z:

- płyty głównej,
- procesora,
- pamięci tylko do odczytu,
- pamięci operacyjnej,
- pamięci NVRAM,
- pamięci flash,
- portów wejścia-wyjścia,
- zasilacza.

**Płyta główna** (ang. *main board*, *motherboard*) to płyta drukowana, która jest podstawą urządzenia elektronicznego. Umożliwia komunikację między kluczowymi komponentami systemu, takimi jak procesor i pamięć, oraz zapewnia komunikację z portami przeznaczonymi dla innych urządzeń i systemów.

**Procesor** (ang. *central processing unit* — CPU) przetwarza operacje w procesie routingu oraz steruje interfejsami. Zarządza działaniem całego routera z wykorzystaniem wbudowanego systemu operacyjnego.

**Pamięć tylko do odczytu** (ang. *read only memory*, ROM) to rodzaj pamięci nieulotnej wykorzystywanej w komputerach i innych urządzeniach elektronicznych. Dane zapisane w tej pamięci nie mogą być elektronicznie modyfikowane po jej wyprodukowaniu. Są w niej przechowywane różne dane w zależności od producenta routera, np. w przypadku routerów Cisco te dane to: program bootujący, procedury POST (*Power On Self Test*) oraz tzw. mini-IOS, czyli minimalistyczna wersja systemu operacyjnego.

**Pamięć o dostępie swobodnym, operacyjna** (ang. *random access memory*, RAM) to pamięć, którą można odczytywać i zapisywać w dowolnej kolejności, zwykle używana do przechowywania danych roboczych. Pozwala na odczyt lub zapis danych w prawie tym samym czasie, niezależnie od ich fizycznej lokalizacji w pamięci. To do niej podczas uruchamiania routera kopiowany jest system operacyjny oraz plik z bieżącą konfiguracją urządzenia. Są w niej także przechowywane: tablica routingu, tablica ARP oraz pakiety na czas ich analizowania przez router. Należy pamiętać, że w razie przerwy w zasilaniu jej zawartość jest wymazywana.



**Pamięć NVRAM** (ang. *Non-volatile Random Access Memory*) to pamięć trwała, jak gdyby dysk twardy routera. Router przechowuje w niej konfigurację startową. Dostęp do niej jest swobodny, dlatego nie ma problemu ze skasowaniem zawartości, która jednak nie jest kasowana po odłączeniu zasilania. Po wprowadzeniu w routerze zmian konfiguracyjnych dane są przechowywane w pamięci operacyjnej, a jeśli mają zostać zachowane, należy je zapisać do NVRAM.

**Pamięć flash** to półprzewodnikowy nieulotny nośnik danych, którego zawartość można zmienić. To w nim jest zapisany system operacyjny routera; np. dla routerów Cisco jest to IOS (ang. *Internetwork Operating System*).

Router jest wyposażony w tzw. interfejsy, czyli porty, które umożliwiają podłączenie różnych urządzeń, z reguły innych routerów, reprezentujących inne sieci. Na rysunku 11.1 jest pokazany przykładowy panel routera firmy Cisco z różnymi portami.



**Rysunek 11.1.** Panel z różnymi interfejsami routera: 1 — port USB, 2 — interfejsy Fast Ethernet, 3 — port konsoli, 4 — port AUX, 5 — interfejsy szeregowy

**Port USB** służy do podłączania nośników w celu utworzenia kopii konfiguracji routera. **Interfejsy Fast Ethernet** (mogą to być również interfejsy Gigabit Ethernet) służą do podłączania różnego rodzaju urządzeń sieciowych, najczęściej innych routerów i przełączników. Łączą zarówno sieci LAN z internetem, jak i WAN między sobą. Mogą występować jako połączenie skrętki (jak na rysunku 11.1) oraz światłowodu. **Port konsoli** (ang. *console port*) służy do podłączenia komputera w celu zarządzania routerem, na którym jest uruchomiony tzw. **terminal**, czyli program umożliwiający bezpośredni dostęp do routera i jego konfigurację. **Port AUX** (ang. *auxilliary port*) też jest przeznaczony do zarządzania routerem (po podłączeniu zewnętrznego modemu). **Interfejsy szeregowy** (ang. *serial*) są zaś wykorzystywane do łączenia się z różnymi typami sieci WAN.

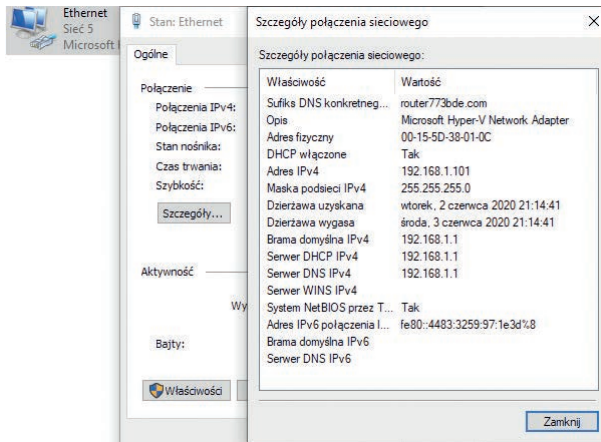
## 11.3. Konfiguracja routerów sprzętowych przez GUI

W rozdziale 8. podłączaliśmy za pomocą routera sieci lokalne do internetu. W rozdziale 10. skonfigurowaliśmy routing pomiędzy routerami. Teraz przyszedł czas na konfigurację sieci lokalnej przy użyciu tych urządzeń.

Na początku zrobimy to poprzez GUI. Wykorzystamy do tego router Linksys wyposażony w cztery porty LAN oraz po jednym WAN i DMZ.

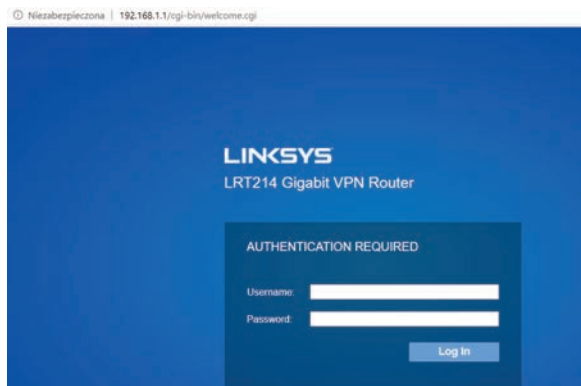
### 11.3.1. Logowanie się do routera

Bezpośrednio po wyjęciu z pudełka router działa w ustawieniach fabrycznych, do których zawsze możemy wrócić, np. po tym, jak popełnimy błąd w konfiguracji i stracimy łączność z urządzeniem. Routery z GUI z reguły mają skonfigurowany serwer DHCP, który przydzieli adres IP naszemu komputerowi, dlatego nie musimy ręcznie konfigurować interfejsu sieciowego (rysunek 11.2).



**Rysunek 11.2.** Skonfigurowany interfejs sieciowy komputera po podłączeniu do routera

Na podstawie pokazanych na rysunku 11.2 parametrów możemy odczytać, że nasz komputer został obsłużony przez serwer DHCP o adresie 192.168.1.1. Teraz zalogujemy się do routera. Informacja, jak się zalogować, powinna się znajdować w skróconej instrukcji dołączonej do urządzenia. My powinniśmy uruchomić przeglądarkę internetową, wpisać adres 192.168.1.1 i podać dane uwierzytelniające (rysunek 11.3).



**Rysunek 11.3.** Strona logowania routera

Po zalogowaniu się z użyciem danych fabrycznych zostanie wyświetlona informacja o stanie routera, *System Status* (rysunek 11.4).

The screenshot shows the 'System Status' page of a Linksys LRT214 Gigabit VPN Router. The page is divided into several sections:

- SYSTEM INFORMATION:**
  - Serial Number: 14410A01A00005
  - Firmware Version: v1.0.7.04 (Feb 15 2019 13:28:58)
  - Model Name: LRT214
  - Firmware MD5 Checksum: 09c271f1fa720f927628a63370a7bcc3d
  - LAN Working Mode: Gateway
  - IPv4/Subnet mask: 192.168.1.1/255.255.255.0
  - IPv6/Prefix: --- / ---
  - System Up Time: 4 Days 10 Hours 9 Minutes 28 Seconds (Now: Sat Jan 5 2013 10:11:14)
- CONFIGURATION:**
  - If you need guideline to re-configure the router, you may launch wizard. [Setup Wizard](#)
- PORT STATISTICS:**

Port ID	1	2	3	4	WAN	DMZ
Interface		LAN			WAN1	DMZ
Status	Connected	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled

**Rysunek 11.4.** Stan routera po zalogowaniu (System Status)

## 11.3.2. Konfiguracja dostępu do routera i zabezpieczenie go

Po zalogowaniu się do routera należy pamiętać, że działa on w ustawieniach fabrycznych, które mogą nie być odpowiednie. Na początku trzeba skonfigurować zabezpieczenia, czyli ustawić nazwę użytkownika oraz hasło dostępowe. Dane te będą znane tylko administratorom i powinny być zapisane w dokumentacji sieci lokalnej. Dobrze jest również zmienić nazwę hosta, która jest widoczna w sieci lokalnej, na łatwiejszą do rozpoznania.

Z górnego menu routera wybieramy *Configuration*, z lewego *Setup* i następnie *Password* (rysunek 11.5). W innych urządzeniach tę opcję trzeba znaleźć w gąszczu ustawień. Należy szukać haseł takich jak „password” i „system”. Musimy podać stare hasło (*Old Password*), nową nazwę użytkownika (*New Username*), potwierdzić ją (*Confirm New Username*), a następnie wprowadzić nowe hasło (*New Password*) i też je potwierdzić (*Confirm New Password*).

Po zmianie danych system wyloguje nas z routera. W dalszej kolejności powinniśmy się zalogować już z użyciem nowych danych. Następnym krokiem jest zmiana adresu IP routera i ponowne zalogowanie się do niego z nowymi parametrami.

The screenshot shows the 'Password' configuration page in the Linksys LRT214 Gigabit VPN Router web interface. The page title is 'LINKSYS LRT214 Gigabit VPN Router'. The navigation menu includes 'System Status', 'Quick Start', 'Configuration', 'Maintenance', and 'Support'. The left sidebar shows a tree view with 'Setup' expanded, containing 'Network', 'Password', 'Time', 'DMZ Host', 'Forwarding', 'Port Address Translation', 'One-to-One NAT', 'MAC Address Clone', 'Dynamic DNS', 'Advanced Routing', 'Outgoing Mail Server', and 'IPv6 Transition'. The 'Password' section is active, showing fields for 'Username' (admin), 'Old Password' (masked), 'New Username' (root), 'Confirm New Username' (root), 'New Password' (masked), and 'Confirm New Password' (masked). There is a checkbox for 'Minimum Password Complexity' (checked) and a 'Password Strength Meter'. The 'Password Aging Enforcement' section has radio buttons for 'Disable' (selected) and 'Change the password after 180 Days'. 'Save' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

**Rysunek 11.5.** Konfiguracja zmiany ustawień fabrycznych dostępu do routera

Z górnego menu routera wybieramy *Configuration*, z lewego *Setup* i *Network*. Kolejny krok to wyszukanie adresu IP routera (192.168.1.1) i kliknięcie pola *Edit*. Dzięki tej operacji zostaniemy przeniesieni do opcji konfiguracyjnych serwera DHCP (rysunek 11.6). Na razie zmienimy w nich tylko adres IP naszego routera na 10.0.0.1. W przypadku zmiany adresu IP routera zmieni nam się również automatycznie adres startowy i końcowy serwera DHCP, ale dokładną konfigurację tego serwera przeprowadzimy w kolejnych punktach.

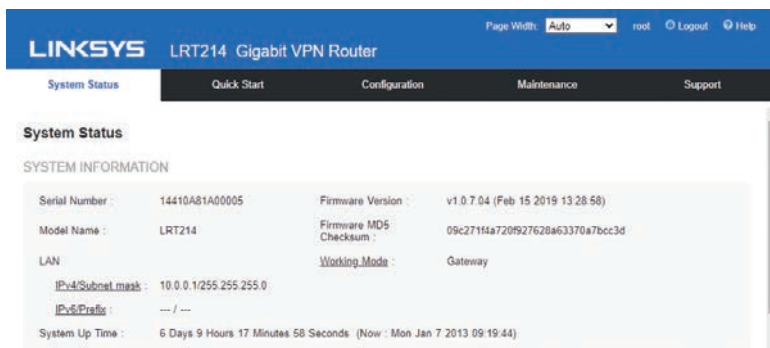
The screenshot shows the 'DHCP Setup' configuration page in the Linksys LRT214 Gigabit VPN Router web interface. The page title is 'LINKSYS LRT214 Gigabit VPN Router'. The navigation menu includes 'System Status', 'Quick Start', 'Configuration', 'Maintenance', and 'Support'. The left sidebar shows a tree view with 'Setup' expanded, containing 'DHCP', 'System Management', 'Port Management', 'Firewall', 'VPN', 'EasyLink VPN', 'OpenVPN', and 'Log'. The 'DHCP' section is active, showing sub-sections: 'DHCP Setup', 'DHCP Status', 'Router Advertisement', 'IP & MAC binding', and 'DNS Local Database'. The 'DHCP Setup' sub-section is selected, showing fields for 'VLAN' (1), 'Device IP' (10.0.0.1), 'Subnet Mask' (255.255.255.0), 'DHCP Mode' (DHCP Server selected), 'DHCP Server IP Address' (0.0.0.0), 'Client Lease Time' (1440 Minutes), 'Range Start' (10.0.0.11), 'Range End' (10.0.0.200), 'DNS Server' (Use DNS Priority), 'Static DNS 1' (0.0.0.0), 'Static DNS 2' (0.0.0.0), and 'WINS Server' (0.0.0.0). 'Save' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

**Rysunek 11.6.** Zmiana adresu IP sieci VLAN 1 na 10.0.0.1/24

Po wprowadzeniu nowego adresu IP routera klikamy *Save*. Router uruchomi się ponownie. Teraz powinniśmy zrestartować kartę sieciową w komputerze, aby dostać nowy adres IP. Następnie w polu adresu przeglądarki wpisujemy adres 10.0.0.1 i logujemy się do routera.

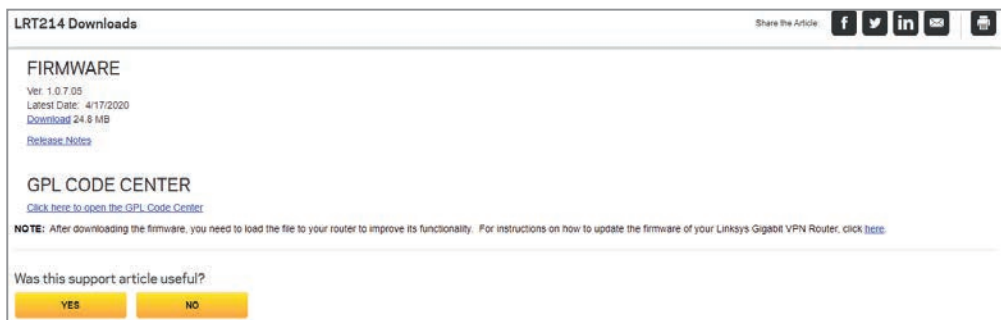
### 11.3.3. Aktualizacja oprogramowania routera i przywracanie ustawień fabrycznych

Poznając budowę routera, dowiedziałeś się, że ma on wbudowane oprogramowanie pełniące funkcję systemu operacyjnego (ang. *firmware*). Można (i należy) je aktualizować. Da się to zrobić na kilka sposobów, np. bezpośrednio przez internet, jeżeli jest dostępny w sieci, w której urządzenie działa, ale najczęściej wykorzystywanym sposobem jest pobranie aktualnego oprogramowania ze strony producenta. Najpierw jednak należy sprawdzić, jaka wersja oprogramowania (ang. *firmware version*) jest już zainstalowana (rysunek 11.7).



**Rysunek 11.7.** Sprawdzenie wersji oprogramowania routera

Następny krok to znalezienie nowej wersji oprogramowania dla danego modelu i pobranie jej na swój komputer (rysunek 11.8). Jak widać na rysunku 11.8, w witrynie producenta jest dostępna wersja nowsza od tej, która jest obecnie zainstalowana w routerze.



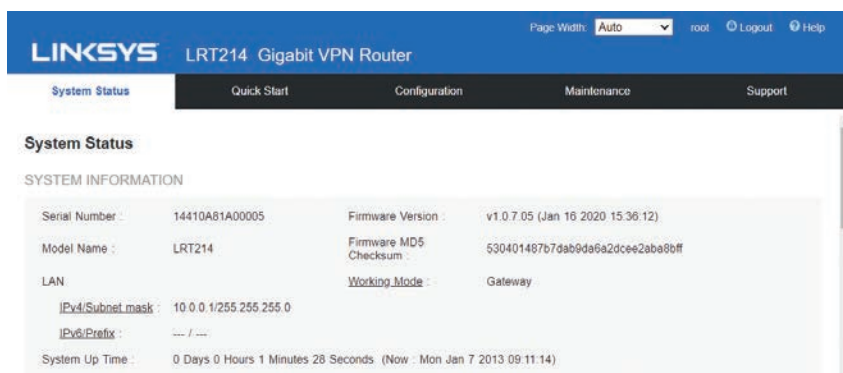
**Rysunek 11.8.** Pobranie aktualizacji oprogramowania routera ze strony producenta

Po pobraniu najnowszego oprogramowania w wersji stabilnej możemy przystąpić do aktualizacji. Wyszukujemy w menu routera opcję o nazwie „firmware upgrade” bądź „aktualizacja oprogramowania”, wskazujemy pobrany plik z oprogramowaniem i wykonujemy aktualizację (rysunek 11.9).



**Rysunek 11.9.** Aktualizacja oprogramowania routera

Podczas aktualizacji należy zadbać o nieprzerwane zasilanie. W przeciwnym razie wbudowane oprogramowanie może zostać uszkodzone, a co za tym idzie, urządzenie może wymagać odesłania do serwisu. Po zakończonej aktualizacji router powinien uruchomić się ponownie z nowym oprogramowaniem (rysunek 11.10).



**Rysunek 11.10.** Zaktualizowane oprogramowanie routera

Może się również zdarzyć, że stracimy łączność z routerem, np. w wyniku wprowadzenia niewłaściwych ustawień, lub urządzenie zupełnie przestanie odpowiadać. W takiej sytuacji należy przywrócić ustawienia fabryczne. Można to zrobić na dwa sposoby. Pierwszy polega na użyciu odpowiedniej opcji w oprogramowaniu routera. Drugi to tzw. twardy reset. Aby go wykonać, trzeba przytrzymać przycisk resetowania w urządzeniu przez kilkanaście sekund, aż zaświecą się wszystkie diody w obudowie (tzw. choinka), jedna po drugiej lub wszystkie w tym samym czasie.

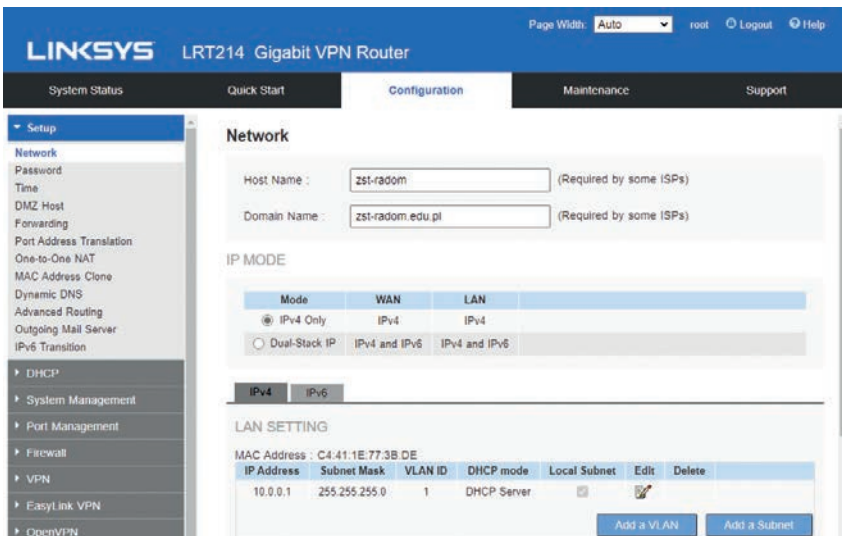
## 11.3.4. Konfiguracja wirtualnych sieci lokalnych (VLAN)

W rozdziale 9. omówiliśmy wirtualne sieci lokalne (VLAN). W przełączniku skonfigurowaliśmy trzy sieci VLAN: czerwoną, zieloną i niebieską, o VLAN ID, odpowiednio, 101, 102 i 103. Takie same sieci VLAN skonfigurujemy w naszym routerze. Wydzielimy także sieć VLAN i port do zarządzania routerem.

### Przykład 1.

Mamy do dyspozycji router z obsługą sieci VLAN. Należy na nim utworzyć trzy sieci VLAN, a następnie skonfigurować dla nich trzy serwery DHCP.

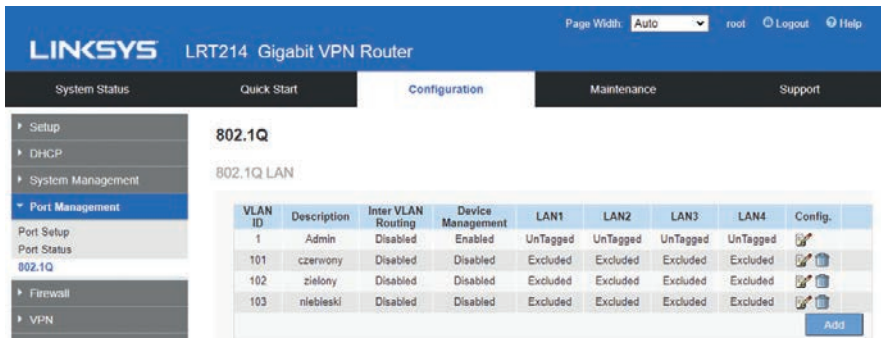
1. Logujemy się do routera. Po zalogowaniu się wyszukujemy opcje o nazwach takich jak „VLAN”, „802.1Q”, „port management”. W naszym przykładowym routerze wybieramy z górnego menu opcję *Configuration*, potem *Network*, a następnie klikamy przycisk *Add a VLAN* (rysunek 11.11).



**Rysunek 11.11.** Okno konfiguracji sieci VLAN w przykładowym routerze

Jak widać na rysunku, domyślną i jedyną siecią VLAN jest ta o VLAN ID 1. Działa w niej serwer DHCP, a jej adres to 10.0.0.0/24 (wyliczony na podstawie adresu IP i maski podsieci).

2. Musimy dodać trzy sieci VLAN (rysunek 11.12), a następnie określić, na jakich portach będą działać, oraz odpowiednio ustawić tryb działania tych portów.



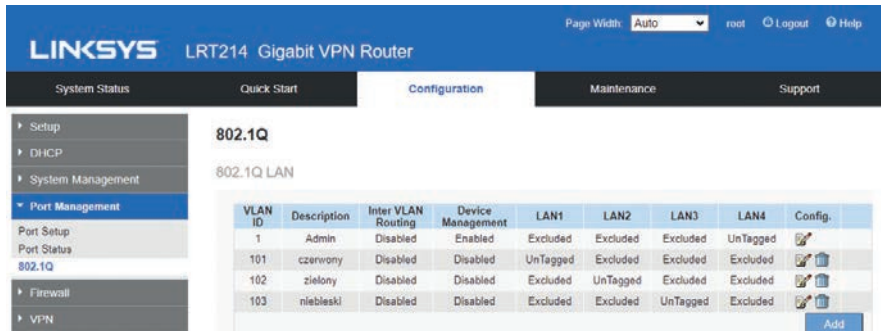
**Rysunek 11.12.** Trzy sieci VLAN dodane w routerze

Jak widzisz, sieci VLAN zostały dodane. Czas skonfigurować porty. Na rysunku 11.12 widać, że obok trybu *UnTagged* jest dostępny nowy: *Excluded*. Jego nazwa oznacza „wykluczony” — tak skonfigurowany port nie pracuje w danej sieci VLAN.

### 3. Porty skonfigurowujemy tak:

- sieć *VLAN 101* będzie działać na porcie nr 1 w trybie *UnTagged*,
- sieć *VLAN 102* będzie działać na porcie nr 2 w trybie *UnTagged*,
- sieć *VLAN 103* będzie działać na porcie nr 3 w trybie *UnTagged*,
- sieć *VLAN 1* będzie działać na porcie nr 4 w trybie *UnTagged* i będzie to nasza sieć administracyjna (rysunek 11.13).

Każdą sieć VLAN konfigurujemy osobno, za każdym razem kliknąwszy przycisk *Edit*.



**Rysunek 11.13.** Skonfigurowane porty w sieciach VLAN

- Należy pamiętać, aby po skonfigurowaniu sieci VLAN zapisać konfigurację przyciskiem *Save*.



### 11.3.5. Konfiguracja serwera DHCP

W poprzednim punkcie skonfigurowaliśmy sieci VLAN dla naszej infrastruktury, ale byłoby dobrze, gdyby podłączający się do nich klienci nie musieli sami konfigurować dostępu.

#### Przykład 2.

Dla każdej z utworzonych sieci VLAN należy skonfigurować serwer DHCP, który będzie automatycznie konfigurował urządzenia końcowe w danej sieci.

Adresacja powinna być następująca: **VLAN 101** — adres sieci 192.168.101.0/24, **VLAN 102** — adres sieci 192.168.102.0/24, **VLAN 103** — adres sieci 192.168.103.0/24. W każdej sieci VLAN musimy też przydzielić na podstawie jej adresu adresu routera, odpowiednio: 192.168.101.1/24, 192.168.102.1/24 i 192.168.103.1/24.

Logujemy się do routera. Po zalogowaniu wyszukujemy opcję o nazwie „DHCP” bądź „DHCP server”. W ustawieniach przykładowego urządzenia klikamy z górnego menu *Configuration*, z lewego menu *DHCP*, a następnie *DHCP Setup*, po czym wybieramy sieć VLAN, dla której będziemy konfigurować serwer DHCP (rysunek 11.14).

The screenshot shows the web interface of a Linksys LRT214 Gigabit VPN Router. The top navigation bar includes 'System Status', 'Quick Start', 'Configuration', and 'Maintenance'. The left sidebar lists various configuration options, with 'DHCP' selected. The main content area is titled 'DHCP Setup' and is divided into 'IPv4' and 'IPv6' tabs. The 'IPv4' tab is active, showing the following configuration fields:

- VLAN:** 101 (dropdown menu)
- Device IP:** 192.168.101.1 (text input)
- Subnet Mask:** 255.255.255.0 (dropdown menu)
- DHCP Mode:**  Disable  DHCP Server  DHCP Relay
- DHCP Server IP Address:** 0.0.0.0 (text input)
- Client Lease Time:** 1440 Minutes (text input)
- Range Start:** 192.168.101.11 (text input)
- Range End:** 192.168.101.200 (text input)
- DNS Server:** Use DNS Proxy (dropdown menu)
- Static DNS 1:** 0.0.0.0 (text input)
- Static DNS 2:** 0.0.0.0 (text input)
- WINS Server:** 0.0.0.0 (text input)

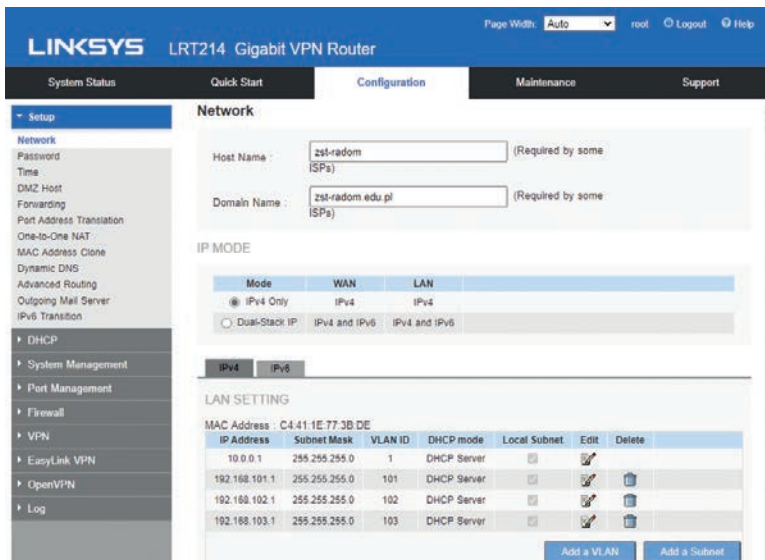
At the bottom of the configuration area are 'Save' and 'Cancel' buttons.

**Rysunek 11.14.** Konfiguracja serwera DHCP dla sieci VLAN 101

Wprowadzamy ustawienia *Device IP* (adres IP urządzenia w danej sieci VLAN), *Subnet Mask* (maskę podsieci), *Range Start* (początkowy adres IP serwera DHCP) i *Range End* (końcowy adres IP serwera DHCP). Przy *DNS Server* zostawiamy Use DNS Proxy (to oznacza, że router będzie serwerem DNS dla naszej sieci VLAN). Pola *Static DNS 1* i *Static DNS 2* zostawiamy wtedy puste.

Na rysunku 11.14 są też pokazane opcje, które zostawiamy niezmienione: *DHCP Mode* oraz *Client Lease Time*. W opcji *DHCP Mode* poszczególne ustawienia oznaczają: *Disable* — serwer DHCP jest wyłączony i nie działa w danej sieci VLAN, *DHCP Server* — włączona funkcja DHCP (tak jest w naszej konfiguracji), *DHCP Relay* — w sieci już działa jeden serwer DHCP i my na niego wskazujemy, dodatkowo wypełniając przy tej opcji pole *DHCP Server IP Address*. Opcja *Client Lease Time* dotyczy zaś czasu dzierżawy, czyli ważności ustawień. Po tym czasie klient powinien ponownie odświeżyć ustawienia z serwera DHCP.

Wykonujemy opisane czynności dla każdej sieci VLAN. Rezultat jest pokazany na rysunku 11.15.



**Rysunek 11.15.** Skonfigurowane serwery DHCP dla każdej sieci VLAN

### 11.3.6. Konfiguracja zastrzeżeń w serwerze DHCP

W sieciach lokalnych mogą działać różne urządzenia. Serwery DHCP znacznie ułatwiają konfigurację takich sieci, jednak przydzielają one każdemu urządzeniu w sposób losowy pierwszy wolny adres IP, co nie jest wskazane dla części urządzeń, które powinny mieć stały adres IP w danej sieci. Takim urządzeniem może być drukarka sieciowa, pełniąca dzięki stałemu adresowi IP funkcję serwera wydruku dla wszystkich użytkowników pracujących w danej sieci, lub komputer, na którym wykonuje się działania wymagające stałego adresu. Aby zapewnić wybranemu urządzeniu stały adres IP w sieci, można albo ręcznie dodać takiemu urządzeniu adres, albo skonfigurować serwer DHCP tak, by wybrane urządzenie zawsze pobierało z niego ten sam adres IP.

Pokażemy taką konfigurację na przykładzie.

### Przykład 3.

Komputerowi administratora sieci należy przydzielić stały adres IP 10.0.0.201 w sieci *VLAN 1*, a dodatkowo zablokować możliwość podłączenia się do tej sieci innym komputerom i pozostałym urządzeniom. Taką konfigurację umożliwi przyporządkowanie adresu MAC karty sieciowej w komputerze administratora do przydzielonego mu adresu IP.

Zrobimy to w trzech krokach.

**Krok 1.** Najpierw musimy poznać adres MAC komputera administratora (rysunek 11.16).

**Krok 2.** Następnie ustalamy, że wybranemu adresowi MAC zostanie przydzielony adres IP 10.0.0.201. W tym celu logujemy się do naszego routera. Po zalogowaniu wybieramy z górnego menu opcję *Configuration*, z lewego menu *DHCP*, a następnie *IP & MAC binding* (rysunek 11.17).

Ustawienia protokołu IP	
Przypisanie adresu IP:	Automatyczne (DHCP)
<input type="button" value="Edytuj"/>	
Właściwości	
Adres IPv6 połączenia lokalnego:	fe80::4483:3259:97:1e3d%8
Adres IPv4:	10.0.0.12
Serwery DNS IPv4:	10.0.0.1
Sufiks podstawowej domeny DNS:	zst-radom.edu.pl
Producent:	Microsoft
Opis:	Microsoft Hyper-V Network Adapter
Wersja sterownika:	10.0.18362.1
Adres fizyczny (MAC):	00-15-5D-38-01-0C

**Rysunek 11.16.** Ustawienia karty sieciowej komputera (pokazane w widoku Windows 10 w wersji 1909)

The screenshot shows the configuration page for IP & MAC binding on a Linksys LRT214 router. The page has a blue header with the router model and a navigation menu on the left. The main content area has a 'Show unknown MAC addresses' button at the top. Below it are input fields for 'Static IP Address' (10.0.0.201), 'MAC Address' (00:15:5D:38:01:0C), and 'Name' (Admin). There is an 'Enable' checkbox which is checked. An 'Update' button is below the fields. A table below the 'Update' button contains one entry: '10.0.0.201=00:15:5D:38:01:0C=Admin=Enabled'. Below the table are 'Delete' and 'Add New' buttons. At the bottom, there are checkboxes for 'Block MAC address on the list with wrong IP address' (unchecked) and 'Block MAC address not on the list' (checked). There is also an 'Exception IP Range' field which is empty. At the very bottom are 'Save' and 'Cancel' buttons.

**Rysunek 11.17.** Konfiguracja przypisania adresu MAC do konkretnego adresu IP

W polu *Static IP Address* wprowadzamy adres IP, w *MAC Address* — adres MAC karty sieciowej, w *Name* — nazwę zastrzeżenia, a ponadto zaznaczamy dwie opcje: *Enable* — włączamy konfigurację, oraz *Block MAC address not on the list* — blokujemy dostęp do sieci administracyjnej innym urządzeniom. Konfigurację zapisujemy przyciskiem *Save*.

**Krok 3.** Na koniec sprawdzamy, czy konfiguracja działa. Musimy zatem ponownie pobrać adres IP z serwera DHCP. Na rysunku 11.18 widać, że komputer otrzymał skonfigurowany stały adres IP z serwera DHCP.

Ustawienia protokołu IP	
Przypisanie adresu IP:	Automatyczne (DHCP)
Edytuj	
Właściwości	
Adres IPv6 połączenia lokalnego:	fe80::4483:3259:97:1e3d%8
Adres IPv4:	10.0.0.201
Serwery DNS IPv4:	10.0.0.1
Sufiks podstawowej domeny DNS:	zst-radom.edu.pl
Producent:	Microsoft
Opis:	Microsoft Hyper-V Network Adapter
Wersja sterownika:	10.0.18362.1
Adres fizyczny (MAC):	00-15-5D-38-01-0C

**Rysunek 11.18.**

Stały adres IP przydzielony przez serwer DHCP

### 11.3.7. Tworzenie kopii zapasowej ustawień routera i jej odtwarzanie

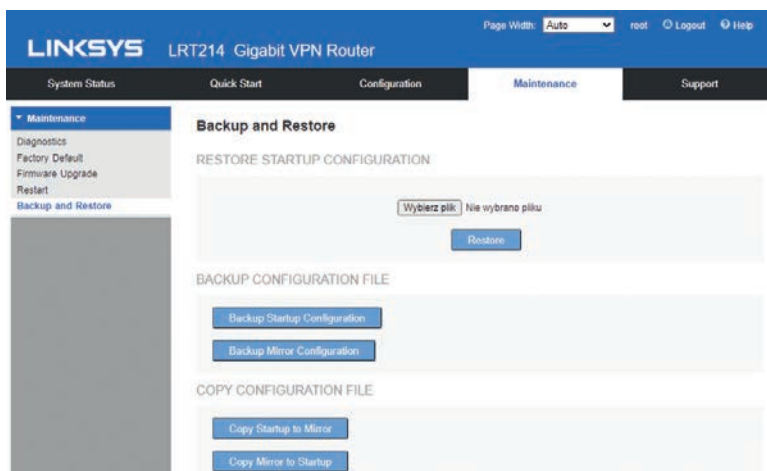
Tworzenie kopii zapasowych jest bardzo ważne. Dotyczy to nie tylko danych użytkownika komputera, lecz także konfiguracji urządzeń, której odtworzenie może być konieczne po przywróceniu ustawień fabrycznych routera lub ponownym zainstalowaniu jego oprogramowania (np. po awarii). Ponieważ wprowadziliśmy już w naszym routerze dużo zmian, wykonamy taką kopię bezpieczeństwa, a później ją odtworzymy.

Po zalogowaniu się do routera musimy wyszukać w jego menu opcje o nazwach takich jak „system tools”, „administration”, „backup system”, „restore system”. W przykładowym urządzeniu z górnego menu wybieramy *Maintenance*, a następnie z lewego menu *Backup and Restore*. Na rysunku 11.19 są pokazane opcje dotyczące kopii zapasowych i odtwarzania konfiguracji routera. Mamy dwie konfiguracje: *Startup Configuration*, czyli tę, z której router się uruchamia, oraz *Mirror Configuration*, czyli kopię bezpieczeństwa konfiguracji zapisaną w pamięci urządzenia.

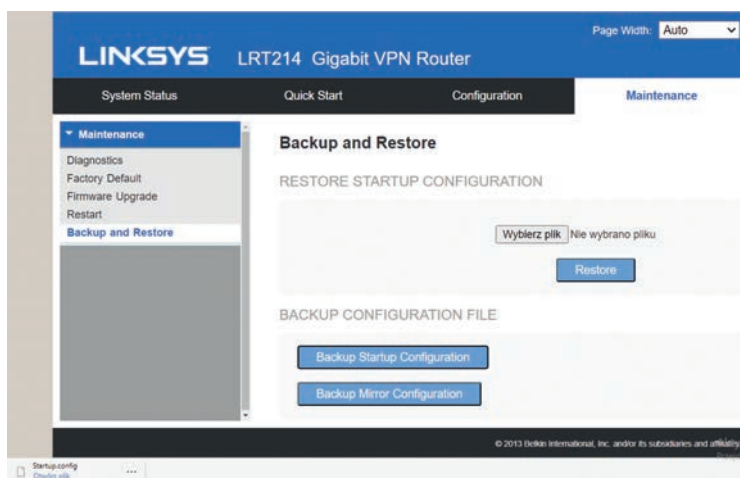
*Startup Configuration* to konfiguracja, która ładuje się po uruchomieniu routera — to w niej wprowadzamy zmiany. Dobrze jest mieć kopię zapasową ostatniej dobrej konfiguracji, aby w razie popełnienia błędu można było szybko wrócić do poprawnych ustawień. Oczywiście obie konfiguracje można również zapisać poza routerem. Aby zapisać kopię bezpieczeństwa np. w komputerze, należy kliknąć przycisk *Backup Startup Configuration* lub *Backup Mirror Configuration*. My zrobimy tylko jedną kopię — konfiguracji startowej (rysunek 11.20).

Przeglądarka WWW, w której router jest konfigurowany, może zapisywać dane w różny sposób. W naszym przypadku konfiguracja startowa (którą nazwaliśmy *Startup.config*) została pobrana do folderu *Pobrane*.

W analogiczny sposób odtwarzamy konfigurację. W oknie *Backup and Restore* wybieramy plik z konfiguracją do odtworzenia i klikamy *Restore* (rysunek 11.21).



**Rysunek 11.19.** Okno tworzenia kopii zapasowych routera oraz odtwarzania zapisanych konfiguracji



**Rysunek 11.20.** Tworzenie kopii bezpieczeństwa konfiguracji startowej routera



**Rysunek 11.21.** Odtworzenie konfiguracji routera



# Skorowidz

## 3

3G, Third Generation, 174

## 5

5G, Fifth Generation, 174

## 8

8P8C, 8 Position 8 Contact, 27

## A

access point, AP, 29, 286

ACR, attenuation-to-crosstalk ratio, 108

adres

anycast, 38

APIPA, 165

bramy, 37

CIDR, 49

dynamiczny, 38

hosta, 37

IP, 37

IPv4, 39, 130

kanoniczny, 128

MAC, 24, 130, 266

multiemisji, 38

podsieci, 52, 53

pojedynczej transmisji, 38

prywatny, 39

publiczny, 39

rozgłoszeniowy, 38, 55

sieci, 37

statyczny, 38

węzła, 37

zastřeżony, 39

adresacja klasowa, 42

ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line, 25, 173

aktualizacja

oprogramowania przełęcznika, 214

oprogramowania routera, 239

algorytm

wektora odległości, 223

WEP, 291

analiza, 124

aktywna, 125

infrastruktury, 133

pasywna, 125

sieci, 129

analizator

okablowania sieciowego, 111

pakietów, 124

ANSI, 91

antena

dookólna, 290

kierunkowa, 290

radiowa

kierunkowość, 290

polaryzacja, 289

wzmocnienie, 289

anteny

aktywne, 286

pasywne, 286

anycast, 38

ARP, Address Resolution Protocol, 15

ASIC, Application-Specific Integrated Circuit, 191

atak

DDoS, 130

DoS, 184

ATM, Asynchronous Transfer Mode, 25

AutoCAD, 84

automatyczne wykrywanie rodzaju przewodu, 98

AUX, auxilliary port, 235

awaria, 149, 163, 164

systemu okablowania, 163

urządzeń aktywnych, 164

zasilania, 149

Axence netTools, 114

AXT, alien crosstalk, 108

## B

badanie struktury logicznej, 122

bezawaryjność, 30

bezpieczeństwo

sieci, 30

sieci bezprzewodowych, 290

BGP, Border Gateway Protocol, 231

BHP, bezpieczeństwo i higiena pracy, 96

BitMeter, 117

blokowanie stron internetowych, 276

Bluetooth, 35

błędy w konfiguracji interfejsu, 149

BPDU, Bridge Protocol Data Units, 204

brama, 176

bridge, 30

broadcast, 38

BSSID, Basic Service Set Identifier, 290

BUS, 22

**C**

CAD, Computer Aided Design, 84  
 Captive Portal, 292, 299, 301  
 CCMP, CCM mode Protocol, 292  
 CDDI, Copper Distributed Data Interface, 24  
 centralny punkt dystrybucyjny, CPD, 63  
 chmura, 175
 

- konfiguracja sieci Wi-Fi, 296
- stan sieci, 297
- zarządzanie punktami dostępowymi, 297
- zarządzanie siecią Wi-Fi, 297

 CIDR, Classless Inter-Domain Routing, 40, 48–50  
 CLI, command-line interface, 193, 209
 

- konfiguracja przełączników, 209
- konfiguracja routerów sprzętowych, 248

**D**

DDoS, Distributed Denial of Service, 130  
 DF, Distribution Frame, 62  
 DHCP, Dynamic Host Configuration Protocol, 17  
 długość toru transmisyjnego, 108  
 DMZ, Demilitarized Zone, 19, 269  
 DNS, Domain Name System, 16  
 dobieranie urządzeń, 84  
 dokumentacja techniczna, 139, 140  
 domena
 

- internetowa, 175
- kolizyjna, 187, 189
- rozgłoszeniowa, 188, 189

 DoS, Denial-of-Service, 185  
 dostawcy usług internetowych, ISP, 175  
 dostęp zdalny do przełącznika, 211  
 DSL, Digital Subscriber Line, 25, 172  
 DVB-S, Digital Video Broadcasting — Satellite, 174  
 dyspersja modowa, 35

**E**

EGP, exterior gateway protocols, 224  
 EIA/TIA, 92  
 EIGRP, Enhanced Interior Gateway Routing Protocol, 230  
 ELFEXT, 108  
 ethernet, 23  
 ETSI, 92  
 extranet, 19

**F**

fale radiowe, 36  
 FDDI, Fibre Distributed Data Interface, 24  
 ferula, 103  
 FEXT, far end crosstalk, 108

filtrowanie treści, 276  
 firewall, *Patrz* zapora sieciowa  
 firmware, 239  
 FTP, File Transfer Protocol, 17  
 FTTx, Fibre To The x, 173

**G**

GlassWire, 116  
 gniazdo, 27, 101
 

- modułowe, 64
- montaż, 101

 GNS3, Graphical Network Simulator, 86  
 graficzny interfejs użytkownika, GUI, 179  
 GUI, graphical user interface, 179
 

- konfiguracja przełącznika, 193
- konfiguracja routerów sprzętowych, 235
- konfiguracja rozszerzona routera, 264

**H**

harmonogram, 68  
 HFC, Hybrid Fiber-Coaxial, 173  
 host, 9  
 hosting, 175  
 HTTP, Hypertext Transfer Protocol, 17  
 HTTPS, Hypertext Transfer Protocol Secure, 17

**I**

ICMP, Internet Control Message Protocol, 16  
 identyfikator
 

- BSSID, 290
- SSID, 290

 IDF, Intermediate Distribution Frame, 63  
 IEEE, 92
 

- 802.11a, 26
- 802.11ac, 26
- 802.11b, 26
- 802.11g, 26
- 802.11n, 26

 IETF, 92  
 IGP, interior gateway protocols, 224  
 instalacja pfsense, 257  
 interfejs
 

- SFP, 105
- sieciowy, 180

 internet, 171
 

- podłączenie lokalnej sieci, 176

 interpretowanie danych, 129  
 intranet, 19  
 IOS, Internetwork Operating System, 235  
 IP, Internet Protocol, 15, 37  
 iPerf, 115



IPsec, Internet Protocol Security, 18  
 IPv4, 39  
   budowa adresu, 40  
   klasa A, 43  
   klasa B, 43  
   klasa C, 43  
   przeźreń adresowa, 42  
 IPv6, 46  
   budowa adresu, 46  
 IS-IS, Intermediate System to Intermediate System, 231  
 ISO, 92  
 ISP, Internet Service Provider, 175

## J

jakość usługi, QoS, 123, 206

## K

Kali Linux, 162  
 karta  
   sieciowa, NIC, 29, 137, 165  
   sieciowa bezprzewodowa, 286  
   SIM, 176  
 klasa adresów, 42  
   A, 43  
   B, 43  
   C, 43  
 klasy skrótki, 33  
 klient, 10  
 kolokacja, 175  
 komunikacja  
   bezprzewodowa, 35  
   sieciowa, 23  
 koncentrator, 29  
 kondygnacyjny punkt dystrybucyjny, KPD, 63  
 konfiguracja  
   funkcji QoS, 206  
   portów przełącznika, 206  
   protokołu Spanning Tree, 205  
   protokołu STP, 217  
   przełączników, 209  
   routerów programowych, 256  
   routerów sprzętowych, 235  
   routingu, 226  
   serwera DHCP, 243, 252, 261  
   sieci VLAN, 216, 241, 251  
   sieci Wi-Fi, 295, 296  
   zapory sieciowej programowej, 278  
   zapory sieciowej sprzętowej, 273  
   zastrzeżeń, 244, 254, 266  
 konsola pfSense, 258–261  
 kontroler  
   hybrydowy, 289

  rozproszony, 289  
   sieci bezprzewodowej, 286, 289  
   w chmurze, 289, 296, 301  
 końcówki światłowodowe, 103  
 kopiowanie ustawień  
   przełącznika, 208, 218  
   routera, 246, 256  
   routera pfSense, 267  
 kosztorys, 70, 72

## L

L2TP, Layer 2 Tunneling Protocol, 182  
 LAN, Local Area Network, 19  
 LAN Speed Test, 114  
 LMDS, Local Multipoint Distribution Services, 174  
 lokalny punkt dystrybucyjny, LPD, 63  
 LTE, Long-Term Evolution, 174

## Ł

łatwość utrzymania, 31  
 łącze internetowe, 172  
 łączenie elementów sieci, 104

## M

MAC, Media Access Control, 24  
 MAN, Metropolitan Area Network, 19  
 Marionnet, 86  
 maska podsieci, 40–43  
   stała długość, 48  
   zmienna długość, 54  
 MDF, Main Distribution Frame, 63  
 media przewodowe, 31  
 medium transmisyjne, 10, 27, 31, 82, 172  
 menu routera, 178, 179  
 MESH, 21  
 miernik uniwersalny, 113, 166, 167  
 moc sygnału, 110  
 model OSI, 10  
   warstwa  
     aplikacji, 13  
     fizyczna, 10  
     łącza danych, 11  
     prezentacji, 13  
     sesji, 12  
     sieci, 12  
     transportowa, 12  
 model TCP/IP, 13  
   warstwa  
     aplikacji, 14  
     dostępu do sieci, 13  
     internetu, 13  
     transportowa, 14

modernizacja sieci, 133, 136  
 dobór elementów, 136  
 dokumentacja techniczna, 139  
 etapy, 134  
 moduł Keystone, 101  
 monitorowanie, 124  
 montaż  
 gniazda, 101  
 okablowania, 97  
 wtyku RJ-45, 99  
 MOS, Metal Oxide Semiconductor, 191  
 MSTP, Multiple Spanning Tree Protocol, 204  
 multicast, 38

## N

naprawa  
 okablowania, 168  
 sieci, 149  
 narzędzia  
 programowe, 150  
 sprzętowe, 150  
 narzędzie do ściągania izolacji, 95  
 NAT, Network Address Translation, 269, 281  
 Network Notepad, 86  
 NetWorx, 116  
 NEXT, near end crosstalk, 107  
 NIC, Network Interface Controller, 44, 47  
 NNI, Network-to-Network Interface, 25  
 normy, 91  
 nóż uderzeniowy, 94  
 NVRAM, Non-volatile Random Access Memory, 235

## O

obciążenie sieci, 149  
 obcinarka do światłowodów, 95  
 obcy przesłuch, 108  
 obliczenie adresu sieci, 41  
 okablowanie, 91  
 awaria systemu, 163  
 kampusowe, 61  
 miedziane, 107  
 między budynkami, 61  
 montaż, 97  
 naprawa, 168  
 pionowe, 61, 84  
 pomiary, 107  
 poziome, 60  
 strukturalne, 107  
 światłowodowe, 108  
 operacja logiczna AND, 52  
 OSI, Open Systems Interconnection, 10  
 OSPF, Open Shortest Path First, 230

## P

P2P, peer-to-peer, 20  
 PaaS, Platform as a Service, 175  
 Packet Tracer, 86  
 pamięć  
 flash, 235  
 NVRAM, 235  
 o dostępie swobodnym, RAM, 234  
 tylko do odczytu, ROM, 234  
 panel krosowniczy, patchpanel, 27, 101, 102  
 patchcord, przewód krosowy, 60, 104  
 patchpanel światłowodowy, 105  
 pełny dwupleks, 188  
 pfsense  
 dodanie karty sieciowej, 262  
 instalacja, 257  
 interfejsy sieciowe, 279  
 konfiguracja  
 routera, 258  
 rozszerzona, 264  
 serwera DHCP, 261, 263  
 zastrzeżeń, 266  
 zabezpieczeń, 265  
 konsola, 258261  
 kopia zapasowa ustawień, 267  
 logowanie do routera, 264  
 menu System, 266  
 przekierowanie na zaporze sieciowej, 282  
 przydzielenie adresu statycznego, 266  
 reguły na zaporze sieciowej, 280  
 sprawdzenie komunikacji, 264  
 strona routera, 265  
 zmiana adresu IP, 260  
 pigtail, 103  
 PN-EN, 92  
 podsieci, 48, 54  
 projektowanie, 50  
 PoE, Power over Ethernet, 287  
 polecenie  
 arp, 161  
 cmd, 119  
 ifconfig, 46, 154  
 ipconfig, 89, 155  
 ipconfig /all, 46  
 netstat, 159, 160  
 nslookup, 158  
 pathping, 157, 158  
 ping, 89, 128, 150–153, 166  
 traceroute, 156  
 tracert, 128, 156, 157  
 pomiary  
 ciągłości okablowania, 117  
 mediów transmisyjnych, 111  
 okablowania miedzianego, 107  
 okablowania światłowodowego, 108

- przepustowości, 113
- sieci Wi-Fi, 109
- struktury logicznej, 122
- wydajności łącza, 116
- port
  - AUX, 235
  - konsoli, 235
  - PoE, 287
  - USB, 235
  - WAN, 176
- POST, Power On Self Test, 234
- PPP, Point-to-Point Protocol, 182
- PPPoE, Point-to-Point Protocol over Ethernet, 182
- PPTP, Point-to-Point Tunneling Protocol, 182
- problemy ze sprzętem, 149
- program
  - AutoCAD, 84
  - Axence netTools, 114
  - BitMeter, 117
  - Capsa, 125
  - EtherApe, 124
  - GlassWire, 116
  - GNS3, 86
  - iPerf, 115
  - Kismet, 124
  - LAN Speed Test, 114
  - Marionnet, 86
  - Network Notepad, 86
  - NetWorx, 116
  - Packet Tracer, 86
  - PuTTY, 250
  - Wireshark, 124, 126, 129
- projektowanie
  - podsieci, 50
  - sieci, 59
- protokoły
  - bezklasowe, 223
  - bramy wewnętrznej, IGP, 224
  - bramy zewnętrznej, EGP, 224
  - klasowe, 223
  - komunikacyjne, 15
  - routingu, 222
  - szyfrowania, 292
- protokół
  - ARP, 15
  - BGP, 231
  - BPDU, 204
  - CCMP, 292
  - DHCP, 17
  - DNS, 16
  - EGP, 224
  - EIGRP, 230
  - FTP, 17
  - HTTP, 17
  - HTTPS, 17
  - ICMP, 16
  - IGP, 224
  - IP, 15, 37
  - IPsec, 18
  - IS-IS, 231
  - L2TP, 182
  - MSTP, 204
  - OSPF, 230
  - PPP, 182
  - PPPoE, 182
  - PPTP, 182
  - RIP, 230
  - RSTP, 204
  - SFTP, 17
  - SMTP, 18
  - SSH, 18
  - STP, 204, 217
  - TCP, 16
  - TCP/IP, 13
  - TKIP, 292
  - UDP, 16
- przekierowanie usługi pulpitu zdalnego, 281
- przełącznik, 29, 106, 136, 187
  - aktualizacja oprogramowania, 196, 197, 214
  - konfiguracja, 193
    - dostępu, 194
    - dostępu zdalnego, 211
    - poprzez CLI, 209
  - kopia zapasowa ustawień, 208, 218
  - logowanie, 193, 210
  - opcja 802.1p Priority, 207
  - opcje QoS, 207
  - strona producenta, 215
  - tryby działania portów, 200
  - ustawienia fabryczne, 196, 214
  - zasada działania, 191
  - zmiana adresu IP, 195
  - zmiana hasła, 196
- przełączniki
  - biurkowe, 189
  - jednolite, 189
  - łączenie, 203
  - modularne, 190
  - niezarządzalne, 191, 203
  - przemysłowe, 190
  - w sieciach
    - ATM, 190
    - LAN, 190
    - WAN, 190
  - warstwy 2., 190
  - warstwy 3., 190
  - wielowarstwowe, 191
  - zarządzalne, 191, 203
- przepustowość sieci, 113, 123
- przesłuch zbliżny, 107

- przetwarzanie w chmurze, 175
  - przewód
    - krosowany, 98
    - krosowy, patchcord, 60, 104
    - prosty, 97
    - światłowodowy, 34
  - PSNEXT, 108
  - punkt
    - abonencki, 63, 79
      - oznakowanie, 80
    - centralny sieci, PCS, 63
    - dostępowy, AP, 29, 286, 293
      - domyślne ustawienia, 295
      - Dual Band Operation, 302
      - filtrowanie treści, 302
      - konfiguracja, 302
      - konfiguracja czasu działania, 300
      - logowanie, 293
      - zabezpieczanie, 298
      - zarządzanie, 294
      - zmiana domyślnego hasła, 293
    - dostępu do internetu, PDI, 63
    - dystrybucyjny, 62
    - rozdzielczy, 79
  - PuTTY, 250
- Q**
- QoS, Quality of Service, 123, 200, 206
    - panel opcji, 207
- R**
- RAM, random access memory, 234
  - ramka Ethernet, 24
  - ramki
    - nieoznakowane, 200
    - oznakowane, 200
  - reflektogram, 118
  - reflektometr, 112, 118
  - reguły
    - przekierowania, 277
    - przychodzące, 271
  - repeater, 30, 286
  - RING, 21
  - RIP, Routing Information Protocol, 230
  - ROM, read only memory, 234
  - router programowy, *Patrz także* pfSense
    - instalacja, 256
    - konfiguracja, 256, 258
      - serwera DHCP, 261, 263
  - router sprzętowy, 28, 234, 235
    - aktualizacja oprogramowania, 239
    - interfejsy, 235
    - konfiguracja
      - dostępu, 237, 248
      - interfejsu WAN, 181–183
        - przez CLI, 248
        - przez GUI, 235
      - serwera DHCP, 183, 243, 252
      - sieci VLAN, 241, 251
      - zastrzeżeń, 244, 254
    - kopia zapasowa ustawień, 246, 256
    - Linksys, 235
    - logowanie, 180, 236, 248
    - menu, 178, 179
    - okno startowe, 181
    - przekierowanie portu, 277
    - sprawdzenie wersji oprogramowania, 239
    - ustawienia fabryczne, 238
    - ustawienia Firewall, 184
    - wyłączenie punktu dostępowego, 185
    - zabezpieczenie, 237, 248
    - zmienianie adresu IP, 238
    - zmienianie hasła, 180
- routery
  - bezprzewodowe, 287
  - dostępowe, 176, 234
  - programowe, 233
  - sieci korporacyjnych, 177, 234
  - sprzętowe, 233
  - szkieletowe, 234
  - zasada działania, 234
- routing, 221
  - dynamiczny, 230
  - konfiguracja, 226
    - podział protokołów, 222
    - statyczny, 224
    - tablica routingu, 225, 229
- rozpoznawanie adresów, 43
- RSTP, Rapid Spanning Tree Protocol, 204
- RU, Rack-Unit, 63
- S**
- SaaS, Software as a Service, 175
  - schemat
    - logiczny sieci, 64, 78, 88
    - okablowania, 82
  - serwer, 9
    - DHCP, 165, 183
      - konfiguracja, 243, 252, 261
      - konfiguracja zastrzeżeń, 244, 254, 266
    - DNS, 128
    - proxy, 269
    - TFTP, 215
  - SFP, Small Form-Factor Pluggable, 105
  - SFTP, SSH File Transfer Protocol, 18
  - sieci komputerowe, 9
    - analiza projektu, 66

bezawaryjność, 30  
 bezpieczeństwo, 30, 290  
 bezprzewodowe, 285, 290  
 budowa, 32  
 elementy
 

- aktywne, 28, 104
- pasywne, 104

 harmonogram budowy, 68  
 heterogeniczne, 233  
 homogeniczne, 233  
 klasy, 33  
 kosztorys budowy, 70  
 łatwość utrzymania, 31  
 modernizacja, 137  
 naprawa, 149  
 narzędzia i urządzenia, 94  
 plan pracy, 65  
 projektowanie, 59, 65, 76  
 schemat logiczny, 78, 88  
 skalowalność, 30  
 specyfikacja projektu, 77  
 sprawdzenie, 137  
 symulator, 87  
 testowanie, 137  
 wydajność, 30  
 wykaz materiałów, 67

sieć

- lokalna, 171
- P2P, peer-to-peer, 20
- typu klient-serwer, 20
- typu Mesh, 288
- VLAN, 198
- Wi-Fi, 109, 285

SIM, Subscriber Identity Module, 176

skalowalność, 30

skrętka, 31, 97, 167

SMTP, Simple Mail Transfer Protocol, 18

sniffer, 124

spawanie
 

- mechaniczne, 103
- termiczne, 103

spawarka do światłowodów, 95

SSH, Secure Shell, 18

SSID, Service Set Identifier, 290

stały dostęp do internetu, 172

standard
 

- IEEE 802.11a, 26
- IEEE 802.11ac, 26
- IEEE 802.11b, 26
- IEEE 802.11g, 26
- IEEE 802.11n, 26
- IEEE 802.1X, 292

STAR, 22

stosunek tłumienia do przesłuchu, 108

STP, spanning tree protocol, 204, 217

strefa zdemilitaryzowana, DMZ, 19, 269  
 strona logowania routera, 180  
 switch, *Patrz* przełącznik  
 symulator, 87
 

- testowanie poprawności konfiguracji sieci, 88

 szafa typu rack, 28, 63, 85  
 szafy dystrybucyjne, 135  
 szumy, 111

## Ś

światłowod, 136

## T

tabela
 

- sąsiadów, 231
- topologii, 231

tablica routingu, 225, 229

TCP, Transmission Control Protocol, 16

TCP/IP, Transmission Control Protocol/Internet Protocol, 13

technika MDI-X, 98

tester okablowania, 112, 118, 166

testowanie sieci, 137
 

- wydajność, 120

testy
 

- aktywne, 122
- pasywne, 122

TKIP, Temporal Key Integrity Protocol, 292

tłumienie sygnału, 108, 111, 149

topologia sieci, 18, 20
 

- BUS, 22
- MESH, 21
- mieszana, 22
- RING, 21
- STAR, 22, 62

translacja adresów sieciowych, NAT, 269

trasa domyślna, 224

trasowanie, *Patrz* routing

trunk, 200

## U

UDP, User Datagram Protocol, 16

UNI, User Network Interface, 25

unicast, 38

urządzenie dostępne, 285
 

- konfiguracja, 179
- podłączenie, 179

usługa strumieniowania, 206

## V

VDSL, Very high data rate Digital Subscriber Line, 173

VDSL2, 173  
 VLAN, virtual local area network, 84, 178, 198  
   bezpieczeństwo, 200  
   konfiguracja sieci, 200, 202, 216, 241, 251  
   logiczny podział sieci, 200  
   ograniczony ruch rozgłoszeniowy, 200  
   okno konfiguracji, 201  
   wdrażanie QoS, 200  
   zasady konfiguracji, 201  
 VLSM, Variable-Length Subnet Masking, 54  
 VoIP, Voice over IP, 59  
 VPN, 18, 178, 182

## W

wadliwe okablowanie, 149  
 WAN, Wide Area Network, 19  
 warstwa  
   aplikacji, 13, 14  
   dostępu do sieci, 13  
   fizyczna, 10  
   internetu, 13  
   łącza danych, 11  
   prezentacji, 13  
   sesji, 12  
   sieci, 12  
   transportowa, 12, 14  
 węzły, 128  
 wiersz polecenia, CLI, 193  
 Wi-Fi, 25, 109, 285  
   dostęp do sieci, 286  
   klasa Enterprise, 288  
   konfiguracja, 295, 296  
   dostępu, 292  
   punktów dostępowych, 302  
   kontroler sieci, 289  
   kontroler w chmurze, 301  
   punkt dostępowy, 292  
   zabezpieczanie sieci, 298, 299  
 Wi-Fi Protected Setup, 292  
 WiMAX, Worldwide Interoperability for  
   Microwave Access, 174  
 Wireshark, 126, 129  
   analiza pakietów, 127  
   analiza sieci, 129  
   filtr http, 130  
   graf przepływu, 131  
   szczegółowe informacje, 131  
 WLAN  
   captive portal, 292  
   filtrowanie dostępu, 291  
   rozgłaszanie SSID sieci, 291  
   szyfrowanie, 291  
   WPA, 291

WLAN, Wireless LAN, 173, 290  
 WMN, Wireless MESH Network, 288  
 WPA, Wi-Fi Protected Access, 291, 298  
 WPA2-PSK, 298  
 WPA-Enterprise, 292  
 WPA-Personal, 291  
 wtyk RJ-45, 97  
   kolejność żył, 98, 99  
   montaż, 99  
   testowanie przewodu, 100  
 wtyki światłowodowe, 102  
 wydajność, 30  
   łącza internetowego, 116  
 wykres Gantta, 68, 70  
 wykrywania usterek, 150, 163, 164  
 wymiana  
   modułów, 169  
   urządzeń, 169  
 wzmacniacz sygnału, repeater, 30, 286

## Z

zabezpieczanie sieci Wi-Fi, 299, 301  
 zaciskarka, 94  
 zaporą sieciową, 184, 268  
   blokowanie stron internetowych, 276  
   DMZ, 269  
   dodawanie reguł, 271, 275, 279  
   dostęp, 270  
   filtrowanie  
     pakietów, 268  
     treści, 276  
   konfiguracja, 271, 273, 278  
   NAT, 269  
   programowa, 278  
   przekierowanie portów, 281  
   reguły domyślne, 279  
   serwer proxy, 269  
   sprzętowa, 273  
 zdalny przesłuch, 108  
 złącze  
   typu E2000, 104  
   typu FC, 104  
   typu LC, 103  
   typu RJ-45, 97, *Patrz* wtyk RJ-45  
   typu SC, 103  
   typu ST, 104  
 złączka  
   SFP, 105  
   SFP+, 137

# PROGRAM PARTNERSKI

— GRUPY HELION —



1. ZAREJESTRUJ SIĘ
2. PREZENTUJ KSIĄŻKI
3. ZBIERAJ PROWIZJĘ

Zmień swoją stronę WWW w działający bankomat!

**Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!**

<http://program-partnerski.helion.pl>

GRUPA  
**Helion** 



## Kwalifikacja INF.02

Administracja i eksploatacja systemów komputerowych, urządzeń peryferyjnych i lokalnych sieci komputerowych

Podręcznik do nauki zawodu **technik informatyk**

Informatycy należą obecnie do najbardziej poszukiwanych specjalistów. Dlatego tytuł, który uzyskuje się w szkole średniej, nie stanowi jedynie świadectwa ukończenia pewnego etapu edukacji. **Technik informatyk** to zawód o wymiernej wartości rynkowej. Absolwenci tego kierunku kształcenia nie mają większych problemów ze znalezieniem intratnego i rozwojowego zajęcia, a pracodawcy chętnie inwestują w ich szkolenia, by mogli zdobywać coraz wyższe kwalifikacje. Wśród umiejętności, które powinien posiadać specjalista w tej dziedzinie, jest tworzenie lokalnych sieci komputerowych i zarządzanie nimi.

Treści, które zawiera *Kwalifikacja INF.02. Administracja i eksploatacja systemów komputerowych, urządzeń peryferyjnych i lokalnych sieci komputerowych. Część 3. Lokalne sieci komputerowe. Podręcznik do nauki zawodu technik informatyk*, są zgodne z podstawą programową obowiązującą od 1 września 2019 roku, co oznacza, że każdy uczeń musi je znać, rozumieć i potrafić z nich korzystać. Ich znajomość będzie mu niezbędna nie tylko na aktualnym etapie nauki przedmiotu, lecz także w dalszej edukacji. Dla ułatwienia teorii zawartą w podręczniku zilustrowano zrzutami ekranu i czytelnymi grafikami oraz uzupełniono licznymi przykładami praktycznymi.

Publikację podzielono na kilkanaście rozdziałów, szczegółowo omawiających poruszone w nich zagadnienia:

- Rodzaje i składowe sieci komputerowych, podstawowe słownictwo dotyczące sieci, adresacja IP
- Projektowanie, wykonywanie i modernizowanie sieci komputerowych oraz zarządzanie nimi
- Przełączniki, routing i routery oraz urządzenia dostępne w lokalnej sieci bezprzewodowej

*Podręcznik do nauki zawodu technik informatyk* to charakteryzujący się wysoką jakością kompletny zestaw edukacyjny przygotowany przez lidera na rynku książek informatycznych — wydawnictwo Helion.

**W skład zestawu podręczników do kwalifikacji INF.02 wchodzi także:**

- *Kwalifikacja INF.02. Administracja i eksploatacja systemów komputerowych, urządzeń peryferyjnych i lokalnych sieci komputerowych. Część 1. Systemy komputerowe. Podręcznik do nauki zawodu technik informatyk*
- *Kwalifikacja INF.02. Administracja i eksploatacja systemów komputerowych, urządzeń peryferyjnych i lokalnych sieci komputerowych. Część 2. Naprawa i eksploatacja systemów komputerowych. Podręcznik do nauki zawodu technik informatyk*
- *Kwalifikacja INF.02. Administracja i eksploatacja systemów komputerowych, urządzeń peryferyjnych i lokalnych sieci komputerowych. Część 4. Sieciowe systemy operacyjne. Podręcznik do nauki zawodu technik informatyk*

Podręczniki oraz inne pomoce naukowe należące do tej serii zostały opracowane z myślą o wykształceniu kompetentnych techników, którzy bez trudu poradzą sobie z wyzwaniami, jakie stawia przed nimi współczesna informatyka. Wiedza zawarta w serii pomoże zdać egzamin zawodowy i uzyskać umiejętności praktyczne, przydatne w przyszłej pracy.

**Helion**

helion.pl

HELION SA  
ul. Kościuszki 1c  
44-100 Gliwice  
tel.: 32 230 98 63  
helion@helion.pl

Sprawdź nasze szkolenia!

SZKOLENIA  
AKADEMIA IT & BUSINESS

HELIONSZKOLENIA.PL

KOD KORZYŚCI  
Sięgnij po więcej!



ISBN 978-83-283-5901-7



9 788328 359017