

Łukasz Guziak



**KONFIGURACJA  
USŁUG SIECIOWYCH  
NA URZĄDZENIACH  
MIKROTIK**

Helion 

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiegokolwiek 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.

Autor oraz wydawca 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. Autor oraz wydawca nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Redaktor prowadzący: Małgorzata Kulik

Projekt okładki: Studio Gravite/Olsztyn  
Obarek, Pokoński, Pazdrijowski, Zaprucki

Materiały graficzne na okładce zostały wykorzystane za zgodą Shutterstock.

Helion S.A.

ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice

tel. 32 230 98 63

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

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

Drogi Czytelniku!

Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres

<https://helion.pl/user/opinie/konusi>

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

ISBN: 978-83-289-0488-0

Copyright © Helion S.A. 2024

Printed in Poland.

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

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

# Spis treści

---

	<b>Wstęp</b> .....	<b>7</b>
ROZDZIAŁ 1.	<b>Wirtualizacja routera MikroTik</b> .....	<b>9</b>
	1.1. VirtualBox — dwa sposoby na utworzenie wirtualnego routera .....	9
	1.2. GNS3 — wirtualizacja sieci .....	17
	1.3. Gdy coś pójdzie nie tak — lista potencjalnych problemów wraz z rozwiązaniem .....	33
ROZDZIAŁ 2.	<b>Pierwsze połączenie z routerem</b> .....	<b>39</b>
	2.1. Quick set, WebFig oraz terminal .....	39
	2.2. WinBox .....	42
	2.3. Połączenie zdalne — Telnet .....	45
	2.4. Połączenie zdalne — SSH .....	47
	2.5. RoMON .....	52
ROZDZIAŁ 3.	<b>Wiersz poleceń systemu RouterOS. Terminal</b> .....	<b>57</b>
ROZDZIAŁ 4.	<b>Zarządzanie routerem</b> .....	<b>63</b>
	4.1. Identyfikacja routera .....	63
	4.2. Użytkownicy i grupy .....	64
	4.3. Zarządzanie usługami .....	67
	4.4. SMB .....	74
	4.5. Kopia zapasowa i przywracanie .....	76
	4.6. Czas .....	79
	4.7. Klient NTP oraz serwer czasu .....	80
	4.8. Przywracanie ustawień fabrycznych .....	82
	4.9. Historia wydanych poleceń .....	84
	4.10. Note .....	84
	4.11. Kontrola rodzicielska .....	86
	4.12. Poziomy licencji RouterOS .....	89
ROZDZIAŁ 5.	<b>Aktualizacja oprogramowania</b> .....	<b>90</b>
	5.1. Aktualizacja firmware .....	90
	5.2. Aktualizacja systemu .....	91
	5.3. Identyfikacja platformy sprzętowej .....	93
	5.4. Downgrade — zmiana wersji systemu na niższą .....	94
	5.5. Reinstalacja systemu RouterOS za pomocą narzędzia Netinstall .....	96

ROZDZIAŁ 6.	<b>Połączenie z siecią Internet</b> .....	<b>100</b>
	6.1. Połączenie z siecią Internet — interfejs Ethernet .....	100
	6.2. Połączenie z siecią Internet za pomocą modemu sieci GSM .....	106
	6.3. Brak dostępu do sieci Internet — najczęściej spotykane problemy wraz ze sposobem ich rozwiązania .....	110
ROZDZIAŁ 7.	<b>Protokoły DHCP oraz ARP</b> .....	<b>116</b>
	7.1. Utworzenie i skonfigurowanie serwera DHCP .....	116
	7.2. Praca z serwerem DHCP .....	123
	7.3. Protokół ARP .....	127
ROZDZIAŁ 8.	<b>Bridge</b> .....	<b>131</b>
	8.1. Konfiguracja bridge'a .....	131
ROZDZIAŁ 9.	<b>Routing statyczny</b> .....	<b>138</b>
	9.1. Konfiguracja routingu statycznego .....	140
	9.2. Sumaryzacja tras .....	144
ROZDZIAŁ 10.	<b>VPN</b> .....	<b>147</b>
	10.1. Połączenie VPN lokacja-lokacja PPTP .....	147
	10.2. Połączenie VPN lokacja-lokacja SSTP .....	156
	10.3. Połączenie VPN lokacja-klient PPTP .....	172
	10.4. Połączenie VPN lokacja-klient SSTP .....	181
	10.5. DDNS .....	186
ROZDZIAŁ 11.	<b>PPPoE</b> .....	<b>190</b>
	11.1. Konfiguracja połączenia PPPoE .....	190
	11.2. Konfiguracja połączenia PPPoE z poziomu systemu Windows oraz Linux .....	198
ROZDZIAŁ 12.	<b>Quality of service</b> .....	<b>206</b>
	12.1. Bandwidth server .....	206
	12.2. Simple Queue .....	210
	12.3. Burst .....	216
	12.4. Kolejki PCQ .....	219
ROZDZIAŁ 13.	<b>Tools</b> .....	<b>229</b>
	13.1. Ping .....	229
	13.2. Traceroute .....	230
	13.3. IP Scan .....	231
	13.4. Wake on LAN .....	232
	13.5. Email .....	232
	13.6. Netwatch .....	235
	13.7. Telnet .....	238
	13.8. Speed Test .....	239

ROZDZIAŁ 14.	<b>Monitoring</b> .....	<b>241</b>
	14.1. Profile .....	241
	14.2. Torch .....	242
	14.3. Packet Sniffer .....	243
	14.4. Graphing .....	247
	14.5. Dude .....	250
ROZDZIAŁ 15.	<b>Firewall</b> .....	<b>254</b>
	15.1. Connection tracking .....	254
	15.2. Reguły firewala .....	256
	15.3. Przekierowanie zapytań DNS .....	264
	15.4. Layer 7 Protocol .....	269
ROZDZIAŁ 16.	<b>Sieci bezprzewodowe</b> .....	<b>272</b>
	16.1. Konfiguracja sieci Wi-Fi za pomocą karty Quick Set .....	274
	16.2. Konfiguracja sieci Wi-Fi od podstaw — opcje interfejsu .....	275
	16.3. Konfiguracja sieci Wi-Fi od podstaw — profile .....	282
	16.4. Tryb Station .....	290
	16.5. Access list .....	294
	16.6. Wykrywanie sieci radiowych. Identyfikacja ich parametrów .....	297
ROZDZIAŁ 17.	<b>Aplikacje mobilne</b> .....	<b>303</b>
	17.1. MikroTik Home .....	303
	17.2. MikroTik Pro .....	305



## ROZDZIAŁ 1.

# Wirtualizacja routera MikroTik

---

Wszystkie opisane w książce ćwiczenia i symulacje wykonałem z użyciem fizycznych urządzeń. Mam kilka nieużywanych na co dzień routerów, mogę więc swobodnie budować i testować konfiguracje sieciowe. Dzięki polityce firmy MikroTik także Ty jesteś w stanie wykonać wszystkie opisane ćwiczenia samodzielnie bez kupowania dodatkowego sprzętu — całkowicie **za darmo**. Pewnie zachodzisz w głowę, jak to możliwe. Otóż umożliwia to wirtualizacja. Dzięki użyciu takich narzędzi jak GNS3 i VirtualBox w połączeniu z obrazami systemów udostępnionymi przez MikroTik będziesz mógł sprawdzić w praktyce wszystkie przedstawione w książce przykłady.

W tym rozdziale:

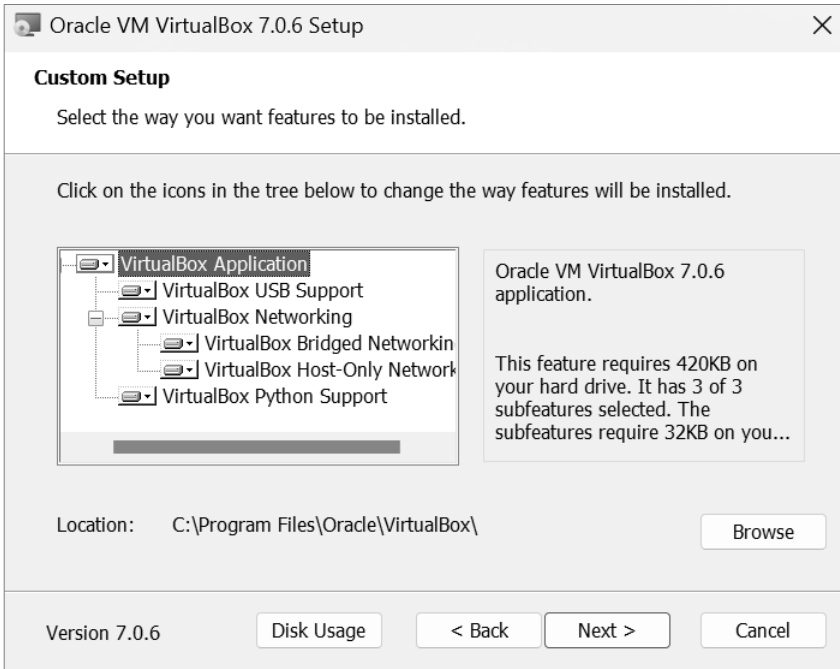
1. Pobierzesz i zainstalujesz aplikację VirtualBox. Utworzysz wirtualny router MikroTik z użyciem obrazu maszyny (plik OVA) oraz dysku z systemem (plik VDI).
2. Zainstalujesz aplikację GNS3 i utworzysz pierwszy projekt. Skonfigurujesz połączenie pomiędzy fizyczną maszyną a wirtualnym routerem.
3. Przekonasz się, jak GNS3 współpracuje z systemem Linux.
4. Utworzysz wirtualny router z wykorzystaniem Qemu.
5. Dowiesz się, jak rozwiązać problemy, gdy coś pójdzie nie tak.

## 1.1. VirtualBox — dwa sposoby na utworzenie wirtualnego routera

---

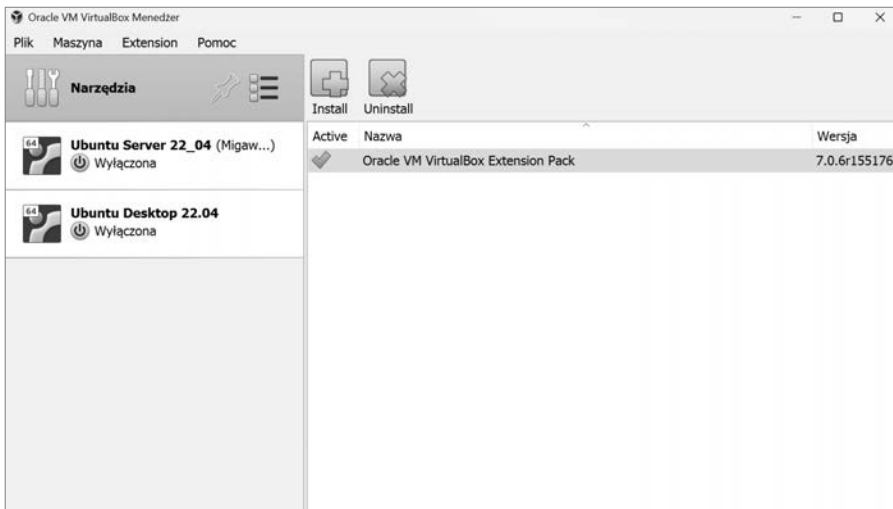
VirtualBox jest narzędziem, które pozwala tworzyć wirtualne maszyny. Dzięki niemu nie musimy fizycznie instalować systemu, możemy go uruchomić w wirtualnym środowisku. Otwiera to przed nami nowe możliwości, bo nic nie stoi na przeszkodzie, aby np. w systemie Windows uruchomić maszynę działającą pod kontrolą systemu Linux i na odwrót.

Ze strony producenta (<https://www.virtualbox.org/>) pobieramy oprogramowanie wraz z pakietem rozszerzeń (tzw. *VM VirtualBox Extension Pack*). Następnym krokiem jest instalacja narzędzia. W jej trakcie nastąpi wyłączenie interfejsów sieciowych, dlatego zaleca się zakończenie trwających połączeń, np. pobierania pliku — rysunek 1.1.



**RYСУNEK 1.1.** Okno instalacji narzędzia VirtualBox

Aby zainstalować pakiet rozszerzeń, klikamy dwukrotnie na pobrany plik i postępujemy zgodnie z instrukcjami instalatora. Aby zweryfikować instalację, wybieramy z menu *Plik* opcję *Narzędzia*, a następnie *Extension Pack Manager* lub korzystamy ze skrótu klawiaturowego *Ctrl+T* — rysunek 1.2.



**RYСУNEK 1.2.** Instalacja rozszerzenia Oracle VM VirtualBox Extension Pack

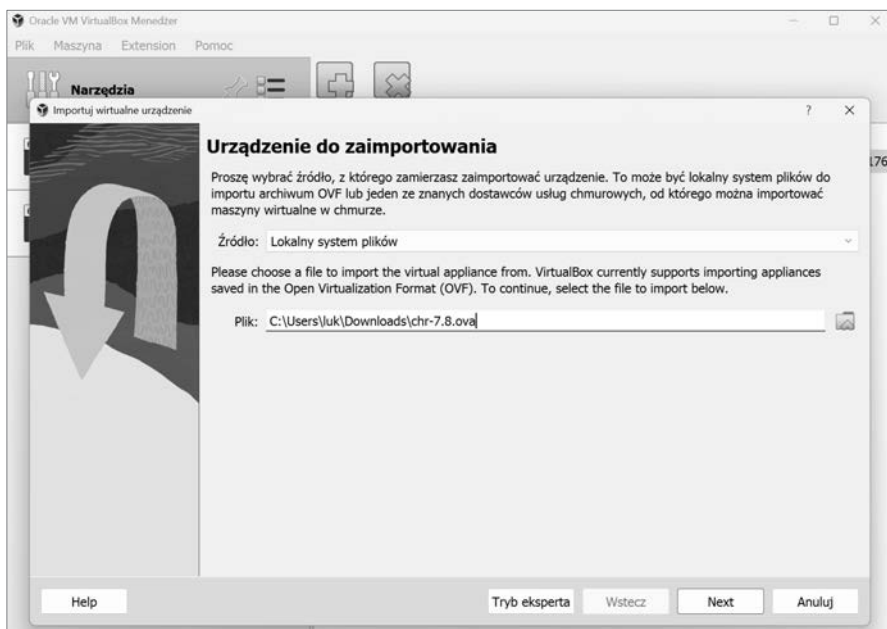


Kolejny krok to pobranie obrazu systemu RouterOS. Producent przygotował wszystkie niezbędne pliki. Po przejściu na stronę <https://mikrotik.com/download> odszukujemy sekcję *Cloud Hosted Router*. Do wyboru mamy dwa rozwiązania: pobieramy gotowy plik obrazu maszyny (*OVA template*) lub plik dysku wirtualnej maszyny (*VDI image*). Spośród dostępnych wersji wybieramy tę oznaczoną najwyższym numerem (producent udostępnia także wersje starsze oraz rozwojowe). VirtualBox nie jest jedynym obsługiwanym rozwiązaniem, gdyż dostępne są również pliki pozwalające uruchomić system routera za pomocą oprogramowania VMware (*VMDK image*) lub bezpośrednio w systemie Windows po instalacji oprogramowania Hyper-V (systemowe narzędzie przeznaczone do wirtualizacji, obecne w wersjach: *Enterprise*, *Pro* oraz *Education*). Aby użyć Hyper-V, należy pobrać obraz systemu w formacie VHDX (*VHDX image*).

MikroTik oferuje cztery poziomy licencjonowania. Nie są one w żaden sposób ograniczone funkcjami systemu, lecz prędkością interfejsów sieciowych (*upload*). Licencja bezpłatna pozwala na połączenia z maksymalną prędkością 1 Mb/s. Pozostałe trzy to licencje płatne. Można by sądzić, że 1 Mb/s to niewiele, ale do wykonania ćwiczeń i testów w zupełności wystarczy. Jedynie w scenariuszach, w których będziemy omawiać QoS, odczujesz, że prędkość połączenia jest ograniczeniem.

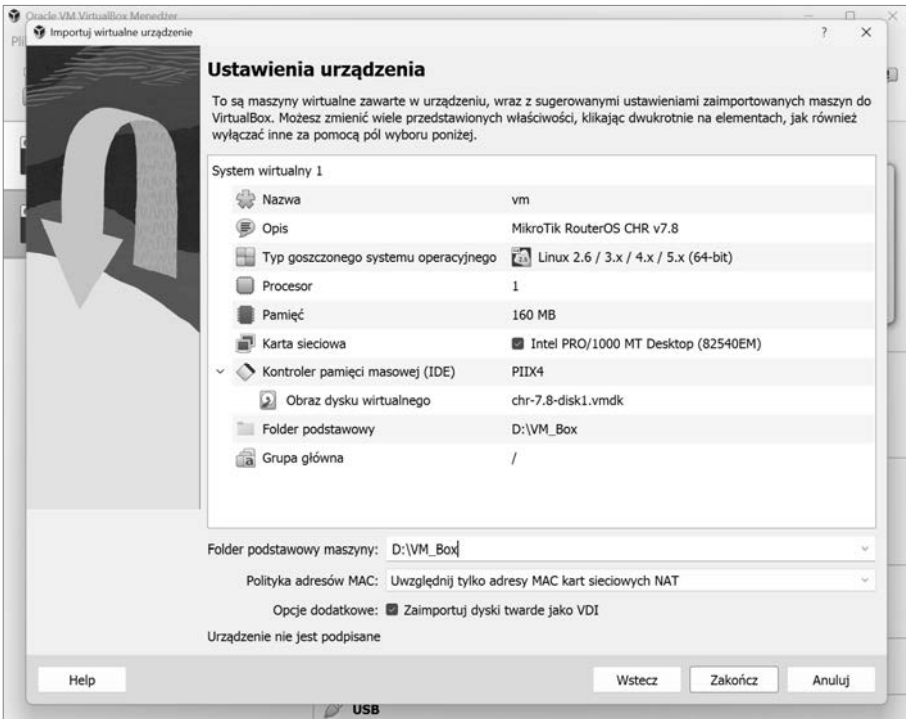
## Sposób pierwszy — plik OVA

Aby zaimportować maszynę z pliku OVA, należy z menu po rozwinięciu *Plik* wybrać opcję *Importuj urządzenie wirtualne*. W nowo otwartym oknie importu wskazujemy na pobrany plik — rysunek 1.3.



RYSUNEK 1.3. Tworzenie wirtualnej maszyny z użyciem pliku OVA

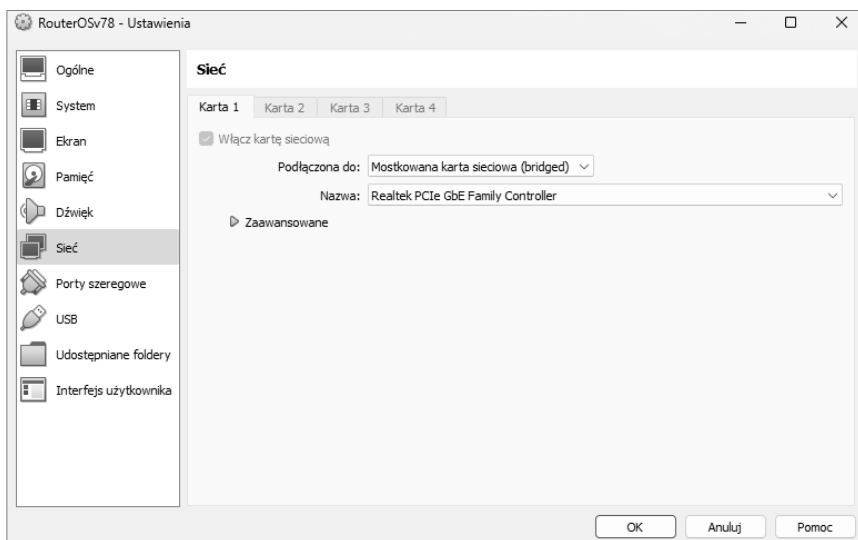
Nie musimy określać parametrów wirtualnego routera (ilość pamięci RAM, wielkość wirtualnego dysku twardego itd.), gdyż dane te są zapisane w importowanym pliku. Jeśli jednak dojdiesz do wniosku, że np. ilość przydzielonej pamięci RAM jest zbyt mała, domyślną wartość zmodyfikujesz po dwukrotnym kliknięciu pozycji *Pamięć*. W ten sposób zmienisz wartość każdego z parametru. Teraz zaś w polu *Folder podstawowy maszyny* określamy lokalizację, w której będą przechowywane pliki wirtualnego hosta — rysunek 1.4.



**RYСУNEK 1.4.** Ustawienia wirtualnej maszyny

Kliknięcie przycisku *Zakończ* spowoduje zaimportowanie maszyny.

Wirtualny router jest gotowy do użycia. Zanim jednak go uruchomimy, musimy sprawdzić ustawienia karty sieciowej. Aby komunikacja z wirtualnym routerem była możliwa, kartę należy przestawić w tryb pracy **bridge**. Dzięki temu wirtualny host uzyska połączenie z fizyczną siecią (zostanie mu przypisany adres IP). Stosowne ustawienie znajdziesz w ustawieniach maszyny na karcie *Ustawienia/Sieć*. Z listy dostępnych opcji należy wybrać: *Mostkowana karta sieciowa (bridged)* — rysunek 1.5.



**RYСУNEK 1.5.** Ustawienia karty sieciowej

W oknie menadżera wybieramy ikonę *Uruchom*. Jeśli wszystko przebiegło prawidłowo, po chwili powinien się pokazać ekran logowania.

Domyślne dane logowania to: admin wraz z pustym hasłem (wciskamy *Enter*). Po ich wprowadzeniu zostanie wyświetlone pytanie Czy pokazać treść licencji? oraz nastąpi zmiana hasła. Ponieważ router dzięki przestawieniu karty sieciowej w tryb bridge ma dostęp do fizycznej sieci, zostanie mu przydzielony adres IP (oczywiście w sieci musi być aktywny serwer DHCP, ale z reguły tak jest). Adres IP sprawdzimy przez wydanie polecenia `ip addresses print`. Routerowi został przydzielony adres IP `10.0.0.6`.

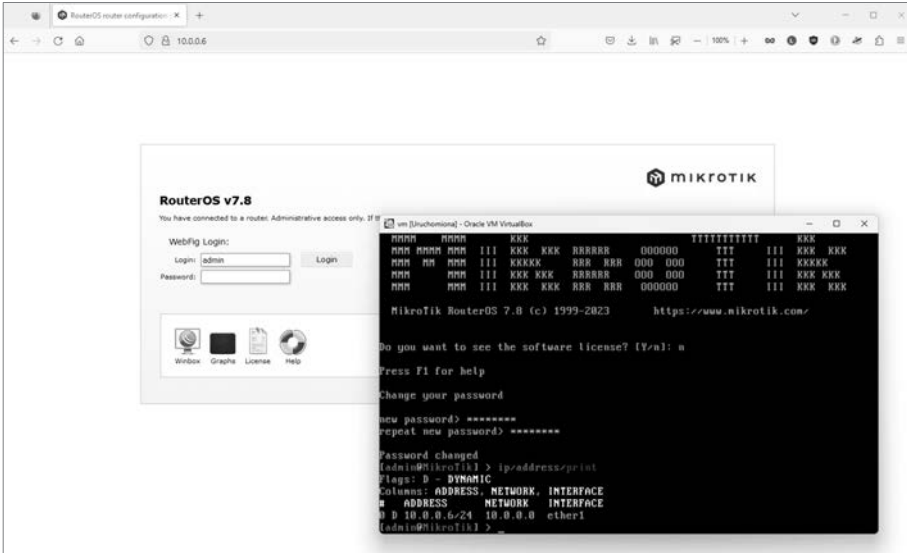
Wpisanie adresu IP w przeglądarce spowoduje wyświetlenie ekranu logowania *WebFig* — rysunek 1.6.

Wpisanie danych dostępowych loginu: admin w połączeniu z hasłem sprawi, że uzyskamy dostęp do panelu zarządzania routerem. Dzięki temu nie jesteśmy skazani na wiersz poleceń; router można konfigurować z użyciem środowiska graficznego — rysunek 1.7.

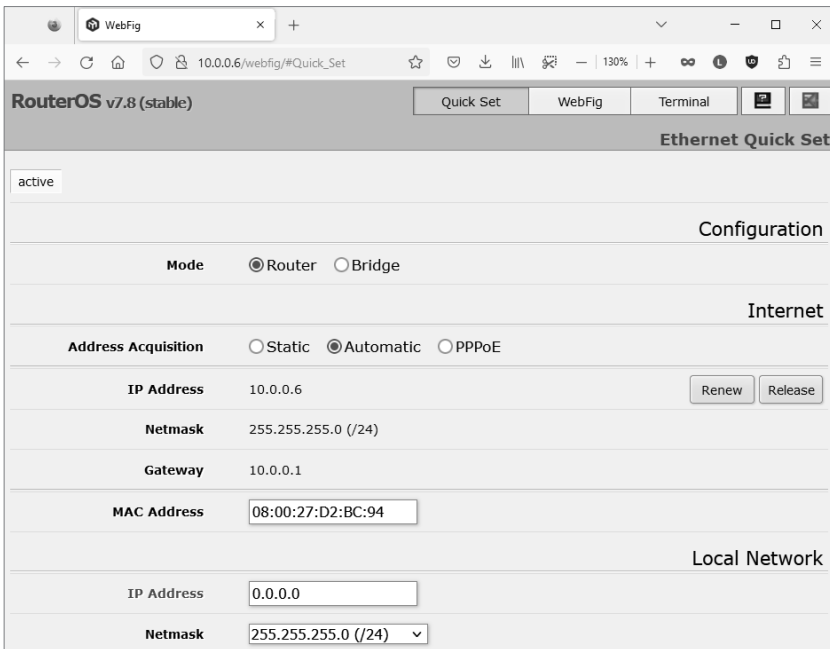
## Sposób drugi — plik VDI

Użycie pliku OVA, choć wygodne, nie jest jedynym sposobem przygotowania wirtualnej maszyny; możemy również wykorzystać plik wirtualnego dysku (plik formatu VDI).

Tworzenie wirtualnej maszyny rozpoczynamy od kliknięcia ikony *Nowa*. W polu *Nazwa* określamy nazwę maszyny, a pole *Folder* określa lokalizację plików maszyny.

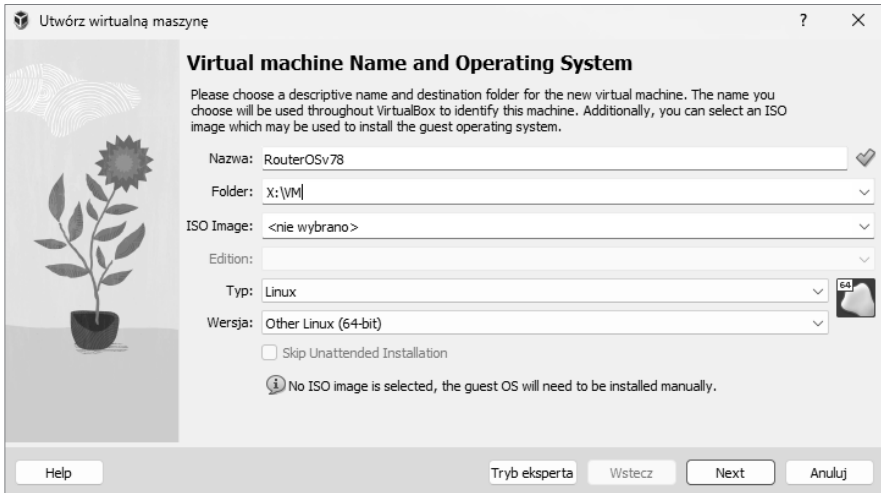


RYSUNEK 1.6. Połączenie z routerem



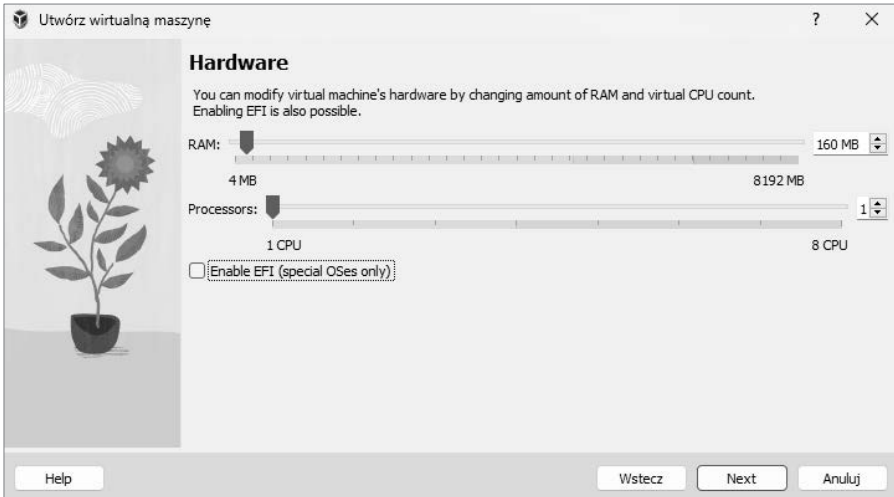
RYSUNEK 1.7. Panel zarządzania routerem — przeglądarka

Pole *ISO Image* służy do wskazania pliku instalacyjnego systemu, np. gdy wykonujemy instalację systemu z rodziny Windows bądź Linux. Pozostawiamy ustawienie: *<nie wybrano>*. Typ systemu ustalamy na *Linux*, wersję zaś na *Other Linux (64-bit)* — rysunek 1.8.



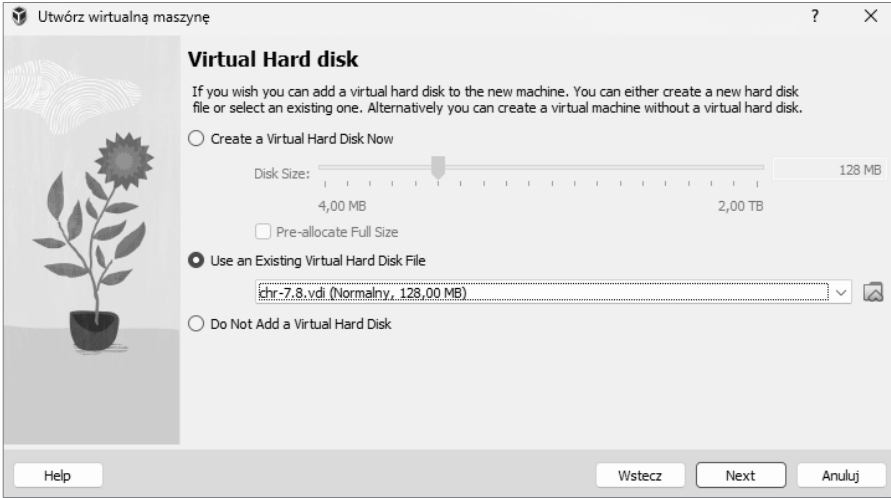
**RYSUNEK 1.8.** Opcje konfiguracji systemu wirtualnej maszyny

Następne okno pozwala na przydzielenie pamięci RAM oraz liczby rdzeni procesora. Pozostawiamy wartości domyślne: *160 MB* i *1 CPU*. W razie potrzeby zawsze możemy te wartości zmienić — rysunek 1.9.



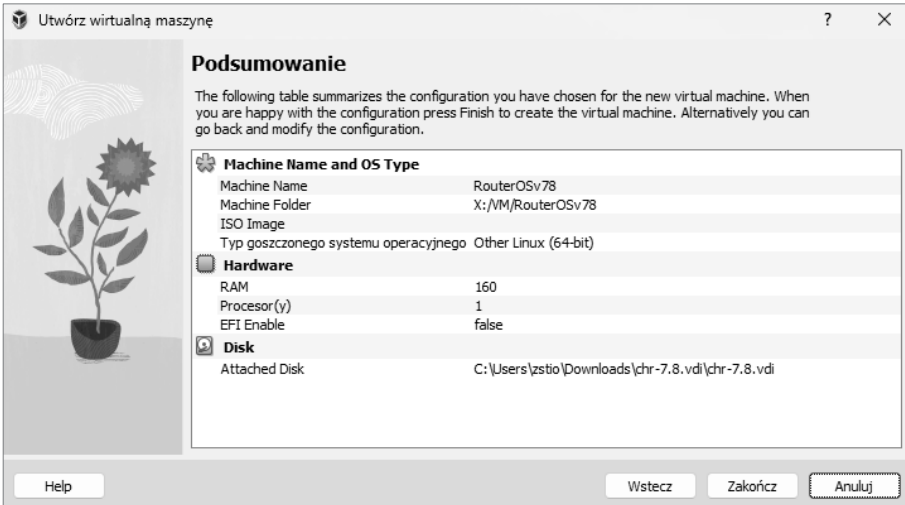
**RYSUNEK 1.9.** Określenie zasobów sprzętowych wirtualnej maszyny

Kolejny krok to ustalenie opcji pamięci masowej. Ponieważ korzystamy z gotowego rozwiązania (dysk został przygotowany przez producenta), jedyne, co musimy zrobić, to wskazać plik. Wybieramy opcję *Use an Existing Virtual Hard Disk File* i za pomocą ikony *Folder* dodajemy dysk do bazy programu (wskazujemy jego lokalizację). Dodanie dysku sprawi, że pojawi się on na rozwijanej liście — rysunek 1.10.



**RYSUNEK 1.10.** Opcje wirtualnego dysku twardego

Ostatnie okno to podsumowanie ustawień. Kliknięcie przycisku *Zakończ* tworzy wirtualny router — rysunek 1.11.



**RYSUNEK 1.11.** Podsumowanie ustawień

Wybór sposobu utworzenia wirtualnej maszyny to kwestia upodobań. Którykolwiek sposób wybierzesz, efekt będzie identyczny.

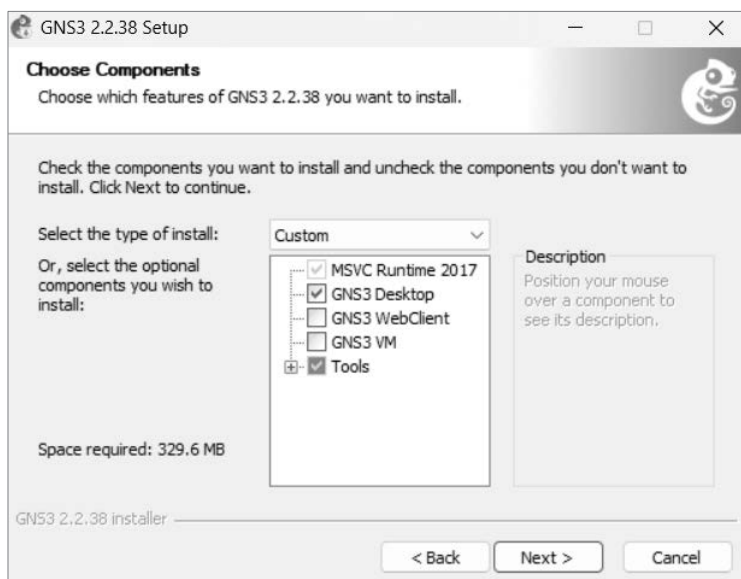
## 1.2. GNS3 — wirtualizacja sieci

GNS3 jest darmowym narzędziem, które pozwala budować i testować sieć komputerową, a wszystko odbywa się w wirtualnym środowisku. Nie trzeba posiadać tony sprzętu, aby móc tworzyć złożone topologie sieciowe. Wyobraź sobie sieć opartą na sześciu routerach, kilku przełącznikach, firewallu i hostach. Z GNS3 to nic trudnego.

### Instalacja GNS3 i konfiguracja narzędzia

Aby pobrać instalator narzędzia, trzeba się zarejestrować na stronie producenta. Po przejściu na stronę <https://www.gns3.com/> wybieramy *Sign In*.

Po utworzeniu konta i pobraniu aplikacji przystępujemy do jej instalacji. Podczas tego procesu zostanie pobranych szereg dodatkowych narzędzi (np. program do analizy ruchu sieciowego Wireshark), dlatego też zostaną uruchomione dodatkowe procesy instalacyjne — rysunek 1.12.



**RYSUNEK 1.12.** Okno instalacji aplikacji GNS3

Po zakończeniu instalacji uruchamiamy aplikację. Na ekranie konfiguracji serwera wybieramy opcję *Run appliances on my local computer*. Wybór tej opcji sprawi, że za wszystkie operacje związane z wirtualizacją będzie odpowiadał nasz komputer.

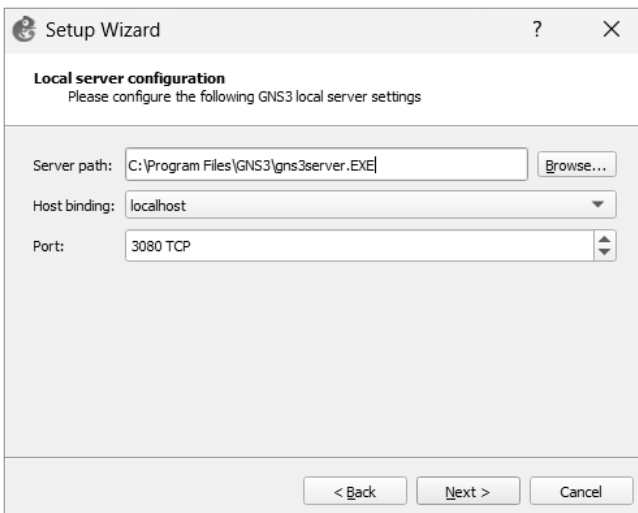
Nie jest to preferowane ustawienie. Producent narzędzia zaleca, aby jako serwer wykorzystać wirtualną maszynę, którą również można pobrać ze strony projektu. Lecz na nasze potrzeby w zupełności takie ustawienie wystarcza.

Program pozwala na jeszcze jedno ustawienie — użycie osobnego serwera. To opcja wykorzystywana w środowiskach, w których wiele osób używa GNS3. Zewnętrzny serwer odpowiada za obsługę wszystkich klientów — rysunek 1.13.



**RYСУNEK 1.13.** Tryby pracy aplikacji GNS3

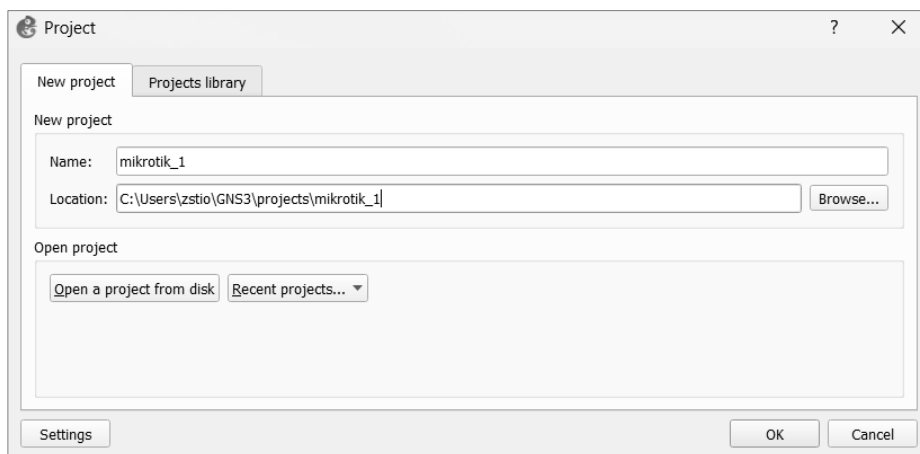
W kolejnym oknie pozostawiamy zaproponowane ustawienia — nie ma potrzeby ich zmiany. Domyślny port TCP należy zmienić w sytuacji, gdy jest on już zajęty przez inny proces. Pamiętajmy, że dwa procesy nie mogą odwoływać się do tego samego numeru portu — rysunek 1.14.



**RYСУNEK 1.14.** Okno ustawienia lokalizacji oraz portu

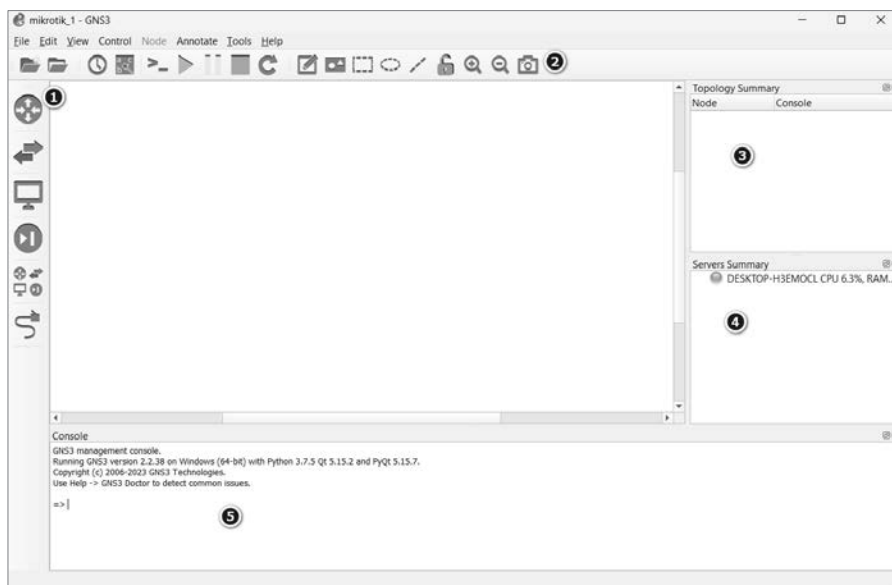


Aplikacja GNS3 została uruchomiona. Pierwszym krokiem jest utworzenie i zapisanie projektu. Wybieramy pierwszą ikonę z lewej, *New blank project*, i określamy nazwę projektu. Domyślna lokalizacja zapisu projektów w systemie Windows to katalog `C:\Users\<nazwa_użytkownika>\GNS3\projects` — rysunek 1.15



**RYСУNEK 1.15.** Określenie lokalizacji zapisu projektu

Główne okno programu zostało podzielone na szereg mniejszych części — rysunek 1.16.

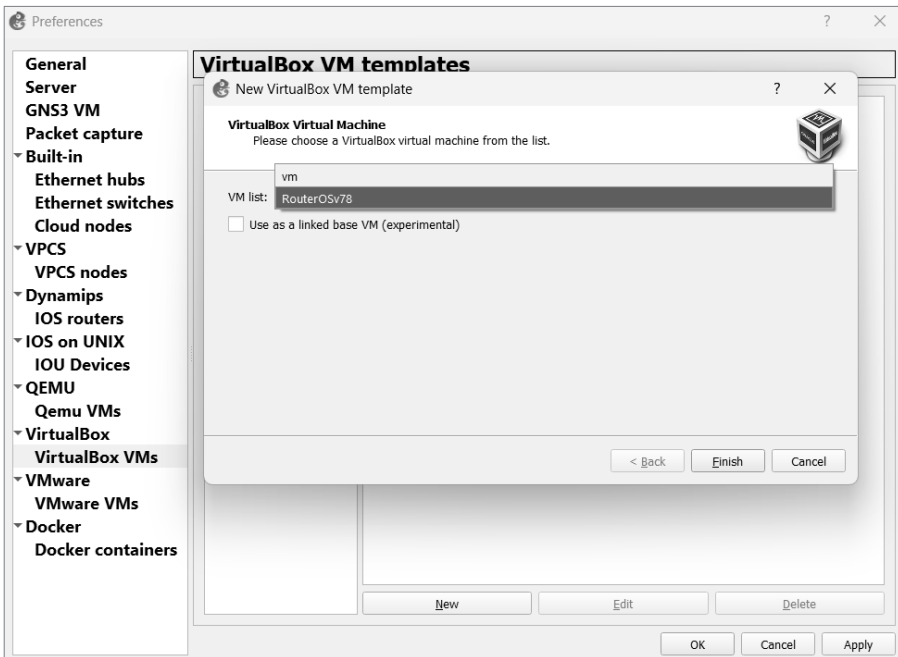


**RYСУNEK 1.16.** Główne okno aplikacji GNS3

Po lewej znajduje się menu wyboru urządzeń (1), podzielone na sekcje: *Routers* (routery), *Switches* (przełączniki, koncentratory), *End Devices* (wirtualne komputery, VPCS), *Security Devices* (zapory sieciowe), *All Devices* oraz *Add a link* (wybór ikony

pozwala połączyć urządzenia ze sobą). To tu będziemy sięgać po urządzenia, które wykorzystamy w projekcie. U góry znajduje się menu narzędziowe (2), pozwalające m.in. na otwarcie/zapisanie projektu, utworzenie migawki, uruchomienie/wstrzymanie/zatrzymanie urządzeń tworzących projekt czy wykonanie zrzutu ekranu. Po prawej umieszczono dwa okna, z których pierwsze zawiera informacje o urządzeniach użytych w projekcie (3), tzw. nodach, a drugie przedstawia wykorzystanie zasobów serwera (4) (w naszym przypadku jest to maszyna lokalna, gdyż tak zdecydowaliśmy podczas pierwszego uruchomienia aplikacji). U dołu znajduje się konsola (5) — tu będą pojawiały się komunikaty o błędach czy informacje o stanie urządzeń.

Aby wykorzystać wirtualne maszyny stworzone za pomocą VirtualBox, musimy obie aplikacje ze sobą połączyć. Wybieramy z menu *Edit*, a następnie *Preferences*. W nowo otwartym oknie przechodzimy do karty *VirtualBox VMs* i klikamy przycisk *New*. Z listy wybieramy wirtualną maszynę (lista powinna zawierać wszystkie maszyny dostępne w oknie VirtualBox). Zmiany zatwierdzamy przyciskiem *Finish*. Od tej pory wirtualnego hosta można użyć w projekcie — rysunek 1.17.



RYСУNEK 1.17. Połączenie aplikacji VirtualBox z GNS3

## GNS3, pierwszy projekt

Możemy rozpocząć tworzenie projektu. Zanim jednak to zrobimy, musimy wykonać korektę ustawień wirtualnego routera. Wybieramy ikonę *Browse End devices*, a następnie, dwukrotnym kliknięciem, wirtualnego hosta.

Pierwszym krokiem jest zmiana domyślnej ikony maszyny, gdyż ta sugeruje, że mamy do czynienia z komputerem. Dzięki temu nasz projekt stanie się czytelniejszy. W nowo otwartym oknie po kliknięciu przycisku *Browse* i rozwinięciu sekcji *Classic* odszukujemy pozycję *router* — rysunek 1.18.

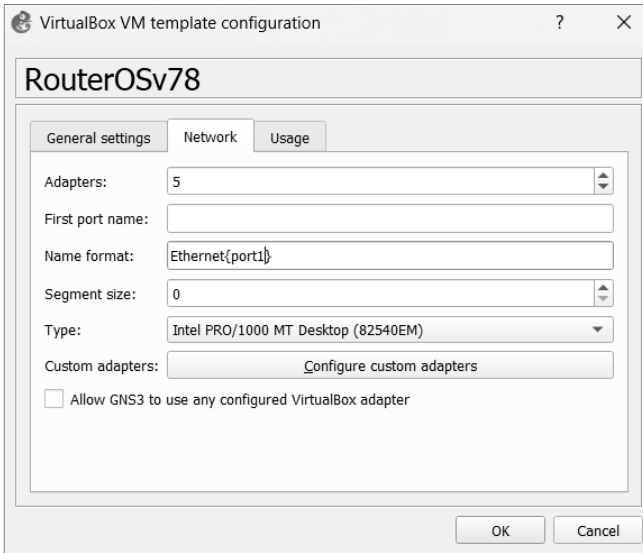


**RYСУNEK 1.18.** Dostosowanie ustawień maszyny wirtualnej

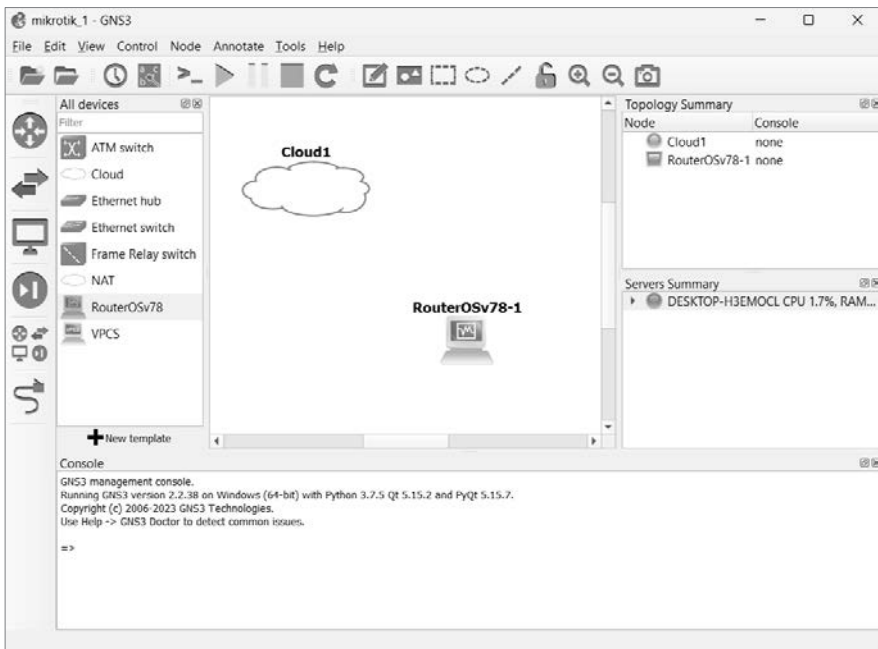
W polu *Category* pozycję *End Devices* zamieniamy na *Routers* — dzięki temu ustawieniu urządzenie zostanie przeniesione do sekcji *Routers* (z urządzenia końcowe).

Kolejnym ustawieniem będzie zmiana nazewnictwa interfejsów. Domyślnie ich numeracja rozpoczyna się od 0 (tak jest np. w urządzeniach Cisco). Oszczędźmy sobie problemów z identyfikacją portów i zmieńmy ustawienie tak, aby pierwszy port był oznaczony cyfrą 1, tak jak to jest w rzeczywistości. W tym celu przechodzimy na zakładkę *Network* i w polu *Name format* zapis `Ethernet{0}` zamieniamy na `Ethernet{port1}`. Dodatkowo zwiększamy liczbę dostępnych interfejsów z 1 do 5 (jeden port WAN + cztery porty LAN) — rysunek 1.19.

Możemy rozpocząć tworzenie projektu. W menu po lewej klikamy ikonę *Browse all Devices* i spośród dostępnych urządzeń wybieramy *Cloud* oraz maszynę *VirtualBox* z zainstalowanym systemem routera. Przed ich połączeniem musimy zmienić ustawienia obiektu *Cloud* — rysunek 1.20



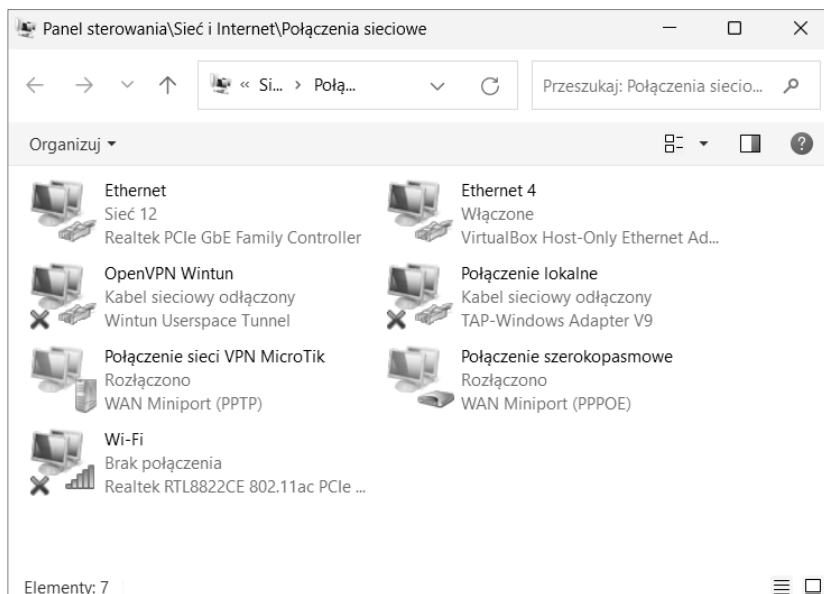
RYSUNEK 1.19. Opcje interfejsów routera



RYSUNEK 1.20. Tworzenie projektu sieci

*Cloud* jest obiektem, którego użycie w projekcie pozwala połączyć ze sobą świat wirtualny z rzeczywistym — fizyczna maszyna uzyska połączenie z wirtualnymi hostami (i na odwrót). Aby jednak tak się stało, pomiędzy oboma światami musi

zostać utworzony „most”, którym będą podróżować dane. W tym celu należy określić interfejs sieciowy, który zostanie użyty do komunikacji — wykorzystamy ten reprezentujący przewodową kartę sieciową. W oknie *Połączenia sieciowe* jest on nazwany *Ethernet* — rysunek 1.21.

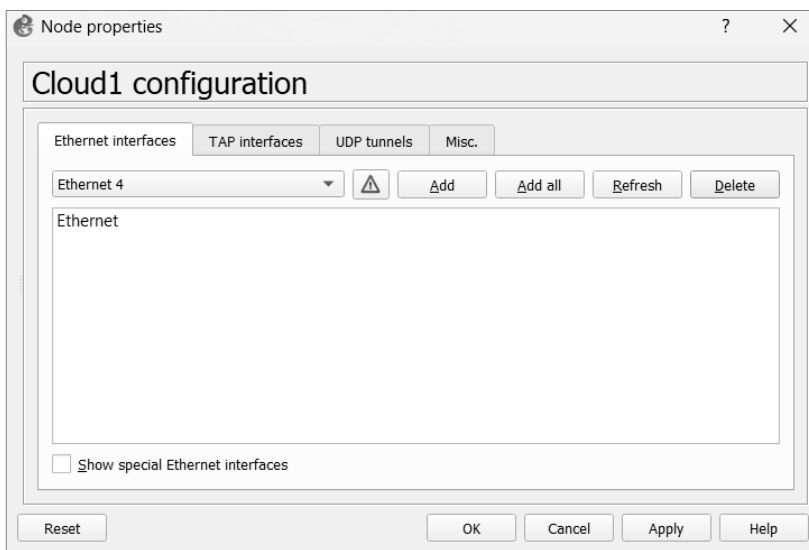


**RYSUNEK 1.21.** Wybór interfejsu, który zostanie powiązany z obiektem Cloud

Klikamy dwukrotnie obiekt *Cloud1* (lub klikamy go prawym przyciskiem myszy i z menu wybieramy opcję *Configure*). W oknie właściwości projektu usuwamy wszystkie interfejsy sieciowe oprócz tego, którego użyjemy (zostawiamy ten o nazwie *Ethernet*) — rysunek 1.22.

Niektórzy Czytelnicy posiadają sprzęt, który jest pozbawiony fizycznej przewodowej karty sieciowej. Nic jednak nie stoi na przeszkodzie, aby użyć interfejsu bezprzewodowego. Wybór karty Wi-Fi będzie możliwy po zaznaczeniu opcji *Show special Ethernet interfaces*. Całość konfiguracji zatwierdzamy przyciskiem *OK*.

Aby połączyć ze sobą oba urządzenia, wybieramy ikonę kabla sieciowego (ostatnia) i po wskazaniu interfejsów łączymy je wirtualnym przewodem. Po stronie obiektu *Cloud* jest to interfejs *Ethernet*, w przypadku zaś routera *Ethernet1*. Etykiety interfejsów (domyślnie wyłączone) wyświetlisz przez wybranie z menu *View*, a następnie *Show/hide interface labels*.



**RYSUNEK 1.22.** Powiązanie interfejsu z obiektem Cloud

Aby uruchomić urządzenia, z menu wybieramy ikonę zielonego trójkąta (choć ja wolę ją nazywać „Play”, gdyż kojarzy mi się z odtwarzaczami video, w których to odtwarzanie taśmy rozpoczynało się od wciśnięcia właśnie przycisku z ikoną trójkąta, często również podpisanego wyrazem *Play*). Po chwili wszystkie urządzenia zostają uruchomione. Dzięki sprzężeniu chmury z rzeczywistym interfejsem wirtualny router otrzymuje od serwera DHCP adres IP (*192.168.1.177*). W celu zweryfikowania komunikacji zostaje wykonany test ping: brama (*192.168.1.1*) odpowiada na ping — rysunek 1.23.

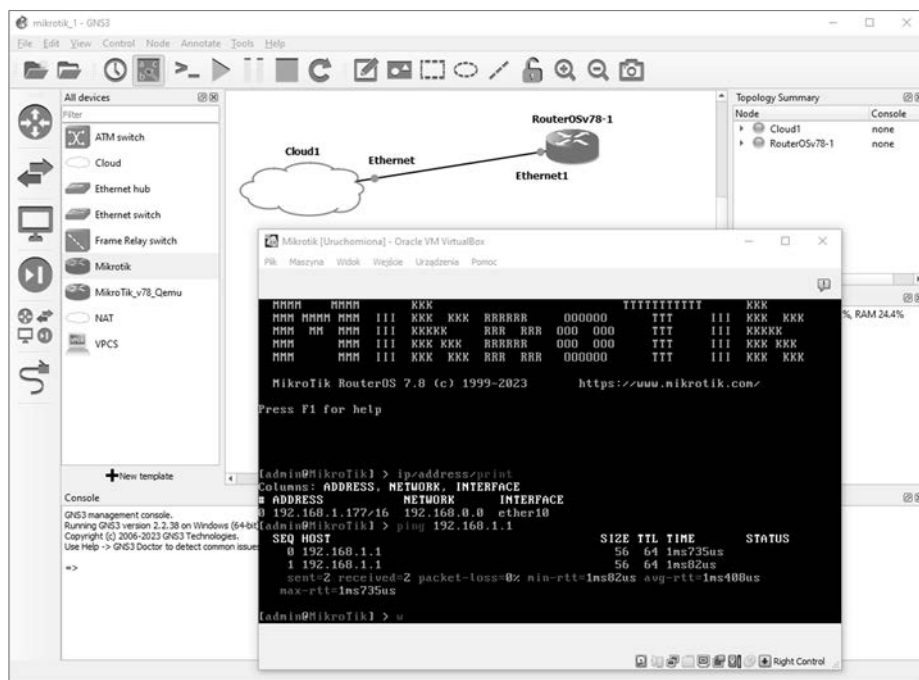
Dzięki takiemu połączeniu uzyskamy dostęp do panelu zarządzania routera.

## GNS3 konfiguracja narzędzia w systemie Linux

Opisane i wykorzystane do tej pory narzędzia działają również w systemie Linux. Ich instalacja nie jest dużym wyzwaniem.

Rozpoczynamy od aktualizacji repozytoriów oraz samego systemu (użyłem Ubuntu 22.04). Uruchamiamy terminal i wydajemy polecenia: `sudo apt update` oraz `sudo apt upgrade`.

Po aktualizacji wydanie polecenia `sudo apt install virtualbox` spowoduje instalację VirtualBox.



RYSUNEK 1.23. Test połączenia

Narzędzie GNS3 nie jest dostępne w domyślnych repozytoriach. Nowe repozytorium, które posłuży do pobrania GNS3, dodamy za pomocą polecenia `sudo add-apt-repository ppa:gns3/ppa`. Po tej operacji ponownie wydajemy polecenie `sudo apt update` — rysunek 1.24.

```

luk@luk-B550-VISION-D: ~
luk@luk-B550-VISION-D: ~$ sudo add-apt-repository ppa:gns3/ppa
Repozytorium: „deb https://ppa.launchpadcontent.net/gns3/ppa/ubuntu/ jammy main”
Opis:
PPA for GNS3 and Supporting Packages. Please see http://www.gns3.com for more de
tails
Więcej informacji: https://launchpad.net/~gns3/+archive/ubuntu/ppa
Dodawanie repozytorium.
Naciśnij [ENTER], aby kontynuować, lub Ctrl-c, aby anulować.
Adding deb entry to /etc/apt/sources.list.d/gns3-ubuntu-ppa-jammy.list
Adding disabled deb-src entry to /etc/apt/sources.list.d/gns3-ubuntu-ppa-jammy.l
ist
Adding key to /etc/apt/trusted.gpg.d/gns3-ubuntu-ppa.gpg with fingerprint F88F6D
313016330404F710FC9A2FD067A2E3EF7B
Stary:1 http://security.ubuntu.com/ubuntu jammy-security InRelease
Pobieranie:2 https://ppa.launchpadcontent.net/gns3/ppa/ubuntu jammy InRelease [1
7,5 kB]
Pobieranie:3 https://ppa.launchpadcontent.net/gns3/ppa/ubuntu jammy/main amd64 P
ackages [1 792 B]
Pobieranie:4 https://ppa.launchpadcontent.net/gns3/ppa/ubuntu jammy/main Transla
tion-en [996 B]
Stary:5 http://pl.archive.ubuntu.com/ubuntu jammy InRelease
Stary:6 http://pl.archive.ubuntu.com/ubuntu jammy-updates InRelease
Stary:7 http://pl.archive.ubuntu.com/ubuntu jammy-backports InRelease
Pobrano 20,3 kB w 2s (11,5 kB/s)
Czytanie list pakietów... Gotowe
luk@luk-B550-VISION-D: ~$

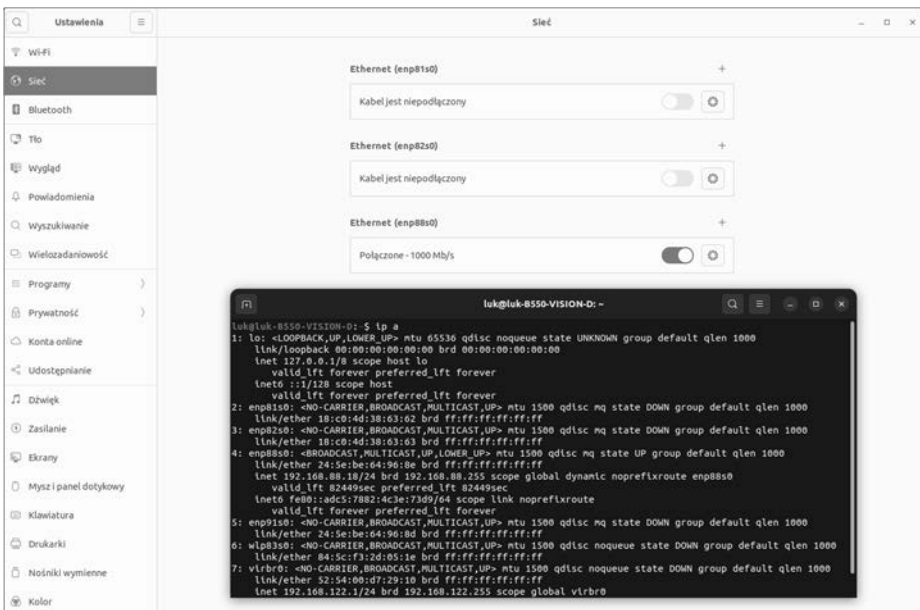
```

RYSUNEK 1.24. Dodanie repozytoriów GNS3

Narzędzie GNS3 zostanie pobrane i zainstalowane po wydaniu polecenia `sudo apt-get install gns3-server gns3-gui`.

Wszystkie narzędzia zostały zainstalowane. Konfiguracja środowiska przebiega identycznie jak w systemie Windows: tworzymy wirtualny router (jedną z opisanych metod), łączymy go z GNS3, wprowadzamy poprawki do konfiguracji i na końcu tworzymy projekt.

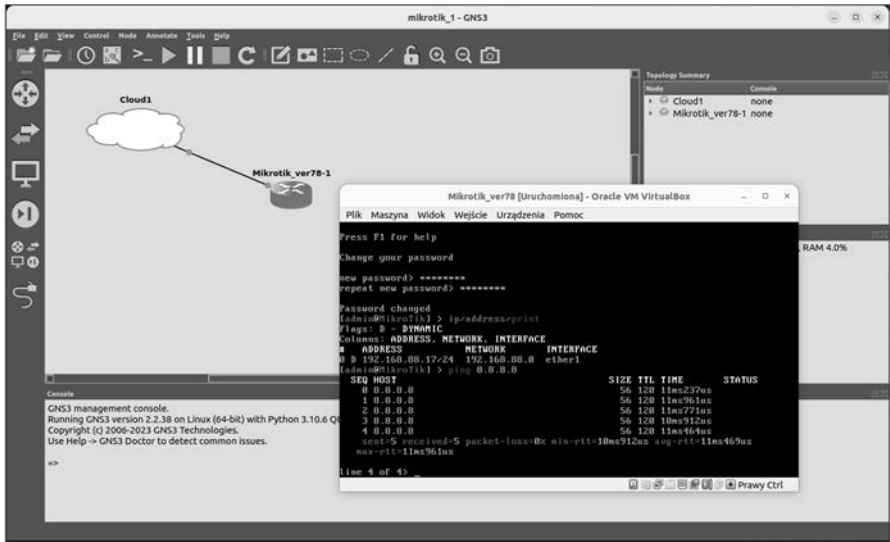
Drobną trudnością może być identyfikacja interfejsu sieciowego wykorzystywanego do komunikacji z siecią LAN, jak i Internet. Aby poznać identyfikator interfejsu, wydajemy polecenie `ip` a bądź `ifconfig` (po zainstalowaniu narzędzia *net-tools*) i odnajdujemy ten, który ma przypisany adres IP (pomijamy interfejs *loopback*). Alternatywą dla terminala jest ekran ustawień sieci. Aktywnym interfejsem jest ten oznaczony jako *enp88s0* — rysunek 1.25.



**RYСУNEK 1.25.** Identyfikacja interfejsów sieciowych w systemie Linux

Zidentyfikowany interfejs łączymy z obiektem *Cloud*. Po utworzeniu i uruchomieniu projektu wirtualny router może korzystać z zasobów sieci LAN, jak i komunikować się z siecią Internet. Test ping wykonany z wykorzystaniem serwera DNS Google (IP *8.8.8.8*) zakończył się sukcesem — rysunek 1.26.





**RYSunek 1.26.** Projekt GNS3 w systemie Linux

## MikroTik w połączeniu z Qemu

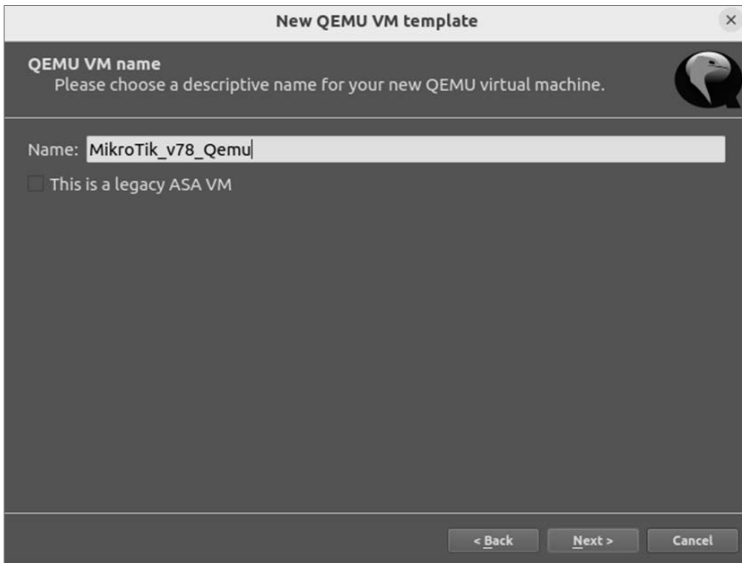
GNS3 jest narzędziem wszechstronnym i wirtualizacja hostów nie jest ograniczona tylko do VirtualBox; można również użyć maszyn utworzonych za pomocą takich narzędzi jak VMware czy Qemu. Drugie rozwiązanie jest szalenie wygodne, gdyż nie trzeba wykonać żadnych dodatkowych operacji (poza jedną w systemie Windows, ale o tym za chwilę), aby móc z niego korzystać. Qemu jest dostępne w GNS3 niezależnie od użytego systemu. Podobnie jak w przypadku VirtualBox rozpoczynamy od pobrania pliku obrazu, który posłuży do utworzenia maszyny. Ponownie przechodzimy na stronę MikroTik i pobieramy obraz w formacie RAW (*Raw disk image*). Pobrany plik należy rozpakować, a ten wyodrębniony powinien mieć rozszerzenie *.img*.

Uruchamiamy aplikację GNS3 (przedstawiona poniżej konfiguracja została wykonana w systemie Linux Ubuntu 22.04) i z menu wybieramy *Edit*, a następnie *Preferences*. W znanym już nam oknie wybieramy pozycję *Qemu VMs*, a następnie przycisk *New*.

Na pierwszym ekranie określamy nazwę tworzonej maszyny — rysunek 1.27.

Następny ekran to wybór biblioteki Qemu oraz przydzielenie pamięci RAM. Jeśli Twój komputer jest wyposażony w dużą ilość pamięci RAM, możesz zwiększyć domyślną wartość, 256 MB, np. podwoić — rysunek 1.28.

Kolejny ekran to wybór sposobu komunikacji z wirtualnym hostem. Domyślnym ustawieniem jest wykorzystanie protokołu Telnet — rysunek 1.29.

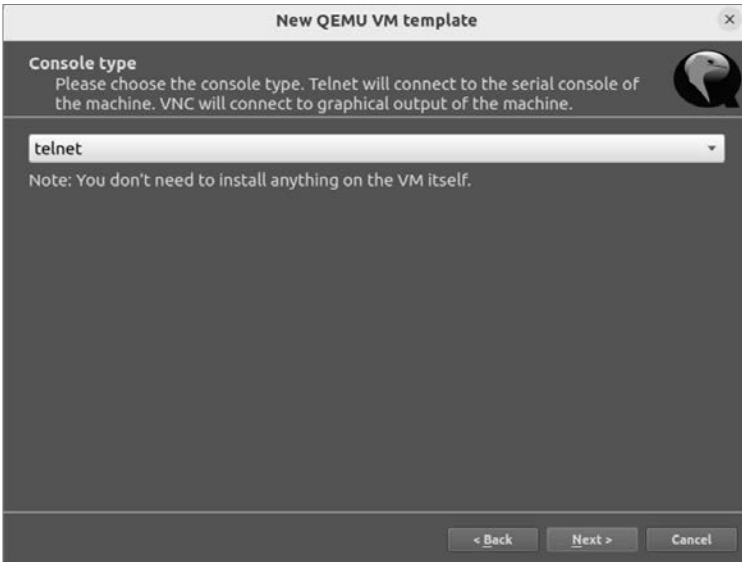


**RYSUNEK 1.27.** Qemu, nazwa maszyny

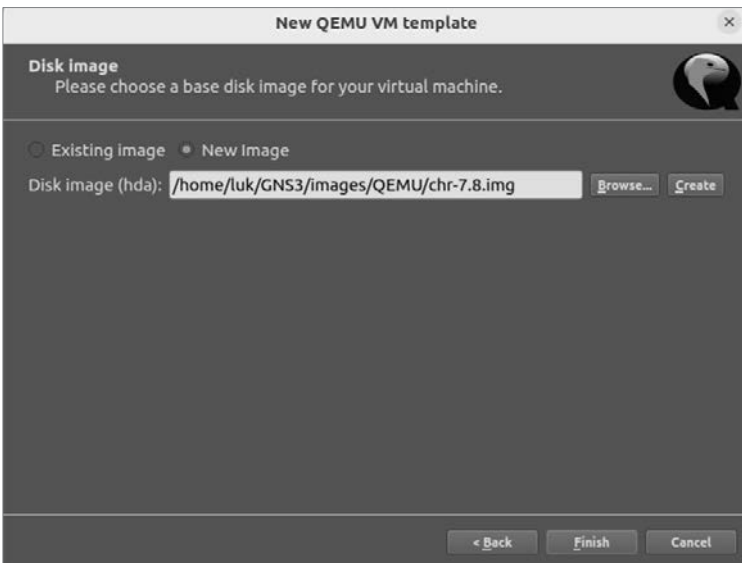


**RYSUNEK 1.28.** Qemu, określenie ilości pamięci RAM

Ostatni ekran kreatora służy do wybrania pliku obrazu. Wskazujemy na pobrany plik *.img* — rysunek 1.30.

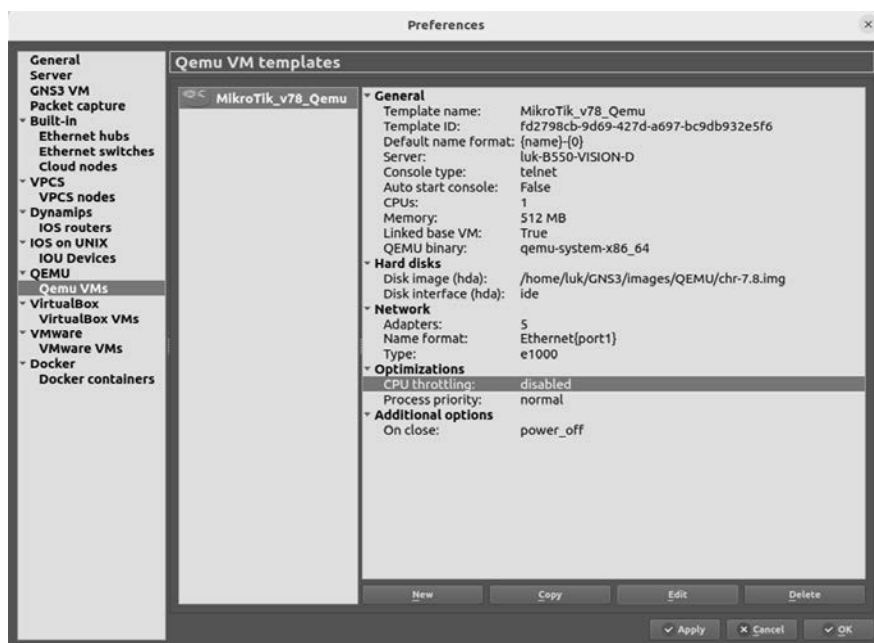


**RYSUNEK 1.29.** Qemu, sposób nawiązania komunikacji z wirtualną maszyną



**RYSUNEK 1.30.** Qemu, lokalizacja pliku obrazu maszyny

Kliknięcie przycisku *Finish* tworzy maszynę. Zanim jednak jej użyjemy, zmodyfikujmy jej ustawienia — zwiększamy do pięciu liczbę interfejsów sieciowych oraz zmieniamy domyślną ikonę i numerację portów, tak samo jak w przypadku maszyny utworzonej za pomocą aplikacji VirtualBox — rysunek 1.31.



RYСУNEK 1.31. Qemu, modyfikacja ustawień maszyny

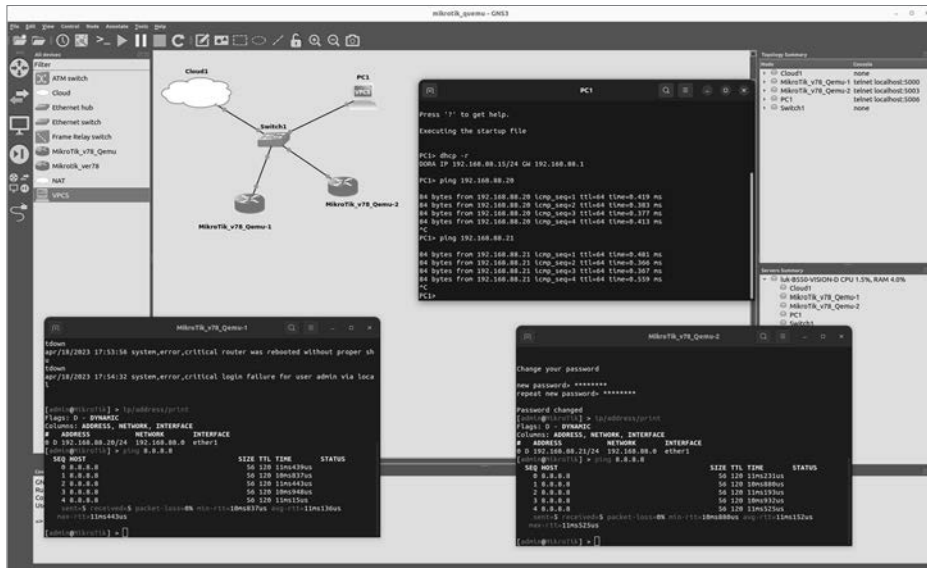
Możemy przejść do tworzenia projektu, ale nieznacznie go urozmaicimy — wykorzystamy dwa wirtualne routery oraz obiekt *VPCS*. Oba routery wraz z hostem *VPCS* są połączone z przełącznikiem, ten zaś ma aktywne połączenie z obiektem *Cloud* (dzięki temu każde urządzenie ma przydzielony adres IP i zagwarantowane połączenie z Internetem).

*VPCS* jest wbudowanym wirtualnym komputerem, a użyty system wyposażono w szereg narzędzi pozwalających na diagnostykę sieci. Dzięki temu, gdy trzeba zweryfikować stan połączenia, nie musimy tworzyć dodatkowych maszyn.

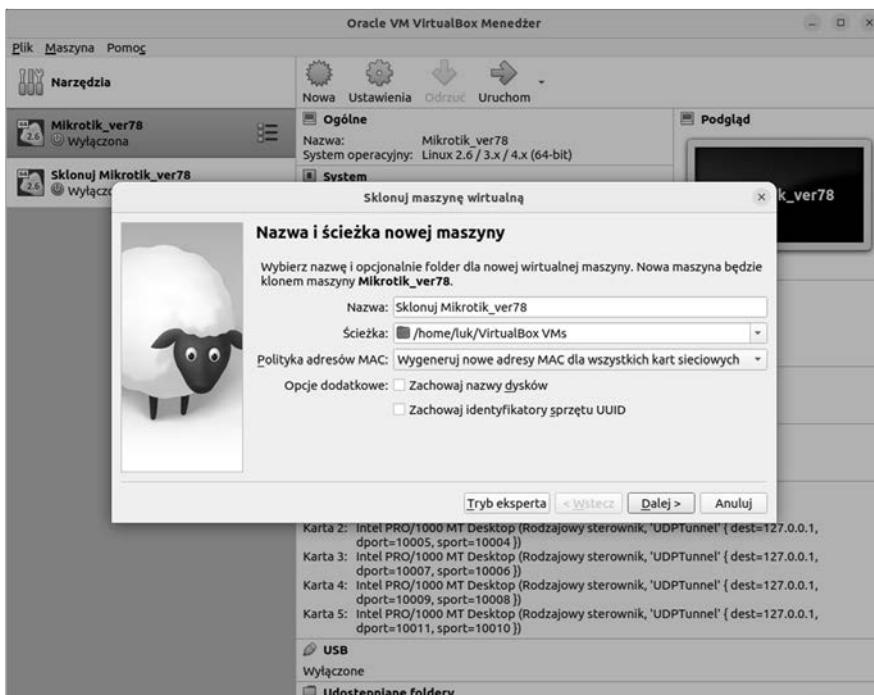
Nasza testowa sieć jest zbieżna, co oznacza, że wszystkie urządzenia komunikują się ze sobą — rysunek 1.32.

Dzięki Qemu nie musimy tworzyć oddzielnych maszyn, co oznacza, że host może być użyty wielokrotnie. Jeśli wykorzystujemy VirtualBox, nie uda się raz użytej maszyny zdublować, trzeba utworzyć nową. Na szczęście dzięki opcji klonowania maszyn proces ich powielania jest uproszczony do minimum.

Aby w VirtualBox sklonować maszynę, zaznaczamy ją, a następnie z menu kontekstowego wybieramy opcję *Sklonuj*. Określamy nazwę maszyny i lokalizację plików oraz zmieniamy politykę adresów MAC na *Wygeneruj nowe adresy MAC dla wszystkich kart sieciowych*. Dzięki temu unikniemy problemów związanych z komunikacją (dwa urządzenia wykorzystujące ten sam adres MAC spowodują konflikt) — rysunek 1.33.

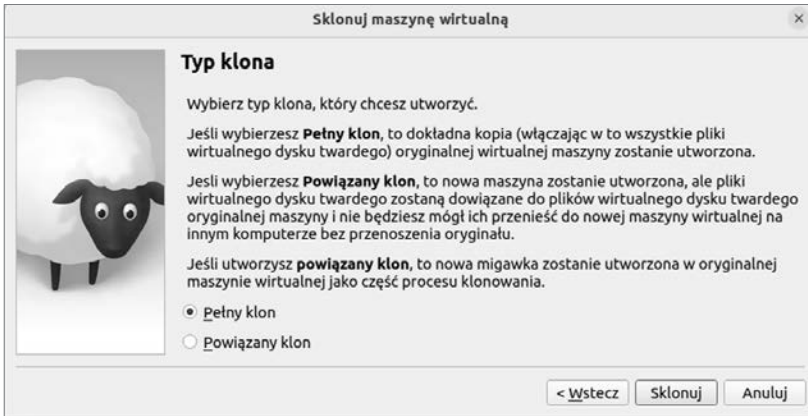


RYSUNEK 1.32. Projekt GNS3



RYSUNEK 1.33. VirtualBox — klonowanie maszyny

W kolejnym oknie wybieramy *Pełny klon*, dzięki czemu maszyna źródłowa i klon nie będą ze sobą powiązane (dwa niezależne od siebie urządzenia) — rysunek 1.34.



RYSUNEK 1.34. VirtualBox, opcje klonowania maszyny

Operację klonowania rozpoczyna kliknięcie przycisku *Sklonuj*.

W systemie Windows utworzonego projektu w opisany sposób nie uda się uruchomić. Winne jest domyślne ustawienie użycia akceleracji KVM/HAXM. W oknie właściwości Qemu ustawienie to można wyłączyć. Użycie KVM/HAXM nie jest obowiązkowe (projekt po wyłączeniu uruchomi się poprawnie), ale zrezygnowanie z tego rozwiązania sprawi, że procesor komputera podczas działania GNS3 i Qemu będzie bardziej obciążony.

HAXM można pobrać ze strony <https://github.com/intel/haxm>. Instalacja powie-dzie się jedynie na komputerach wyposażonych w procesor marki Intel, przy czym procesor musi obsługiwać technologię Intel VT (ang. *Intel Virtualization Technology*) — rysunek 1.35.



RYSUNEK 1.35. Instalacja HAXM

## 1.3. Gdy coś pójdzie nie tak — lista potencjalnych problemów wraz z rozwiązaniem

### Wirtualizacja sprzętowa

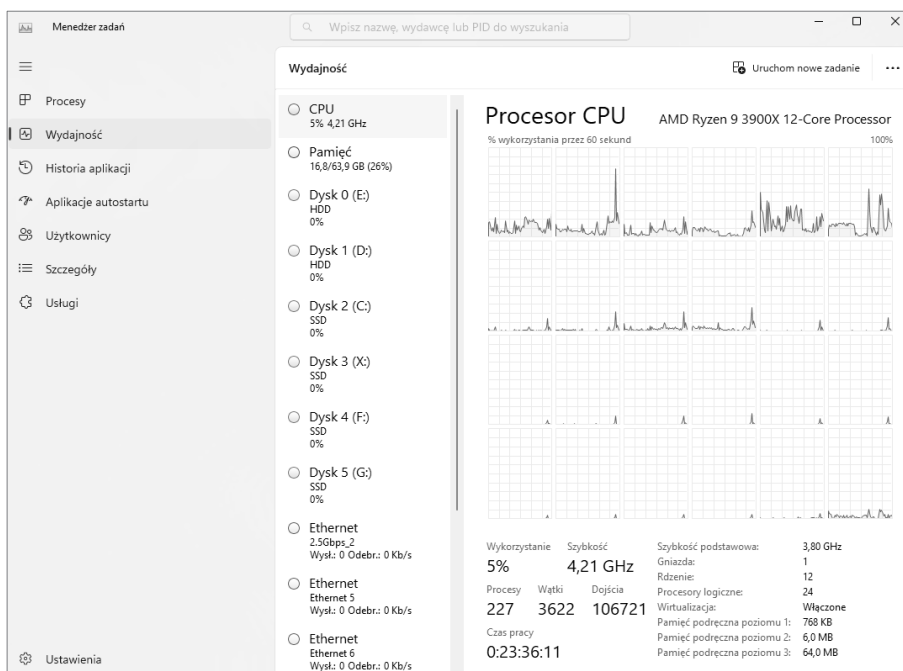
Po utworzeniu wirtualnej maszyny następuje moment jej uruchomienia. Niestety start hosta nie zawsze kończy się powodzeniem i zdarza się błąd, który uniemożliwia załadowanie systemu. Najczęstszą jego przyczyną jest wyłączenie obsługi technologii wirtualizacji w BIOS-ie/UEFI. Opcja ta z reguły jest wyłączona. Aby ją aktywować, należy przejść do ustawień BIOS-u/UEFI komputera. Restartujemy komputer i podczas jego uruchamiania (na ekranie POST) wciskamy jeden z klawiszy: *DEL*, *F2*, *F10*, *F12*. To, który klawisz zadziała, zależy od modelu płyty głównej. Uniwersalnym sposobem (pod warunkiem że korzystamy z systemu Windows) jest przytrzymanie klawisza *Shift* podczas kliknięcia opcji *Uruchom ponownie*. Po restarcie maszyny zostanie załadowane narzędzie rozwiązywania problemów z opcjami uruchomienia systemu. Wtedy wybieramy *Rozwiąż problemy/Opcje zaawansowane/Ustawienia oprogramowania układuowego UEFI* — rysunek 1.36.



**RYSUNEK 1.36.** Przejście do BIOS-u/UEFI

Po przejściu do BIOS-u/UEFI należy odszukać opcję odpowiedzialną za włączenie wirtualizacji. Niestety jej lokalizacja i nazwa zależą od modelu płyty głównej (producenta podzespołu), jak i procesora. Najczęściej znajduje się w sekcji ustawień procesora (CPU), gdyż to on odpowiada za sprzętową obsługę wirtualizacji. Jeśli komputer korzysta z procesora AMD, należy szukać opcji o nazwie *SVM Mode* lub *SVM Support*, a w przypadku procesorów Intel — *Intel Virtualization Technology*, *Intel VT-d*, *Intel VT-X* itp.

Stan uruchomienia obsługi procesów wirtualizacji możemy sprawdzić w oknie *Menedżer zadań* po wyświetleniu karty *Wydajność* procesora. Przy opcji *Wirtualizacja* (u dołu okna) powinien widnieć zapis *Włączone* — rysunek 1.37.



**RYСУNEK 1.37.** Weryfikacja włączenia obsługi wirtualizacji

Rozwiązaniem problemu może być również zmiana opcji w oknie ustawień wirtualnej maszyny. Uruchamiamy VirtualBox i wybieramy *Ustawienia/System/Akceleracja* — rysunek 1.38.

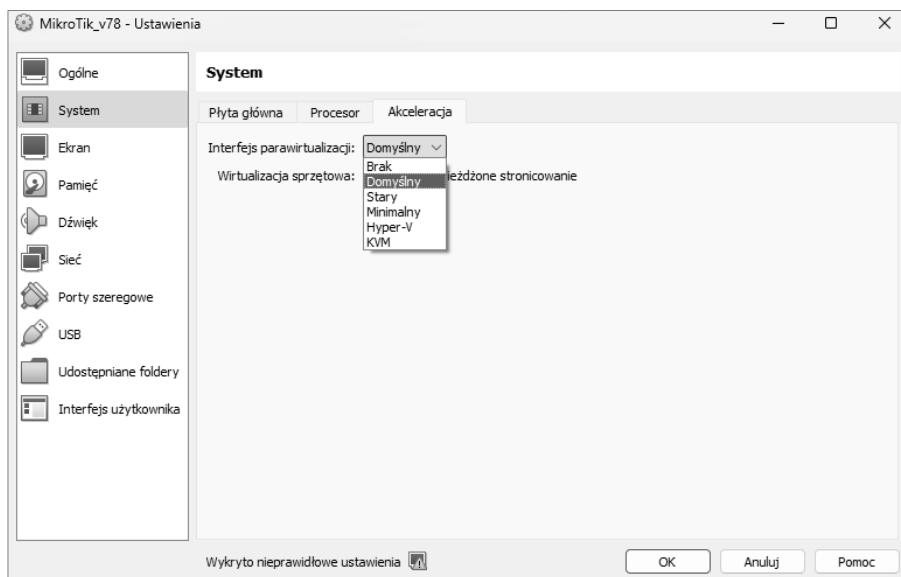
## Aktywne tryby wirtualizacji

Różne tryby wirtualizacji to kolejny potencjalny problem. O ile rozwiązania takie jak VirtualBox czy VMware mogą istnieć równolegle, to użycie Hyper-V w połączeniu z którąkolwiek wymienioną z pewnością przysporzy problemów.

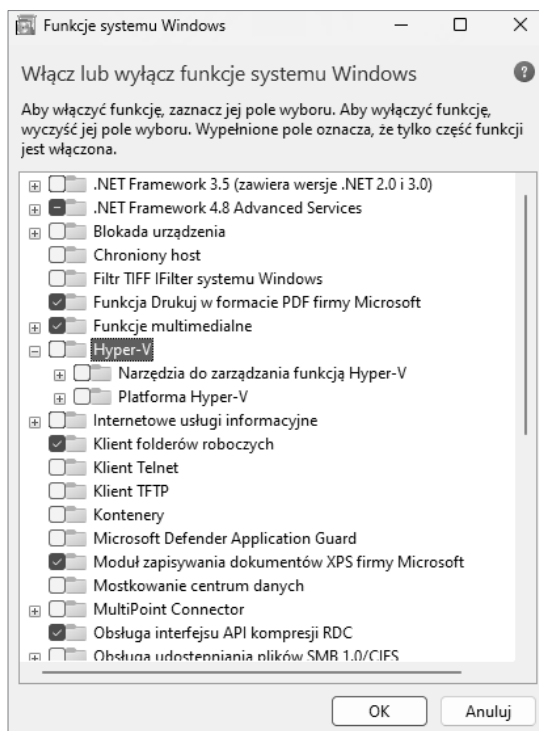
Mechanizm Hyper-V można włączyć/wyłączyć po wywołaniu okna *Funkcje systemu Windows*. Lista funkcji zostanie wyświetlona po wpisaniu w oknie *Uruchom* (skrót *Windows+R*) polecenia *optional features* — rysunek 1.39.

Dezaktywacja Hyper-V jest niezbędna w razie użycia akceleracji HAXM.





**RYSUNEK 1.38.** VirtualBox — tryby wirtualizacji



**RYSUNEK 1.39.** Funkcje systemu Windows

## Windows czy Linux?

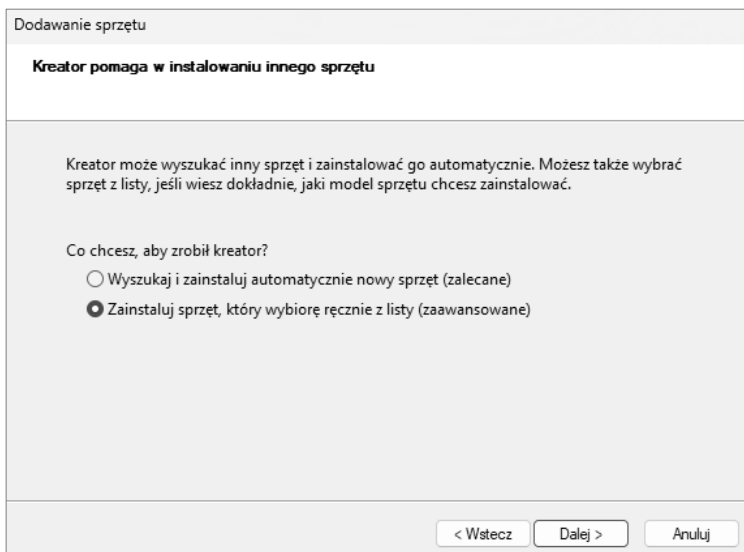
Pokazałem przykłady użycia aplikacji zarówno w systemie Windows, jak i Linux. Wielu Czytelników pewnie zadaje sobie teraz pytanie: Który system będzie lepszym wyborem? Odpowiedź to moja opinia (z którą nie musisz się zgadzać) ukształtowana przez lata, kiedy to miałem okazję używać opisanych narzędzi od najwcześniejszych wersji w obu systemach. Ja stawiam na Linuxa — w tym systemie aplikacje działają po prostu sprawniej. Mniej jest sytuacji, w których dane narzędzie z niewiadomych przyczyn przestaje odpowiadać. Jeśli do tej pory nie miałeś okazji pracować w systemie Linux, to może jest to dobry moment, aby to zmienić? Gorąco zachęcam do eksperymentów, a zmiana systemu może pomóc w rozwiązaniu napotkanych problemów.

## Alternatywny sposób połączenia świata wirtualnego z rzeczywistym

Wykorzystanie rzeczywistego interfejsu w połączeniu z obiektem *Cloud* to niejedyny sposób komunikacji. Alternatywną opcją jest użycie interfejsu programowego, który po zainstalowaniu sterowników będzie reprezentowany jako kolejna karta sieciowa.

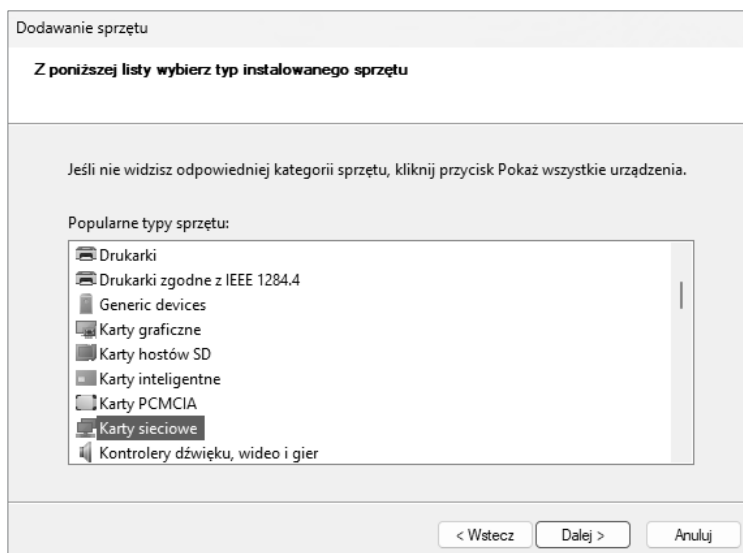
W oknie *Uruchom* wpisujemy polecenie *hdwmi* z. Zatwierdzenie spowoduje uruchomienie narzędzia *Kreator dodawania sprzętu* (starsi Czytelnicy z pewnością je pamiętają z takich systemów jak Windows XP i wcześniejsze).

Pierwszy ekran jest powitalny. Aby przejść do następnego, klikamy *Dalej*. Spośród dwóch dostępnych opcji wybieramy *Zainstaluj sprzęt, który wybiorę z listy (zaawansowane)* i ponownie klikamy przycisk *Dalej* — rysunek 1.40.



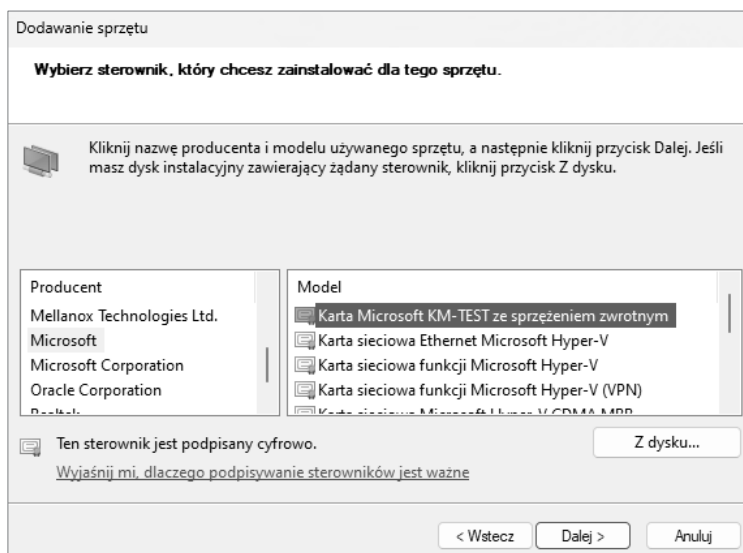
**RYСУNEK 1.40.** Kreator dodawania sprzętu, instalacja

Z listy wybieramy *Karty sieciowe* — rysunek 1.41.



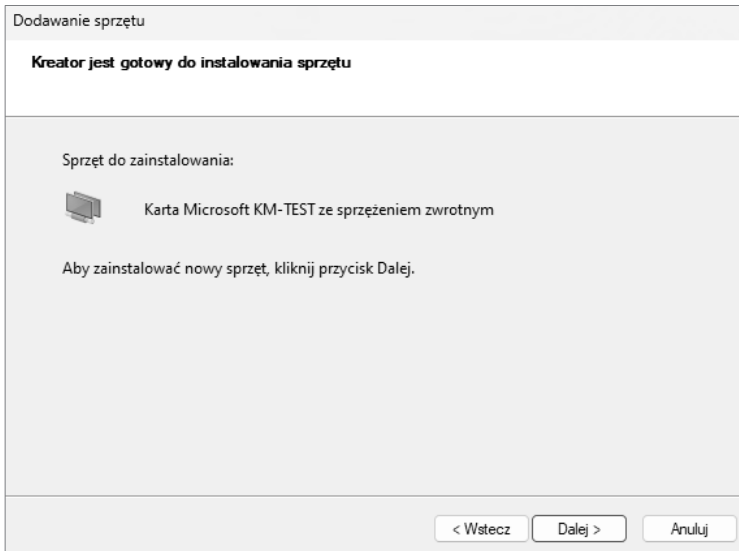
**RYSUNEK 1.41.** Kreator dodawania sprzętu, typ instalowanego sprzętu

Spośród dostępnych urządzeń po wybraniu producenta *Microsoft* zaznaczamy model *Karta Microsoft KM-Test ze sprzężeniem zwrotnym* — rysunek 1.42.



**RYSUNEK 1.42.** Kreator dodawania sprzętu, wybór karty sieciowej

Po kliknięciu *Dalej* rozpocznie się proces instalacji. Po jego zakończeniu interfejs będzie dostępny w oknie *Połączenia sieciowe* — rysunek 1.43.



**RYSUNEK 1.43.** Kreator dodawania sprzętu, zakończenie instalacji

Proces łączenia z obiektem *Cloud* przebiega tak samo jak z użyciem interfejsu rzeczywistego. Należy tylko pamiętać, aby użyć adresu IP zgodnego z adresacją przyjętą w projekcie GNS3.

# 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**

# KONFIGURACJA USŁUG SIECIOWYCH NA URZĄDZENIACH

## MIKROTIK

### Poznaj alternatywę dla urządzeń Cisco

MikroTik, łotewska firma z siedzibą w Rydze, od lat produkuje sprzęt sieciowy. Przystępna cena i świetna jakość sprawiły, że urządzenia sygnowane logo MikroTik zdobyły niezwykłą popularność – po produkty łotewskiej marki sięga się coraz częściej. Jeśli planujesz zmodernizować lub zbudować sieć i chcesz w tym celu użyć urządzeń MikroTik, ta książka Ci w tym pomoże.

Dzięki zawartym w niej praktycznym informacjom bez problemu rozpoczniesz pracę z urządzeniami MikroTik. Poznasz ofertę producenta, nauczysz się pracować z jego sprzętem i przygotujesz się do certyfikacji. Łotewska firma bowiem, podobnie jak amerykański gigant Cisco, opracowała ścieżkę szkoleń pozwalających zdobyć wiedzę niezbędną do zarządzania sieciami opartymi na urządzeniach marki. A to doskonałe rozwiązanie!

**Helion** 



helion.pl



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

**KOD KORZYŚCI**

*Sięgnij po więcej!* ▶



ISBN 978-83-289-0488-0



9 788328 904880

Cena: 79,00 zł