MikroTik Certified Network Associate

MikroTik

Mikrotīkls Ltd. (po łotewsku ***mikro tīkls*** znaczy «mikro-sieci»)

- Łotewska firma, produkująca sprzęt sieciowy, oraz twórca systemu operacyjnego RouterOS, który pracuję na jądrze Linux
- Założona w 1996 roku
- Początkowo specjalizowała się w rozwiązaniach bezprzewodowych

Product categories

- All products
- Ethernet routers
- Switches
- Wireless systems
- Wireless for home and office
- LTE products
- Data over Powerlines
- IoT products
- 60 GHz products
- RouterBOARD
- Enclosures
- Interfaces
- Accessories
- Antennas

https://mikrotik.com/products

Podstawy

RouterOS

- System operacyjny firmy MikroTik (oparty na Linux-a)
- System jest licencjonowany
- Może pracować na platformie RouterBoard (m.in. *ARM*, *ARM64*, *SMIPS*, *MIPSBE*, *Tile*), sprzęcie kompatybilnym z *x86*, również jako maszyna wirtualna

Licencjonowanie

- Każde urządzenie RouterBoard posiada zainstalowany system operacyjny RouterOS wraz z odpowiednią licencją
- Licencja może być dokupiona osobno (na przykład - RouterOS dla platformy x86)
- Licencja powiązana z dyskiem twardym (UUID dysku)/pamięcią flash, na którym zainstalowano RouterOS

Typ licencji

Level number	0 (Trial mode)	1 (Free Demo)	3 (WISP CPE)	4 (WISP)	5 (WISP)	6 (Controller)
Price	*no key*	*registration required*	*not for sale*	$45	$95	$250
Wireless AP mode (PtM)	24h trial	-	no	yes	yes	yes
PPPoE tunnels	24h trial	1	200	200	500	unlimited
PPTP tunnels	24h trial	1	200	200	500	unlimited
L2TP tunnels	24h trial	1	200	200	500	unlimited
OVPN tunnels	24h trial	1	200	200	500	unlimited
EoIP tunnels	24h trial	1	unlimited	unlimited	unlimited	unlimited
VLAN interfaces	24h trial	1	unlimited	unlimited	unlimited	unlimited
Queue rules	24h trial	1	unlimited	unlimited	unlimited	unlimited
HotSpot active users	24h trial	1	1	200	500	unlimited
User manager active sessions	24h trial	1	10	20	50	unlimited

Licencjonowanie

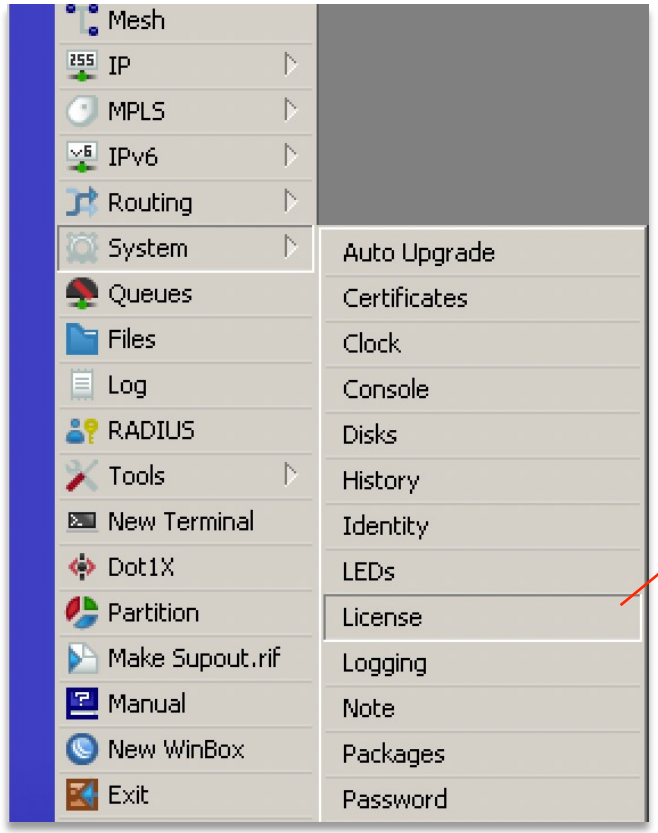
CHR - Cloud Hosted Router

- CHR - system RouterOS, który jest dostosowany dla pracy w środowiskach wirtualnych
- Dostępne obrazy: VHDX, VMDK, VDI, RAW oraz OVA template
- Poziom licencji wskazuję na prędkość interfejsów
- Licencja łatwo przenoszona pomiędzy instancjami maszyn wirtualnych, powiązana z kontem użytkwownika w serwisie MikroTik
- Istnieje możliwość uzyskania licencji DEMO na czas 60 dni na dowolnym poziomie

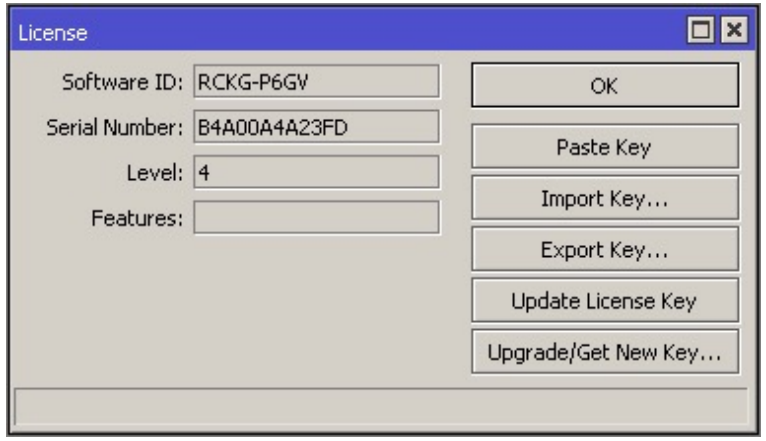
Typ licencji	Ograniczenia	Cena, $
Free	1Mbit/s	darmowa
P1	1 Gbit/s	45
P10	10 Gbit/s	95
P-Unlimited	bez ograniczeń	250

Licencja

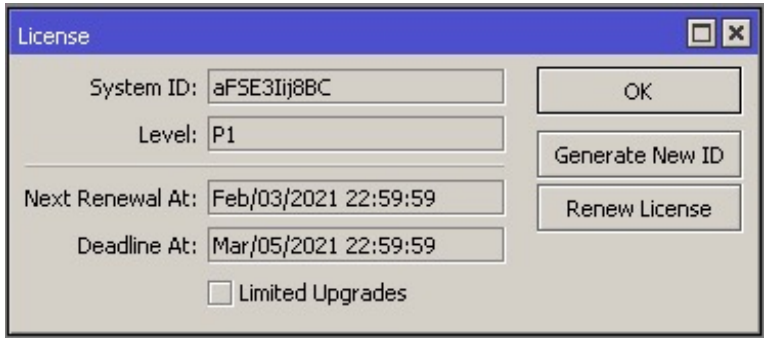
Sprawdzanie poziomu zainstalowanej licencji w WinBox



Licencja L4 dla RouterBord-a



Licencja P1 dla CHR



/system license print

Hardware / Architektury

- MIPSBE (CRS1xx, CRS2xx, CRS312-4C+8XG, CRS326-24S+2Q+, CRS354, Cube Lite60, DISC, FiberBox, hAP, hAP ac, hAP ac lite, LDF, LHG, LHG Lite60, ltAP mini, mANTBox, mANTBox 2, mAP, NetBox, NetMetal, PowerBox, PWR-Line, QRT, RB9xx, SXTsq, cAP, hEX Lite, RB4xx, wAP, BaseBox, DynaDish, RB2011, SXT, OmniTik, Groove, Metal, Sextant, RB7xx, hEX PoE)
- ARM64 (nRAY, CCR2004)
- SMIPS (hAP mini, hAP lite)
- TILE (CCR1xxx)
- PPC (RB3xx, RB600, RB8xx, RB1100AHx2, RB1100AH, RB1100, RB1200)
- ARM (cAP ac, CRS305-1G-4S+, CRS309-1G-8S+, CRS317-1G-16S+, CRS318, CRS326-24G-2S+, CRS328-24P-4S+, CRS328-4C-20S-4S+, Cube 60G ac, DISC AC, hAP ac^2, hAP ac^3, LDF ac, LHG 60G, LHG ac, mANTBox 52, NetMetal ac^2, RB4011, SXTsq (ac series), wAP 60G series, Chateau, RB3011, RB1100AHx4, Audience, RB450Gx4)
- X86 (RB230, X86)
- MMIPS (hEX (RB750Gr3), hEX S, RBMxx)

SwitchOS

- System operacyjny firmy MikroTik przeznaczony dla przełączników sieciowych
- Modele, który wspierają:
  - 260GS
  - 260GSP
  - 250GS
  - CSS326
  - CRS317
  - CSS106
- System znacząco różni się od RouterOS
- Zarządzanie przez stronę www, brak konsoli

Zarządzanie MikroTik

- Telnet – nieszyfrowane połączenie
- SSH – szyfrowane połączenie
- WWW (WebFig) – dowolna przeglądarka
- WinBox (IP/MAC-WinBox) - szyfrowane połączenie, klient MikroTik
- Null Modem – kabel konsolowy (port szeregowy)
- MacTelnet – z jednego MikroTik do innego
- SNMP – monitoring/zarządzanie
- API – biblioteki dla języków programowania (PHP, Python oraz inne)

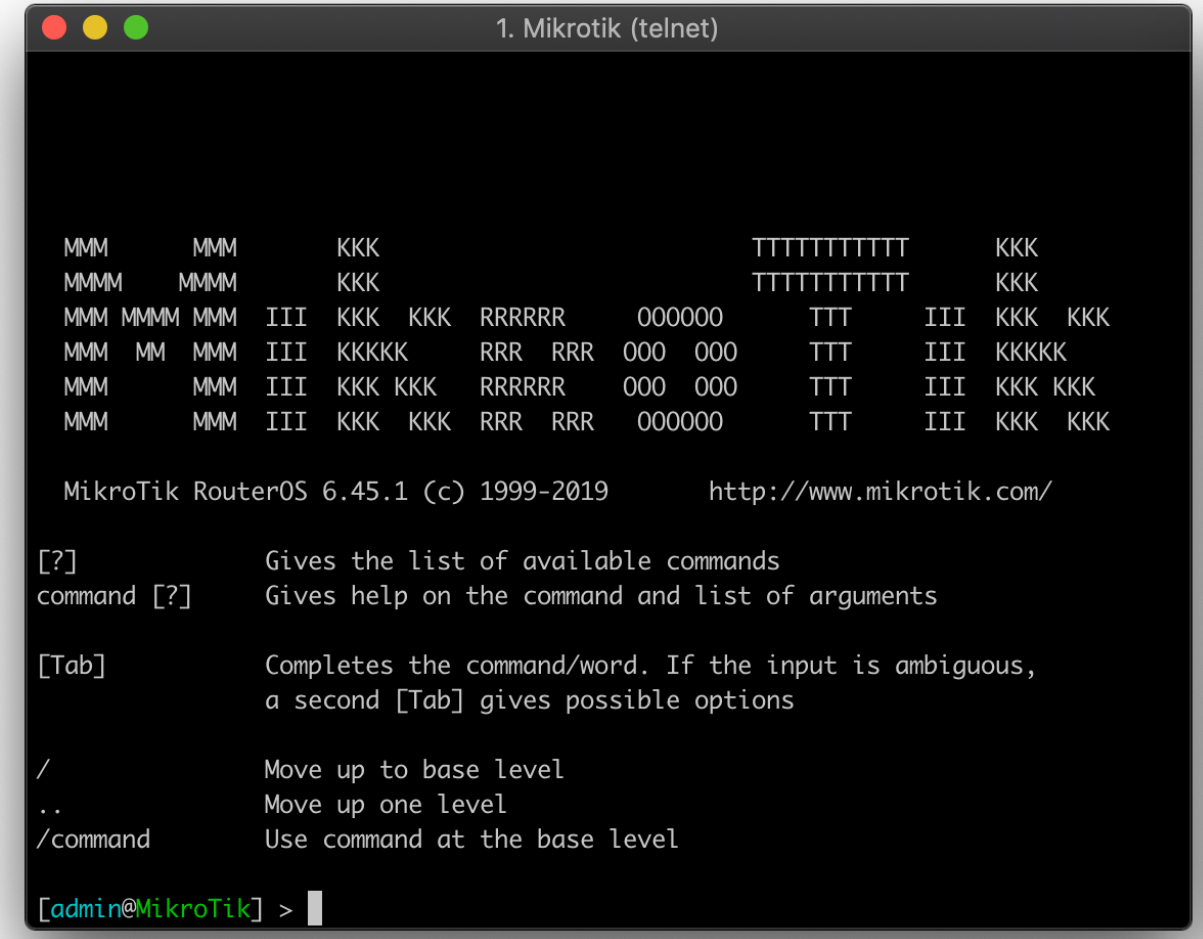
CLI / Wiersz poleceń

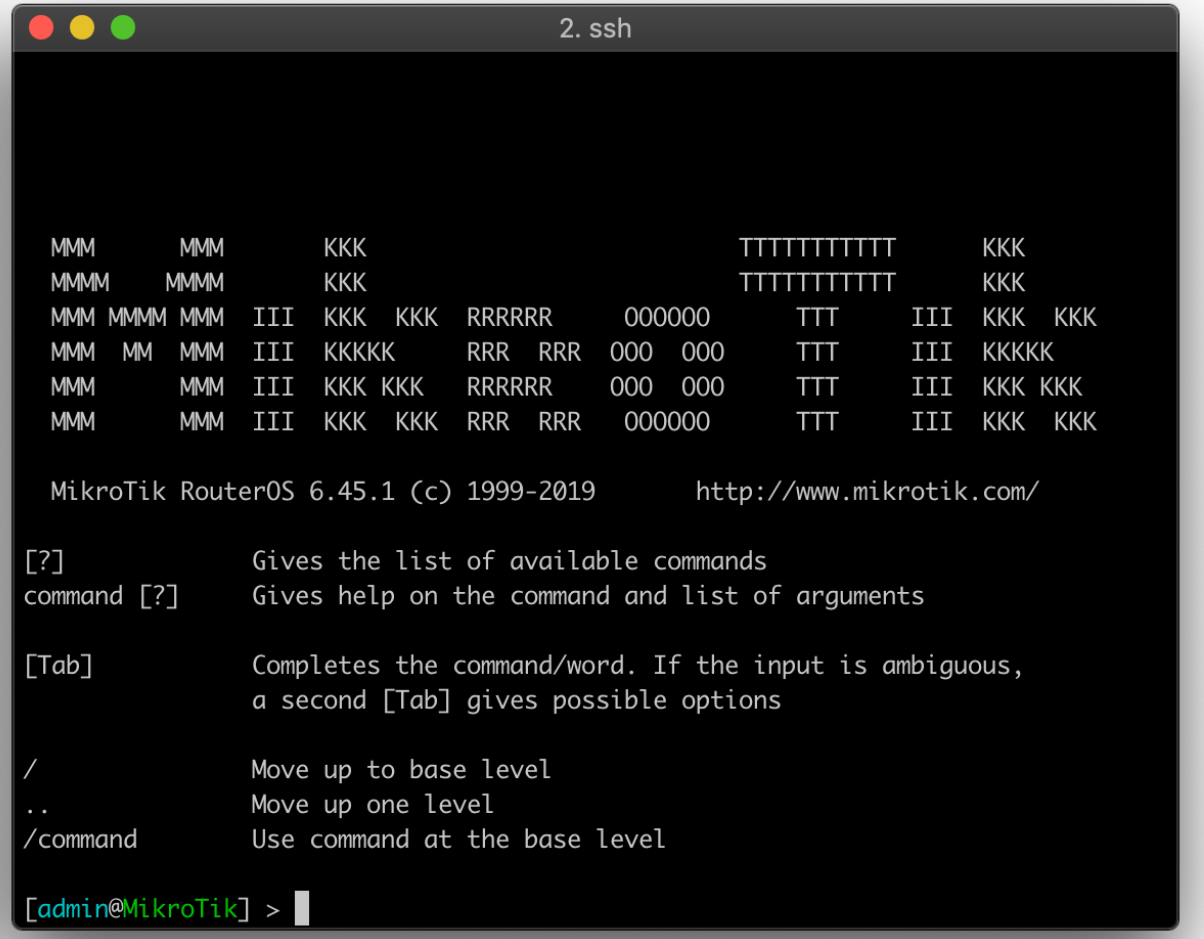
```
beep --
caps-man --
certificate -- Certificate management
console --
delay -- does nothing for a while
disk --
do -- executes command
dude --
environment -- list of all variables
error -- make error value
execute -- run script as separate console job
file -- Local router file storage.
find -- Find items by value
for -- executes command for a range of integer values
foreach -- executes command for every element in a list
global -- set value global variable
if -- executes command if condition is true
import --
interface -- Interface configuration
ip -- IP options
ipv6 --
len -- return number of elements in value
local -- set value of local variable
log -- System logs
mpls --
nothing -- do nothing and return nothing
parse -- build command from text
password -- Change password
```

Dostępny w (WinBox, telnet, ssh, null modem)

- <tab> – podpowiada dostępne komendy
- <up> – przeszukiwanie historii komend
- <?> – wyświetla komendy z krótkim opisem

Telnet / SSH


1. Mikrotik (telnet)
MMM MMM KKK TTTTTTTTTTT KKK
MMMM MMMM KKK TTTTTTTTTTT KKK
MMM MMMM MMM III KKK KKK RRRRRR 000000 TTT III KKK KKK
MMM MM MMM III KKKKK RRR RRR 000 000 TTT III KKKKK
MMM MMM III KKK KKK RRRRRR 000 000 TTT III KKK KKK
MMM MMM III KKK KKK RRR RRR 000000 TTT III KKK KKK
MikroTik RouterOS 6.45.1 (c) 1999-2019 http://www.mikrotik.com/
[?] Gives the list of available commands
command [?] Gives help on the command and list of arguments
[Tab] Completes the command/word. If the input is ambiguous,
a second [Tab] gives possible options
/ Move up to base level
.. Move up one level
/command Use command at the base level
[admin@MikroTik] >


2. ssh
MMM MMM KKK TTTTTTTTTTT KKK
MMMM MMMM KKK TTTTTTTTTTT KKK
MMM MMMM MMM III KKK KKK RRRRRR 000000 TTT III KKK KKK
MMM MM MMM III KKKKK RRR RRR 000 000 TTT III KKKKK
MMM MMM III KKK KKK RRRRRR 000 000 TTT III KKK KKK
MMM MMM III KKK KKK RRR RRR 000000 TTT III KKK KKK
MikroTik RouterOS 6.45.1 (c) 1999-2019 http://www.mikrotik.com/
[?] Gives the list of available commands
command [?] Gives help on the command and list of arguments
[Tab] Completes the command/word. If the input is ambiguous,
a second [Tab] gives possible options
/ Move up to base level
.. Move up one level
/command Use command at the base level
[admin@MikroTik] >

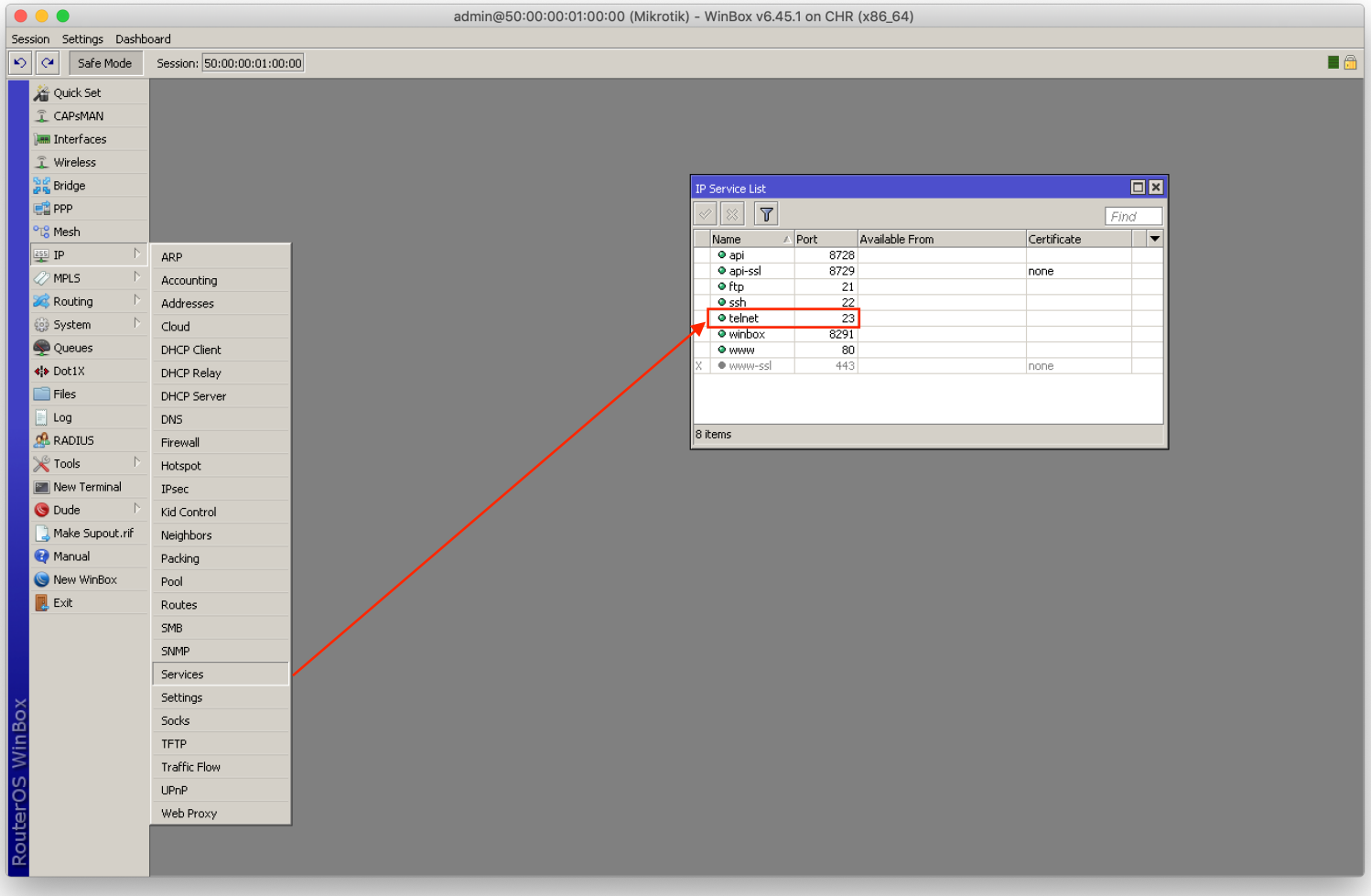
Telnet

włączenie/wyłączenie dostępu

Telnet (ang. *TELetype NETwork*)— standard protokołu komunikacyjnego używanego w sieciach komputerowych do obsługi odległego terminala.

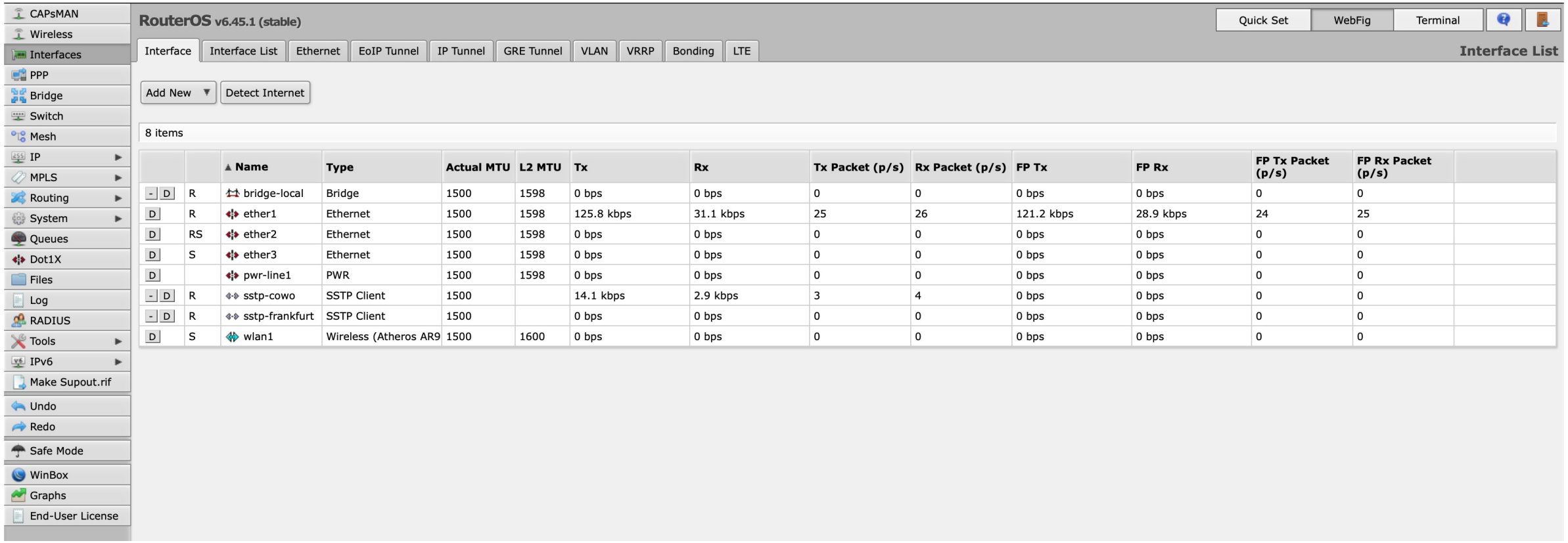
Protokół nie przewiduje stosowania szyfrowania ani sprawdzania poprawności danych. Dlatego jest podatny na wszelkiego rodzaju ataki, na które narażony jest protokół TCP.

Alternatywą dla telnet do zdalnego dostępu do systemu jest protokół sieciowy SSH. Główną przewagą SSH nad Telnet jest szyfrowane połączenie.

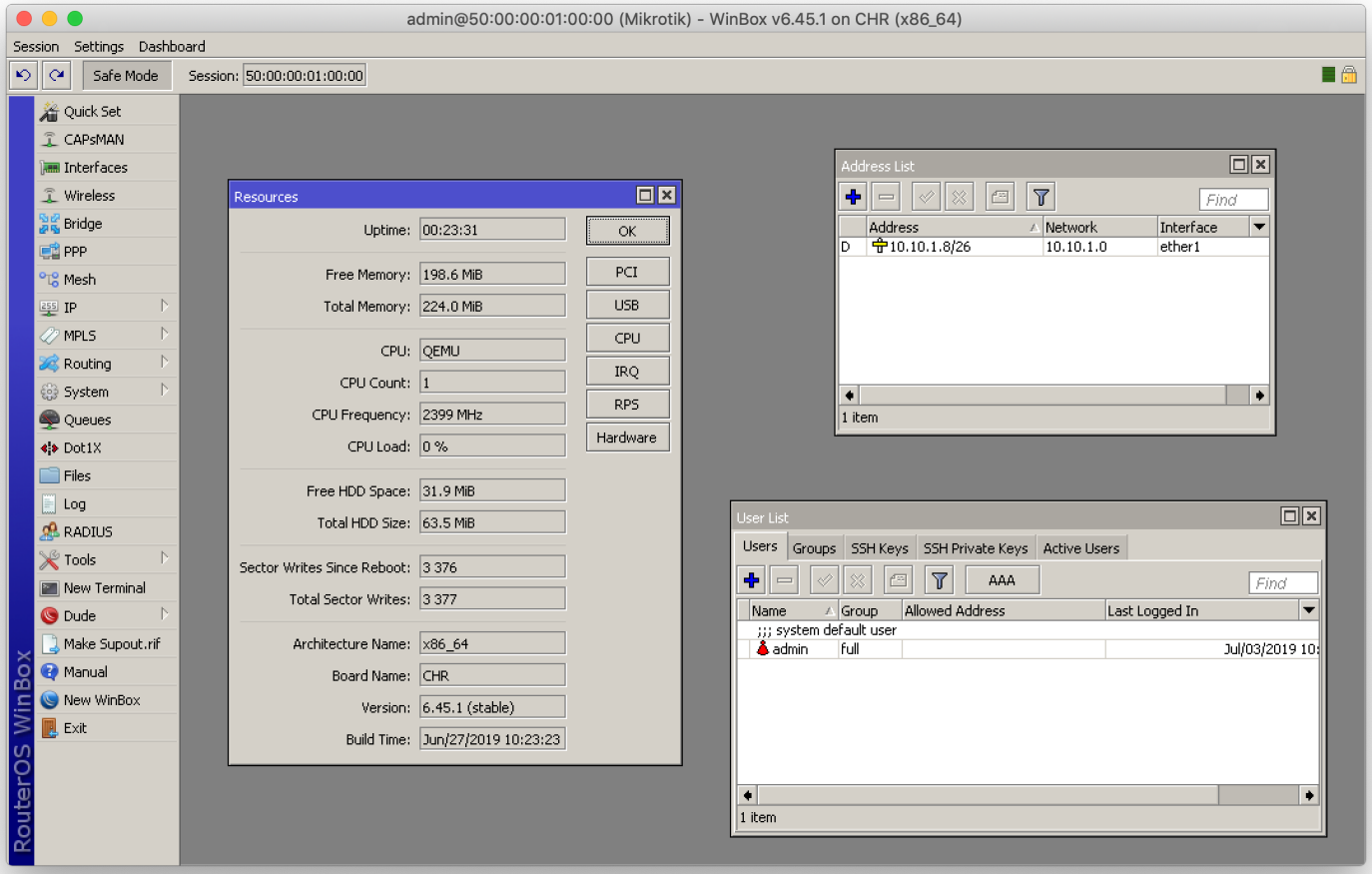


WWW

http://[adres.urządzenia]/webfig

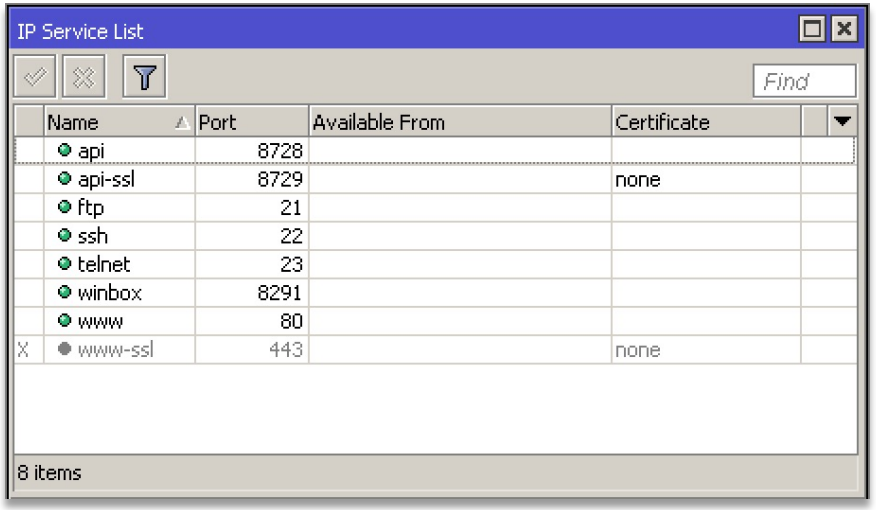


WinBox



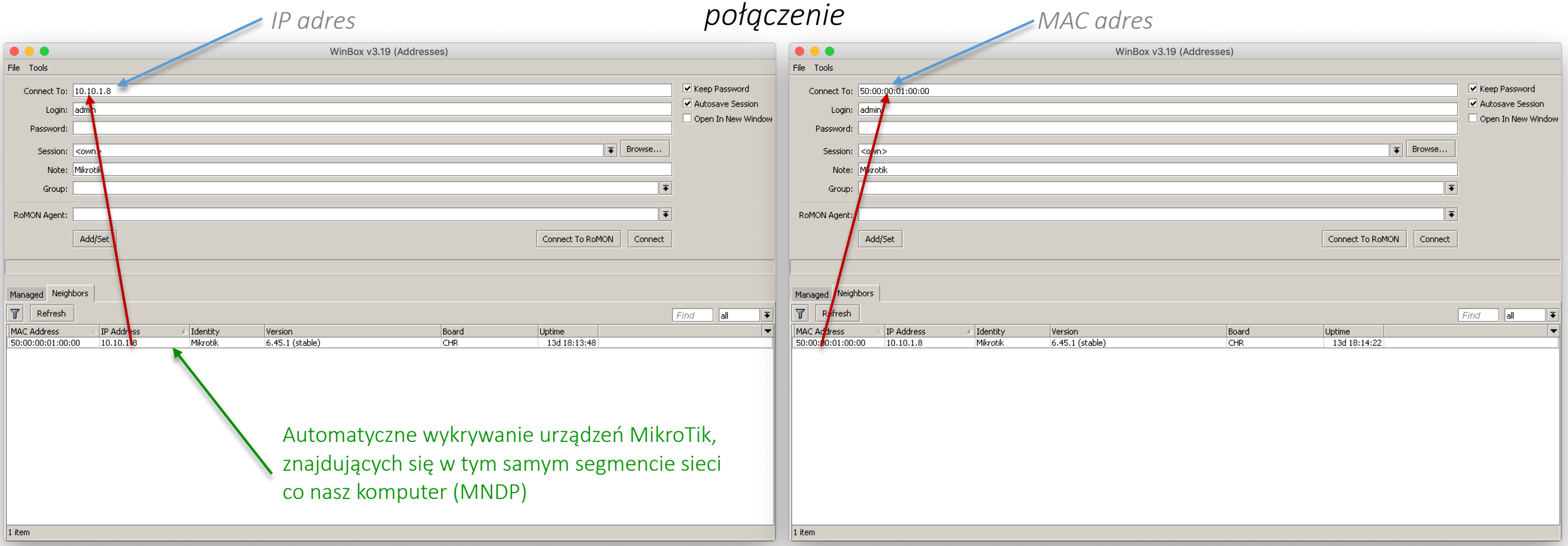
Aplikację można pobrać ze strony
https://mikrotik.com/download

WinBox- Najpopularniejsze narzędzie wykorzystywane do konfigurowania systemu RouterOS. Umożliwia m.in podgląd parametrów pracy urządzenia oraz dokonywanie modyfikacji konfiguracji. Pozwala na połączenie z routerem za pomocą adresu IP/DNS jak również adresu MAC (nie jest wymagane wcześniejsze skonfigurowanie adresu IP) Domyślnie wykorzystuje **protokół TCP, port 8291**. Połączenie jest szyfrowane.



WinBox

połączenie

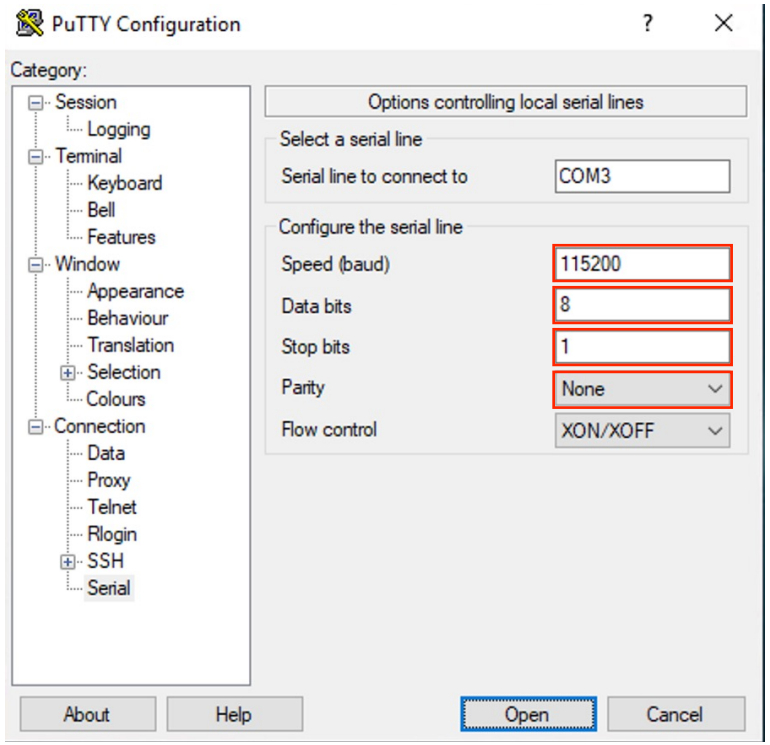


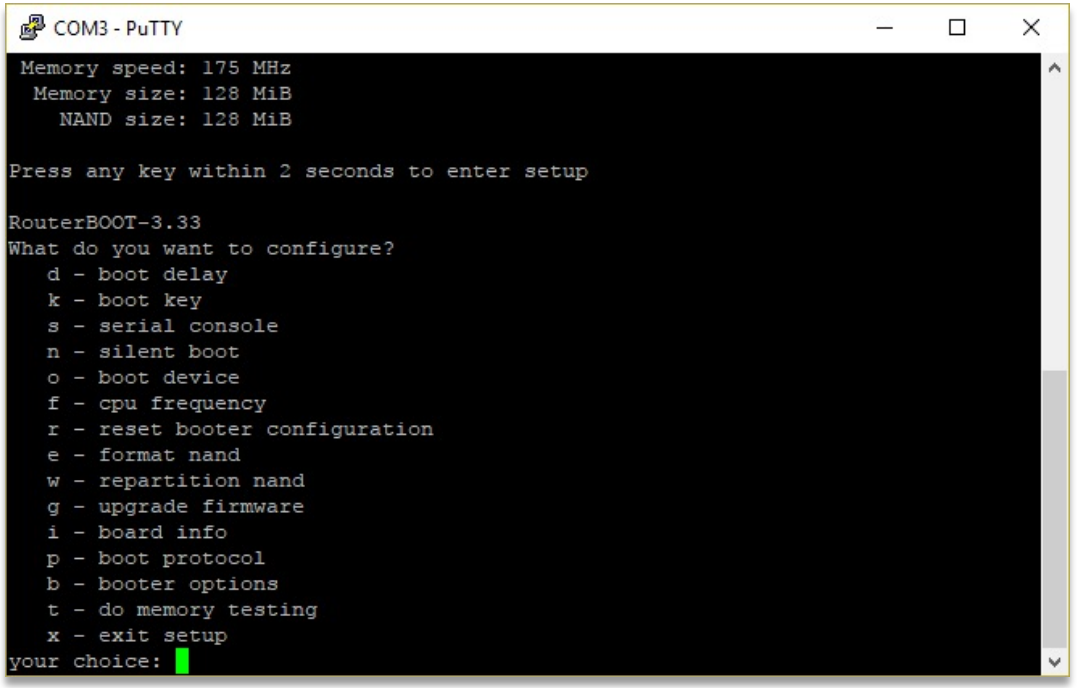
Aby podłączyć się do urządzenia z systemem RouterOS za pomocą aplikacji WinBox należy:

- podać adres IP (opcjonalnie numer portu po znaku “:” jeśli został zmieniony) urządzenia do którego chcemy się podłączyć lub gdy znajdujemy się w tym samym segmencie sieci (L2), możemy połączyć się bez podawania adresu IP dzięki protokołowi MAC-WinBox wszakując adres MAC
- podać poprawną nazwę użytkownika oraz hasło (domyślnie użytkownik: admin, hasło: nie jest ustawione)

Null Modem

Parametry połączenia:
Baud rate: *115200 bit/s*
Data bits: *8*
Stop bits: *1*
Parity: *none*





Domyślna konfiguracja

- Każde zakupione urządzenie posiada konfigurację domyślną
  Konfigurację domyślną można nadpisać
  Konfigurację domyślną można usunąć
- Aby przywrócić konfigurację domyślną wydajemy polecenie:

/system reset-configuration

lub

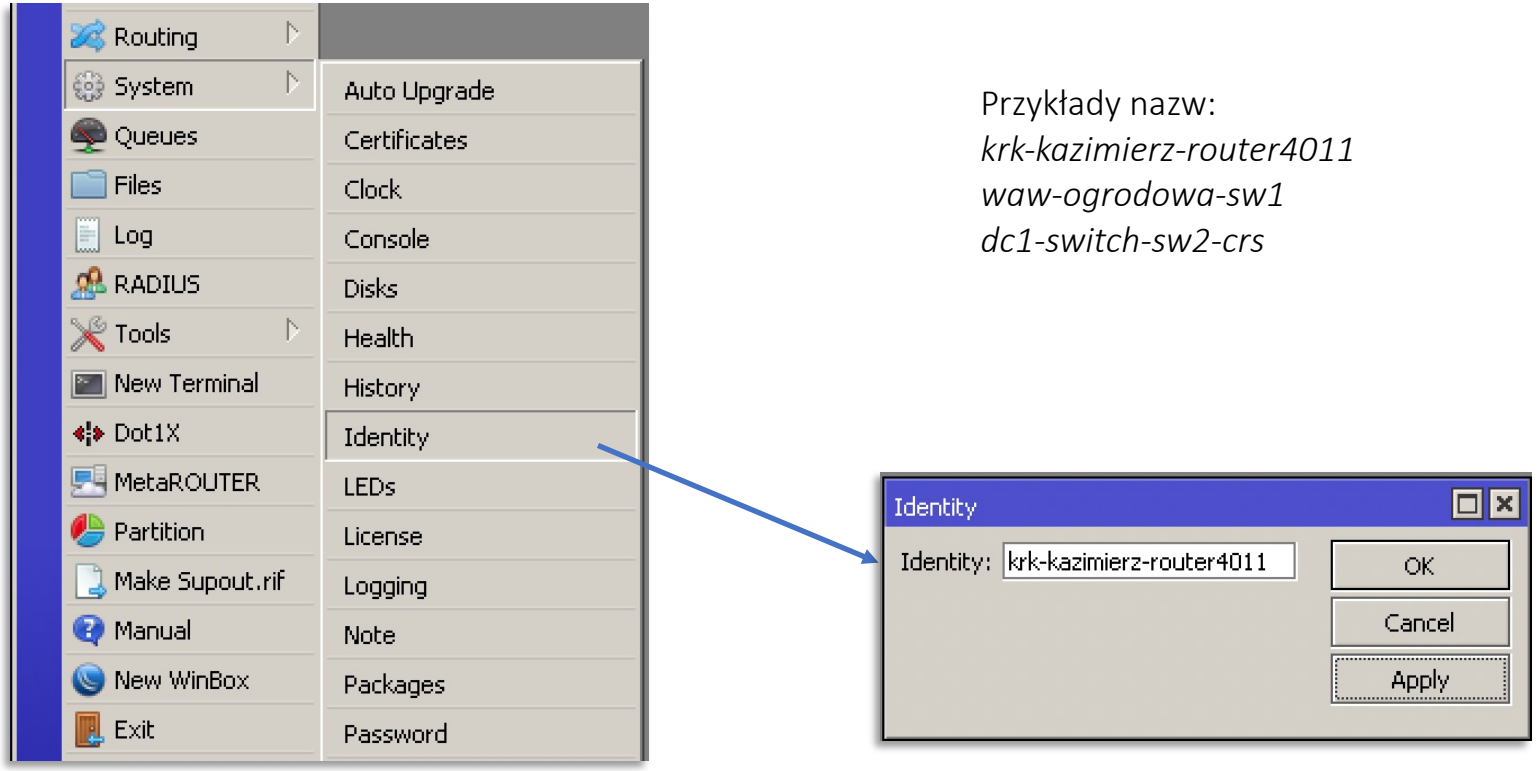
za pomocą **przycisku reset**, znajdującego się na obudowie urządzenia
(przycisk należy wcisnąć przed włączeniem urządzenia do zasilania, włączyć zasilanie, po upływie 5 sekund należy zwolnić przycisk)


```
[devuser@Audience-dom] > system default-configuration print
                script: #| Welcome to RouterOS!
                        #|    1) Set a strong router password in the System > Users menu
                        #|    2) Upgrade the software in the System > Packages menu
                        #|    3) Enable firewall on untrusted networks
                        #|    4) Set your country name to observe wireless regulations
                        #| ------------------------------------------------------------------------
                        #| RouterMode:
                        #|  * WAN port is protected by firewall and enabled DHCP client
                        #|  * Wireless and Ethernet interfaces (except WAN port/s)
                        #|    are part of LAN bridge
                        #| WPS Sync:
                        #|     mode:           ap-bridge;
                        #|     wpa2:           yes;
```

Podstawowe ustawienia

identity

Warto ustawić go w sposób przemyślany, np. określając lokalizację urządzenia, jego funkcję, model.

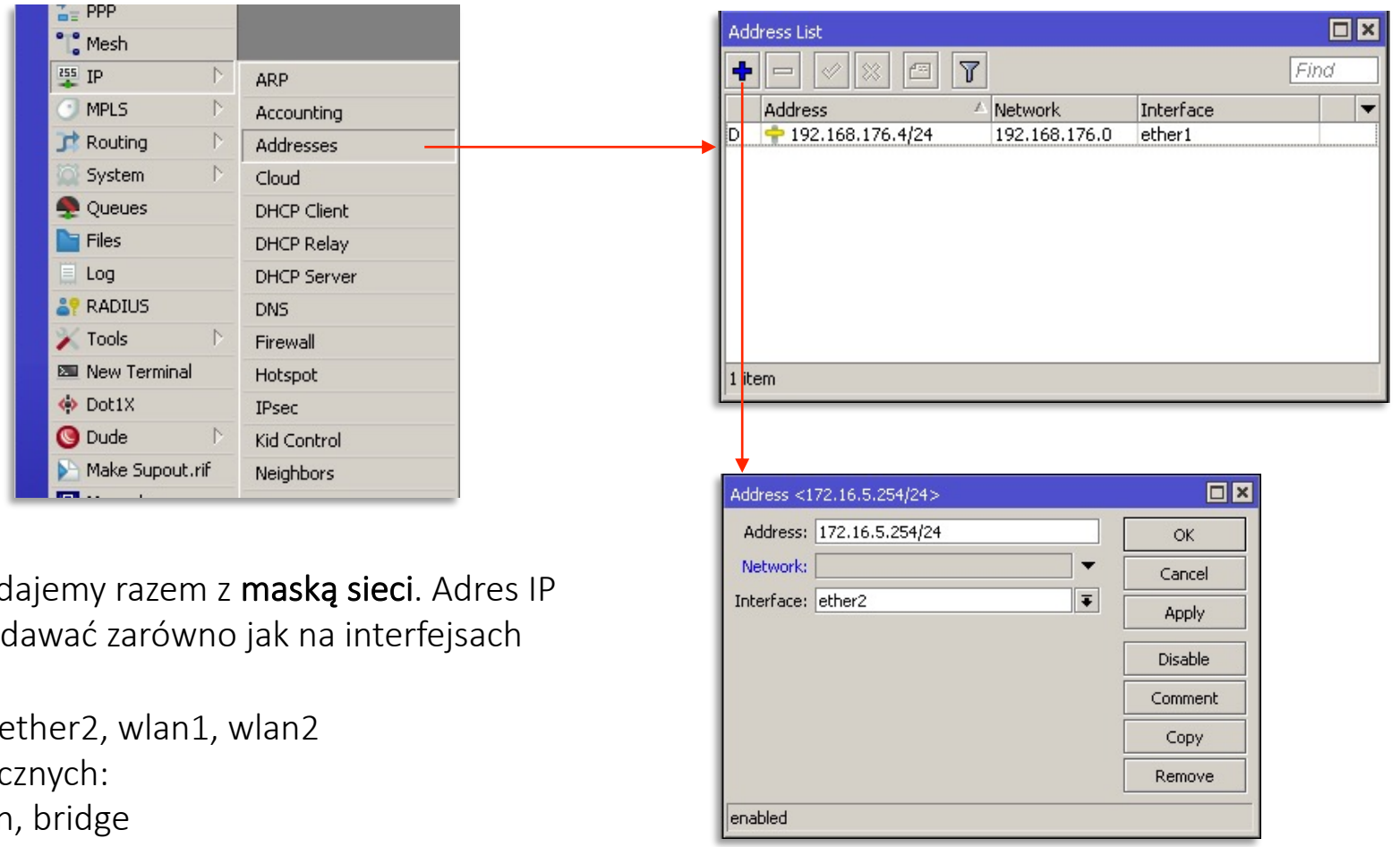


Przykłady nazw:
krk-kazimierz-router4011
waw-ogrodowa-sw1
dc1-switch-sw2-crs

Lub z linii poleceń: **`/system identity set name=krk-kazimierz-router4011`**

Podstawowe ustawienia

Nadanie adresu IP



Adres IP nadajemy razem z **maską sieci**. Adres IP możemy nadawać zarówno jak na interfejsach fizycznych:

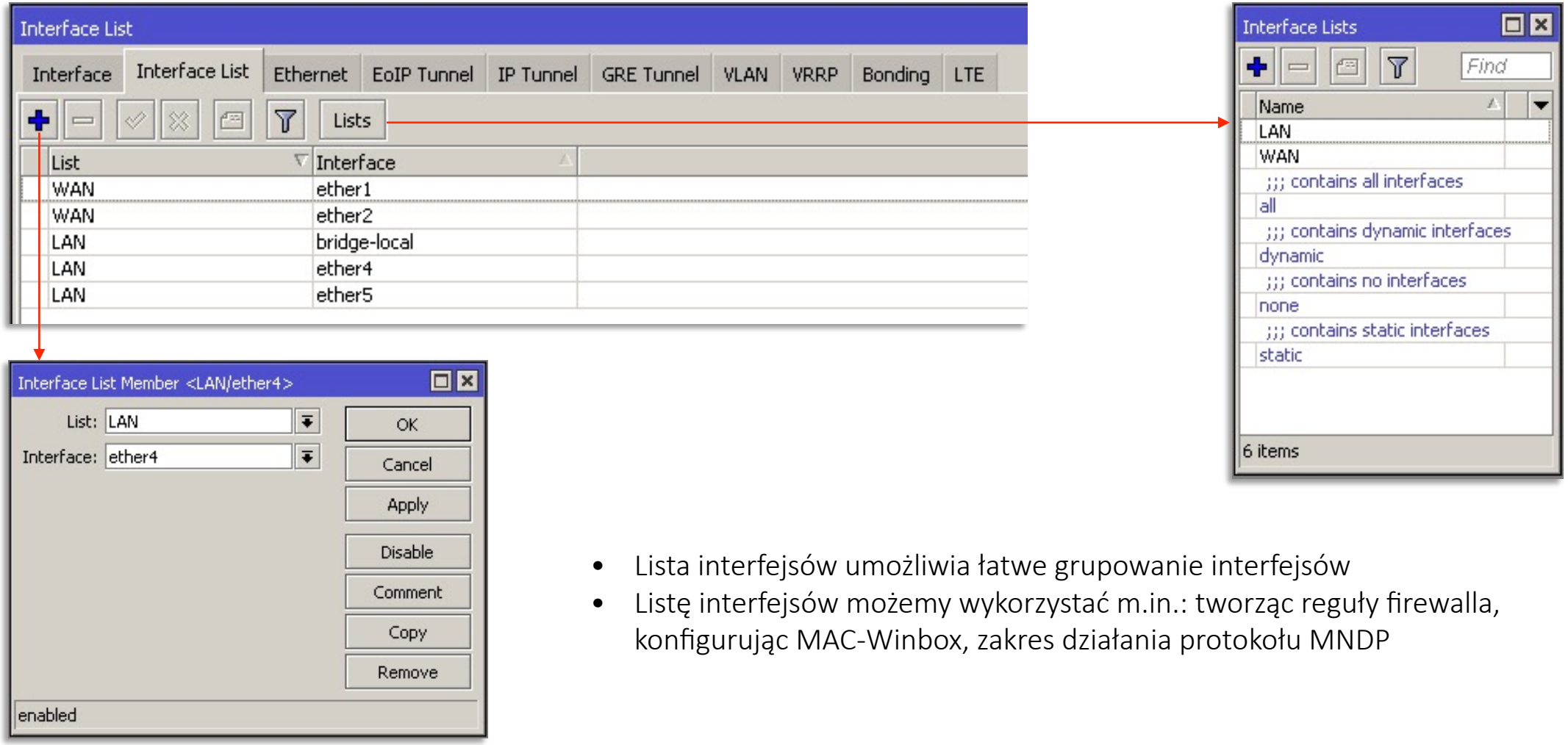
- ether1, ether2, wlan1, wlan2

tak i na logicznych:

- ipip, vlan, bridge

Podstawowe ustawienia

Interface list

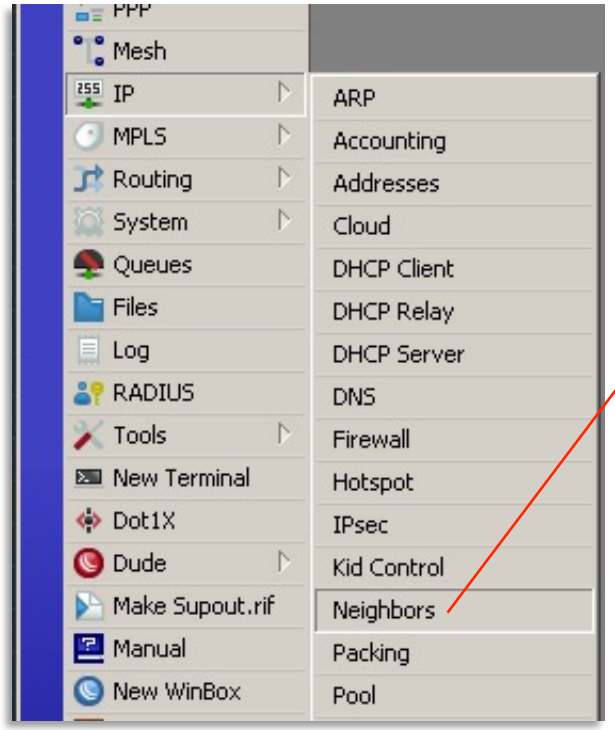


- Lista interfejsów umożliwia łatwe grupowanie interfejsów
- Listę interfejsów możemy wykorzystać m.in.: tworząc reguły firewalla, konfigurując MAC-Winbox, zakres działania protokołu MNDP

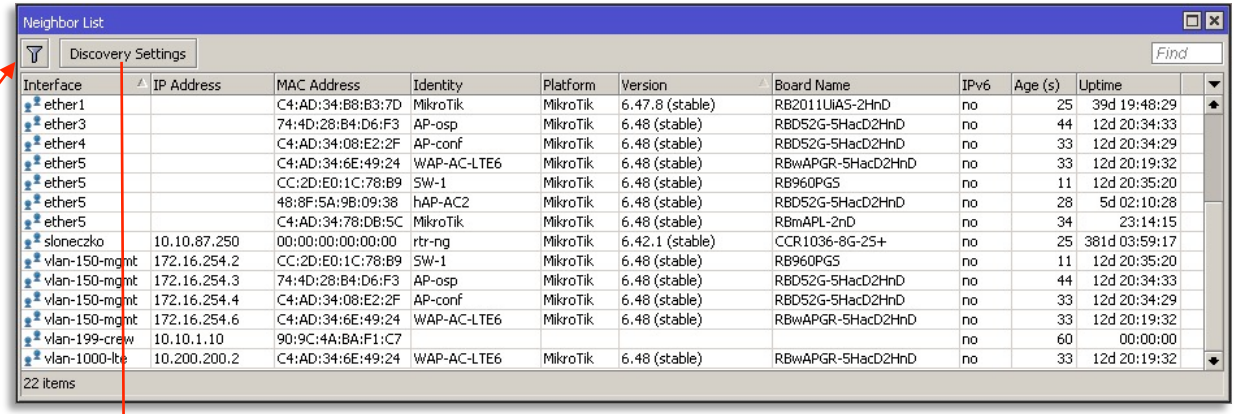
Podstawowe ustawienia

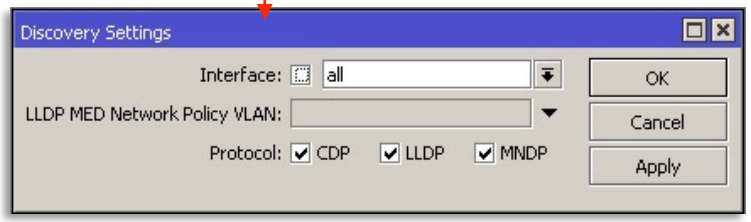
MikroTik Neighbor Discovery protocol

Protokół umożliwia wykrywanie urządzeń znajdujących się w tej samej domenie rozgłoszeniowej (broadcast domain)



Znalezione urządzenia





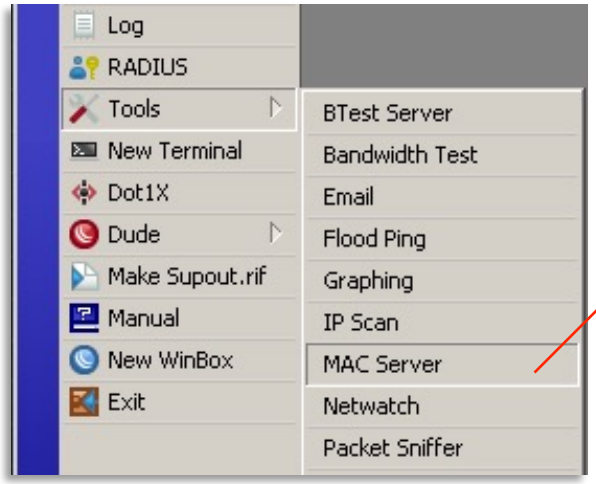
Interface-y na których działa mechanizm wykrywania (MNDP). W tym miejscu podajemy listę interface-ów, a nie pojedyncze interface-y. Aby włączyć wykrywanie na pojedynczym interfejsie musimy go uprzednio dodać do odpowiedniej listy.

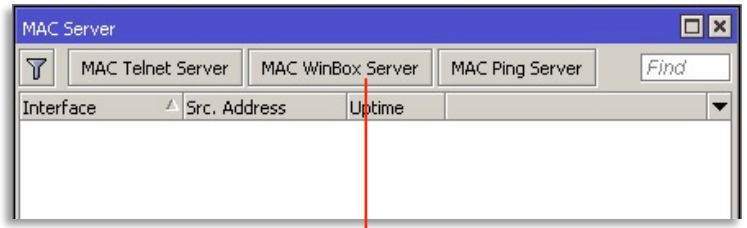
Aktywowanie działania protokołu na danym interface nie umożliwia nam znalezienie innych urządzeń ale również sprawia, iż my sami jesteśmy wykrywani !!!

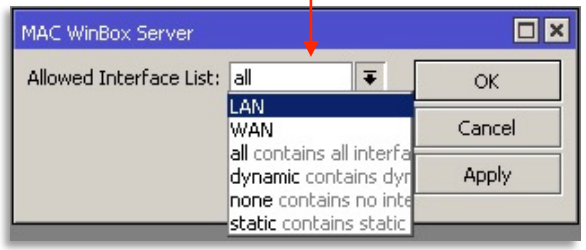
Podstawowe ustawienia

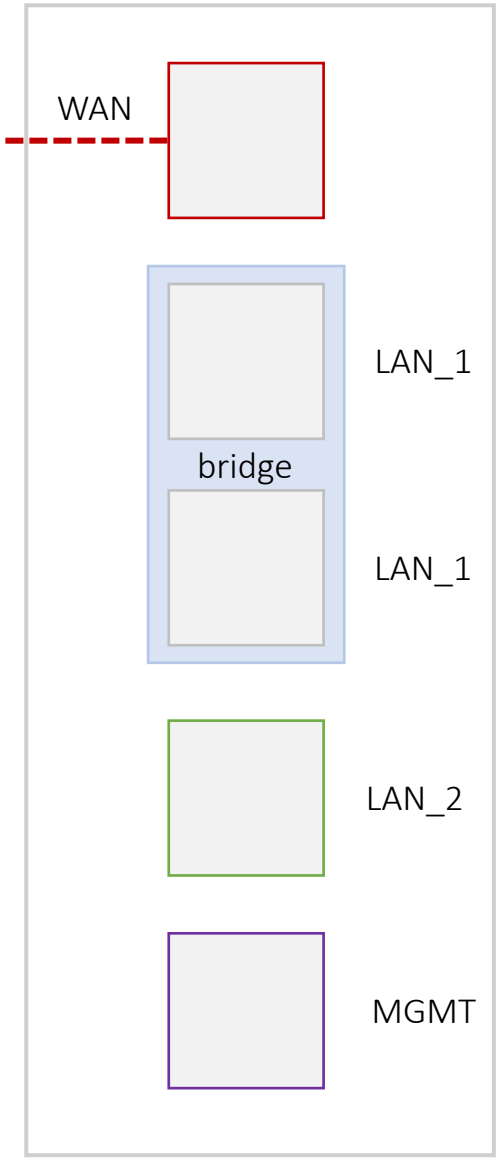
MAC-WinBox, MAC-Telnet

Dostęp do urządzenia z wykorzystaniem jego adresu **MAC,** nie potrzebujemy posiadać adresu IP, dostęp możliwy jedynie w ramach tej samej domeny rozgłoszeniowej, dalej konieczne jest podanie prawidłowego loginu i hasła. Dla schematu powyżej ustawimy dostęp do urządzenia, z wykorzystaniem **MAC WinBox Server** tylko dla połączeń z interface-u ether należącego do grupy **MGMT**.



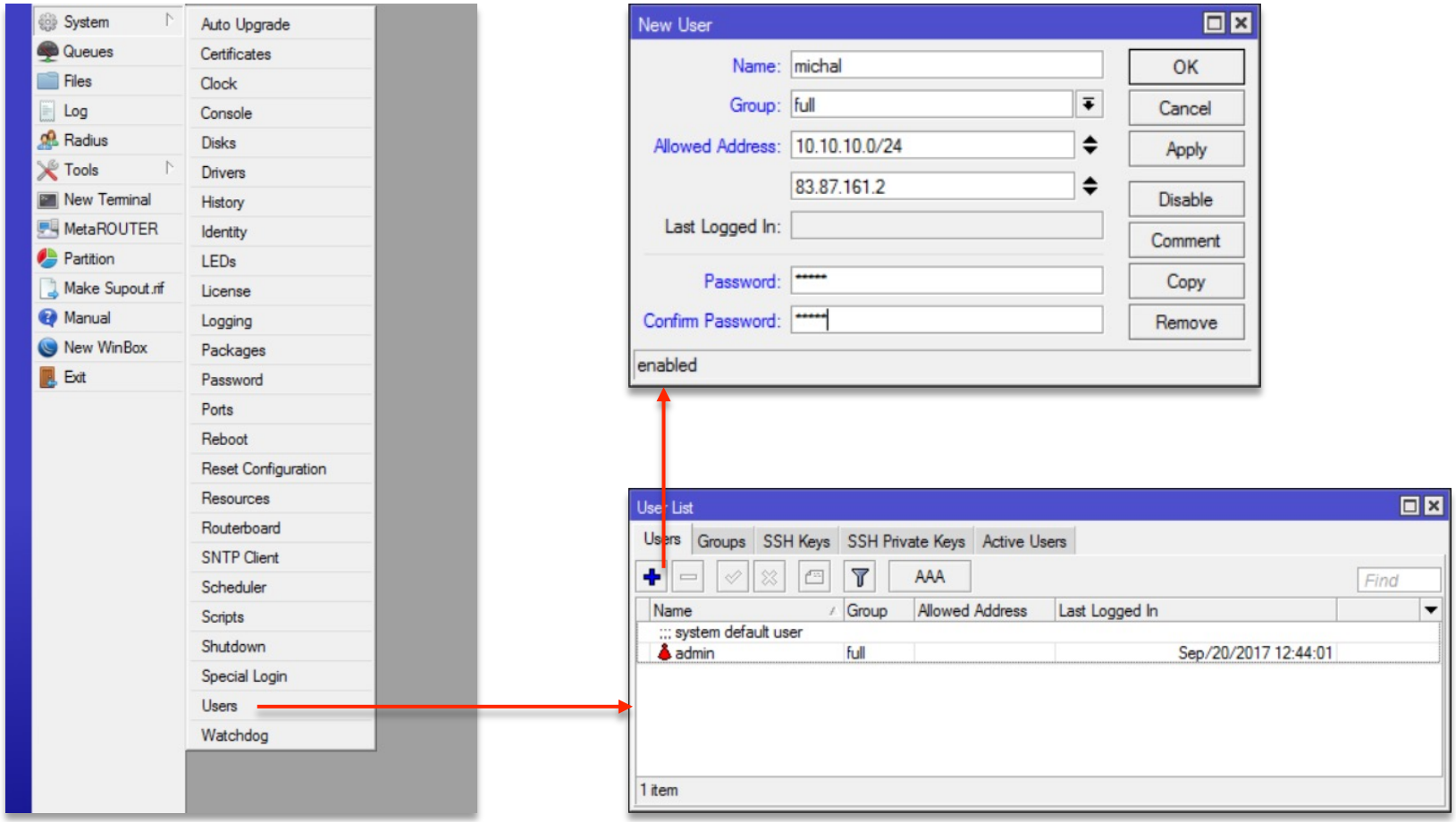






Podstawowe ustawienia

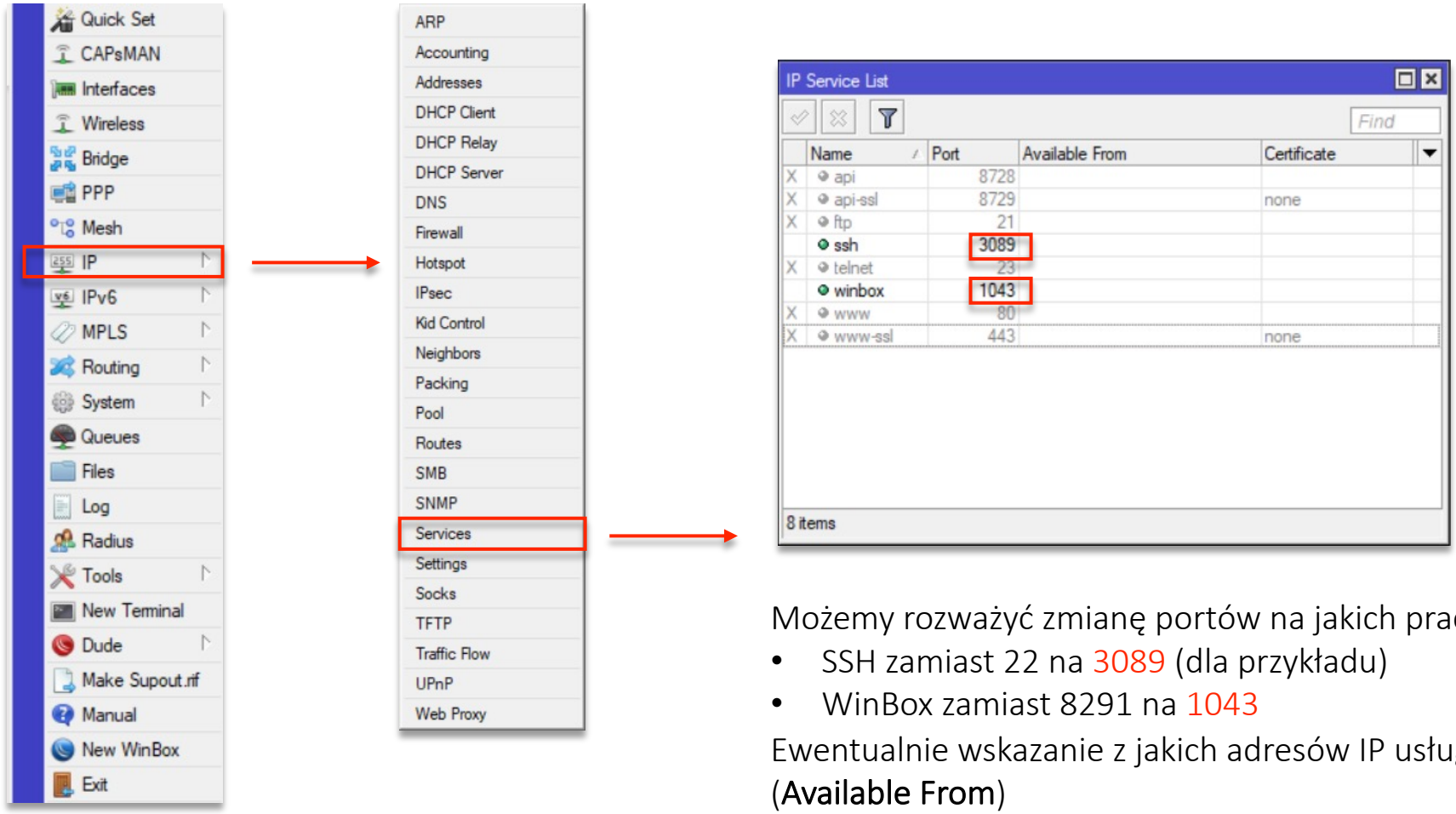
Konta użytkowników systemu



Można ograniczyć możliwość logowania się użytkownika z adresów innych niż wskazane **Allowed Address**

Podstawowe ustawienia

ograniczenie dostępu do urządzenia



Możemy rozważyć zmianę portów na jakich pracują usługi:

- SSH zamiast 22 na 3089 (dla przykładu)
- WinBox zamiast 8291 na 1043

Ewentualnie wskazanie z jakich adresów IP usługa będzie dostępna (**Available From**)

Dostęp z zewnątrz do routera (internet)

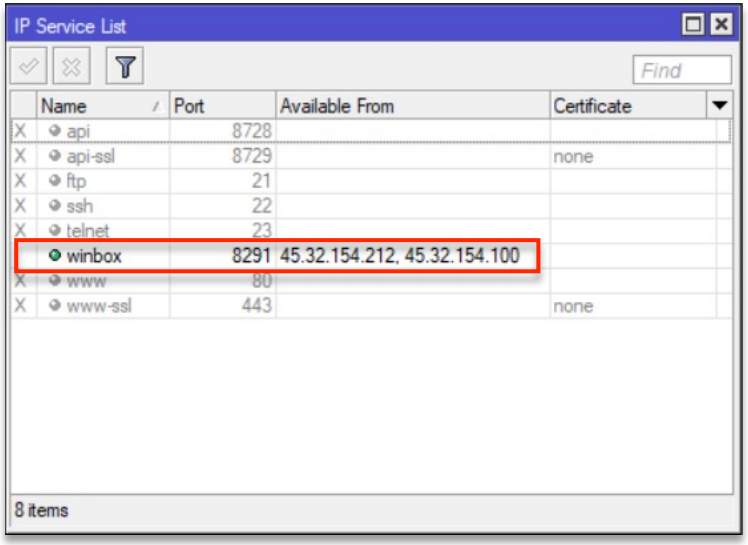
z konkretnych adresów IP

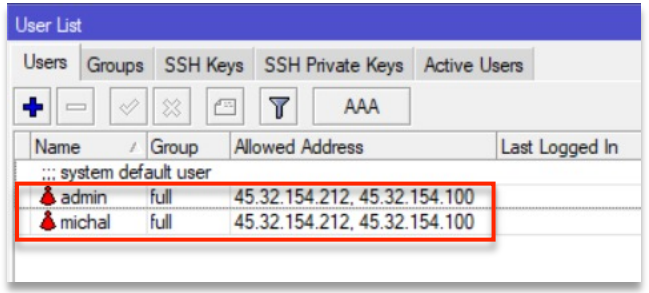
próba logowania

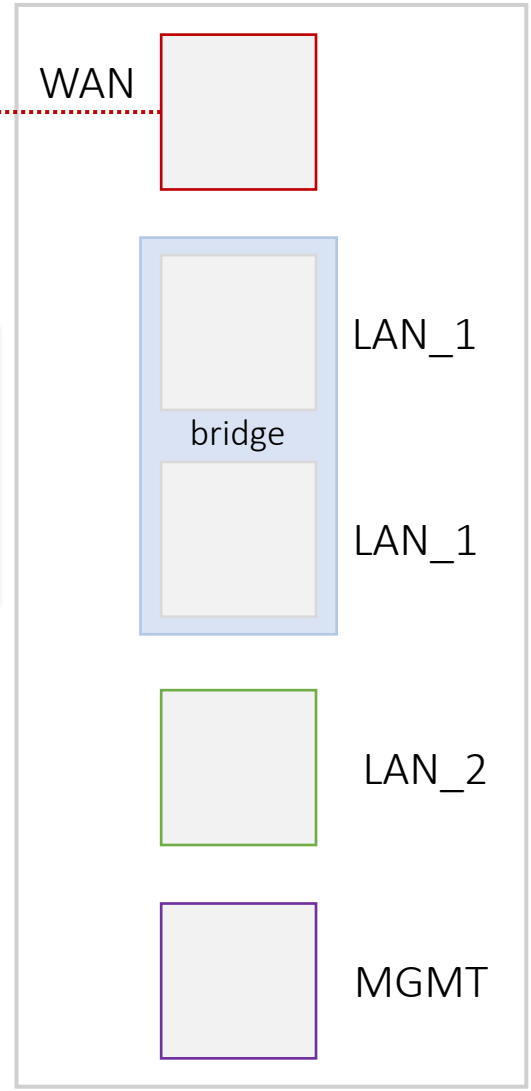
/ip firewall filter

/ip services

/users








```
/ip firewall filter add chain=input comment="Accept Established, Related"
connection-state=established,related action=accept
/ip firewall filter add chain=input src-address=45.32.154.212 action=accept
/ip firewall filter add chain=input src-address=45.32.154.100 action=accept
/ip firewall filter add chain=input action=drop
```

Podstawowe ustawienia

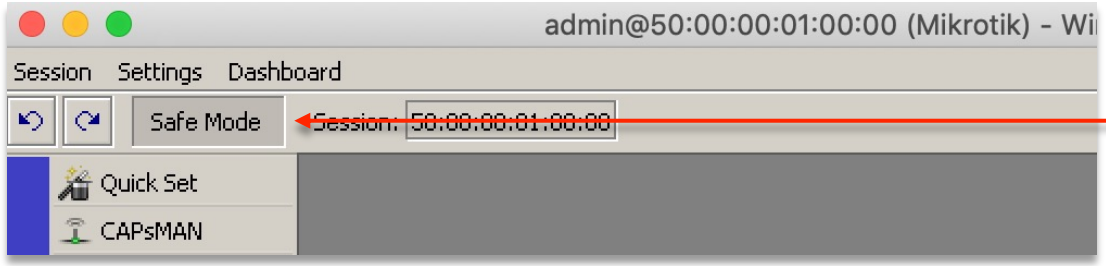
ograniczenie dostępu do urządzenia

```
/tool bandwidth-server set enabled=no
/ip dns set allow-remote-requests=no
/ip socks set enabled=no
/ip upnp set enable=no
/ip cloud set ddns-enable=no update-time=no
/lcd set enabled=no
/ip proxy set enabled=no
```

Podstawowe ustawienia

Safe Mode

Domyślnie każda wprowadzona przez nas zmiana konfiguracji zostaje zapisana w nieulotnej pamięci NAND naszego urządzenia. W przypadku popełnienia błędu w konfiguracji reguł firewall-a, routingu, itp., możemy utracić dostęp do naszego urządzenia i konieczna będzie wizyta na miejscu, a w ostateczności przywrócenie ustawień domyślnych. Aby ustrzec się przed utratą dostępu do urządzenia zalecane jest stosowanie trybu **Safe Mode**.



Przed przystąpieniem do pracy z konfiguracją urządzenia należy wcisnąć przycisk **Safe Mode**. W tym momencie w przypadku gdy nasza sesja z WinBox-em zostanie zerwana, wszystkie zmiany wprowadzone przez nas zostaną odwrócone. Należy pamiętać, aby po skończonej pracy, ponownie odznaczyć przycisk **Safe Mode** aby nasze zmiany zostały zapisane na stałe.

```
[admin@Mikrotik] >
[Safe Mode taken]
[admin@Mikrotik] <SAFE> system identity set name=Mikrotik
[Safe Mode released]
[admin@Mikrotik] >
```

Aby aktywować tryb **Safe Mode** w trybie CLI wciskamy *CTRL-x,* aby opuścić tryb **Safe Mode** ponownie wciskamy *CTRL-x*

UPGRADE

Software / Firmware

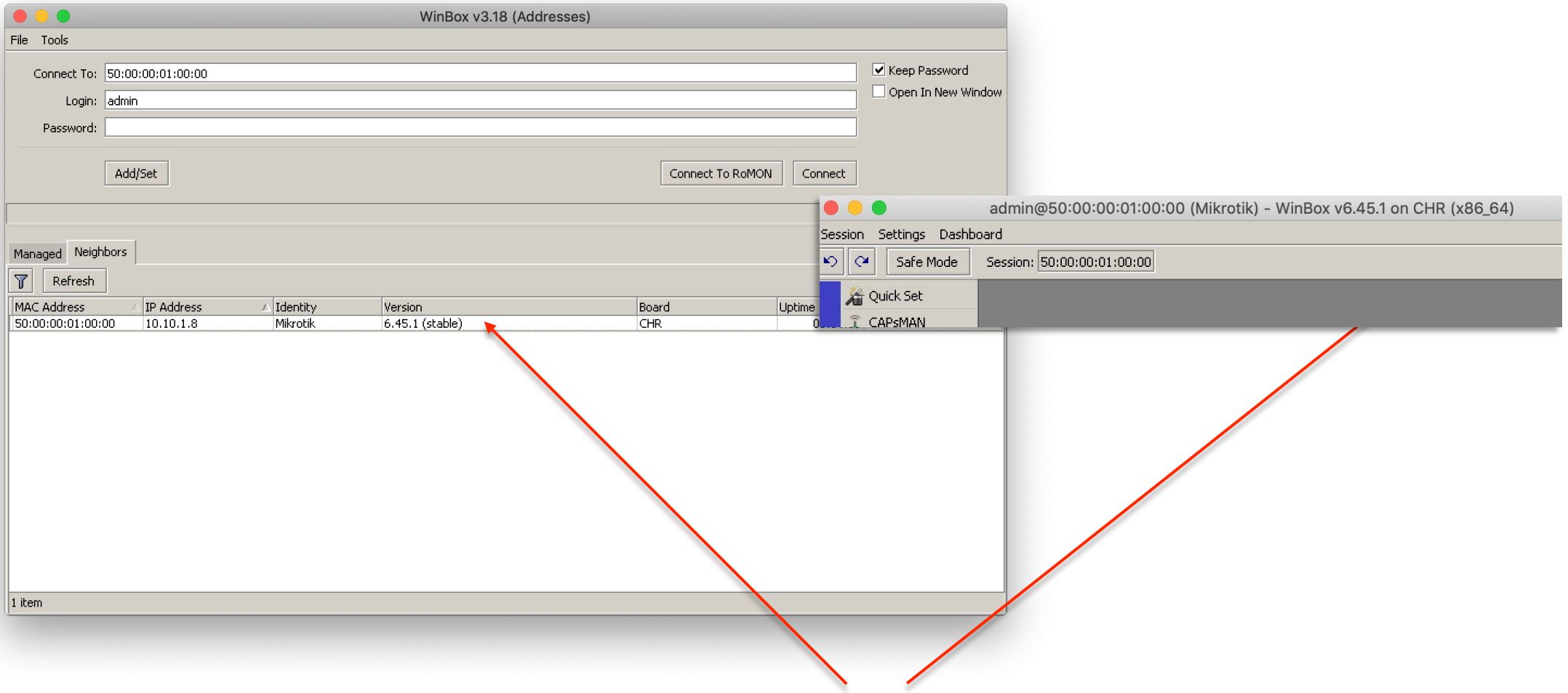
Software- oprogramowanie RouterOS wydawane jest stosunkowo często, zawiera poprawki dotyczące wydajności, nowych funkcjonalności oraz ewentualnych błędów wykrytych we wcześniejszych wersjach oprogramowania. Istnieją trzy gałęzie oprogramowania:

- Long-term – najbardziej stabilna wersja oprogramowania, pozbawiona nowych funkcjonalności
- Stable – zawiera poprawki z gałęzi Long-term, oraz dodatkowo nowe funkcjonalności
- Testing – wersja testowa, posiadająca najnowszy kod, uznawana za mało stabilną

Firmware zawiera poprawki dla sterowników, np. dodano obsługę nowych wkładek SFP, poprawiono sterownik do modułu radiowego.

UPGRADE oprogramowania

Software



Informacja o aktualnie zainstalowanej wersji oprogramowania

UPGRADE oprogramowania

Software

Proces upgrade-u możemy wykonać na kilka sposobów:

- Wgranie pliku (drag & drop WinBox lub ftp, a następnie ponowne uruchomienie urządzenia)
- NetInstall
- Auto Upgrade
- CAPsMAN
- The DUDE
- Packages -> Check for Updates -> Download & Install

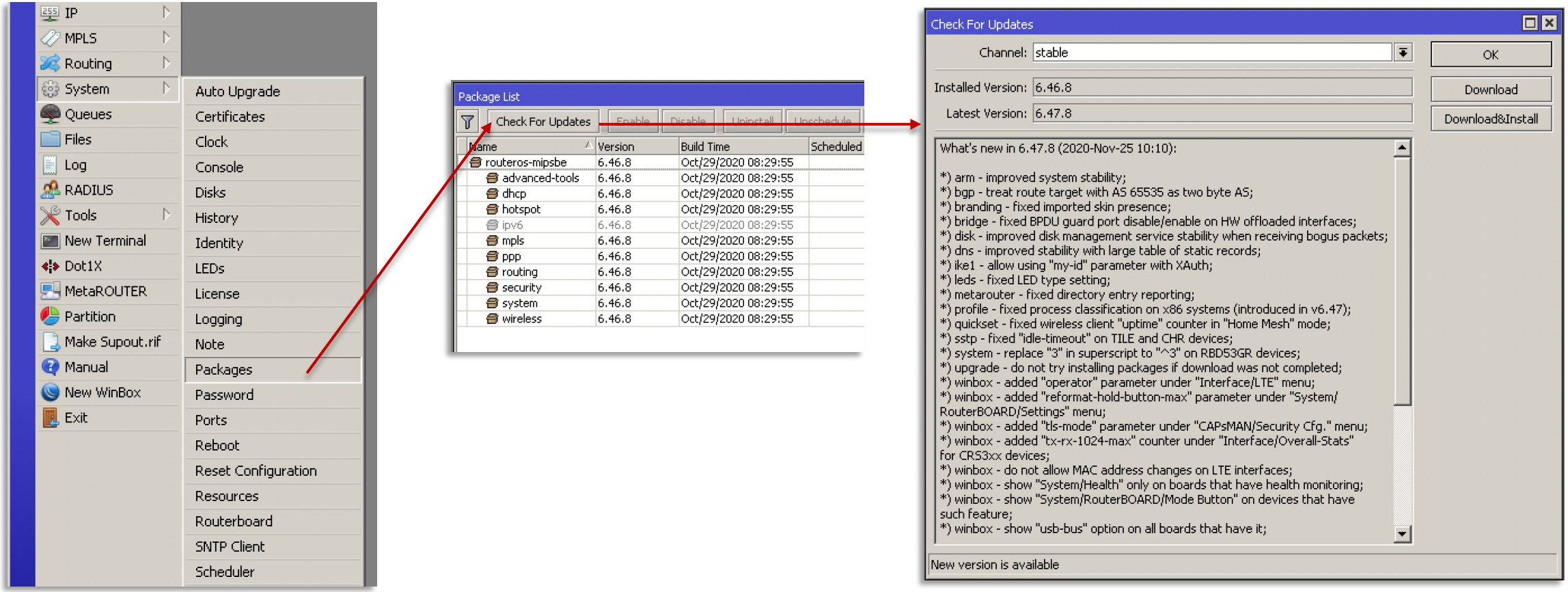
***Uwaga**: w przypadku ręcznego upgrade-u należy pobrać ze strony https://mikrotik.com/download paczkę z rozszerzeniem npk dla architektury zgodnej z posiadanym urządzeniem*

UPGRADE oprogramowania

Software

Metoda 1

Packages -> Check for Updates -> Download & Install



UPGRADE oprogramowania

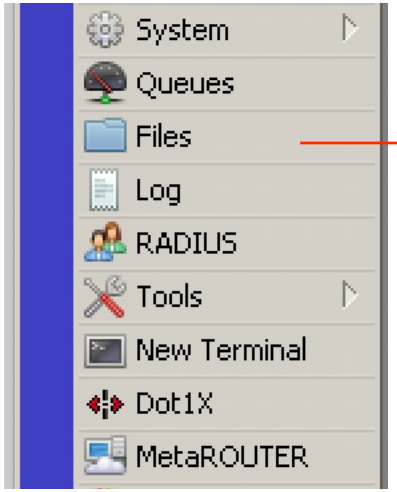
Software

Metoda 2

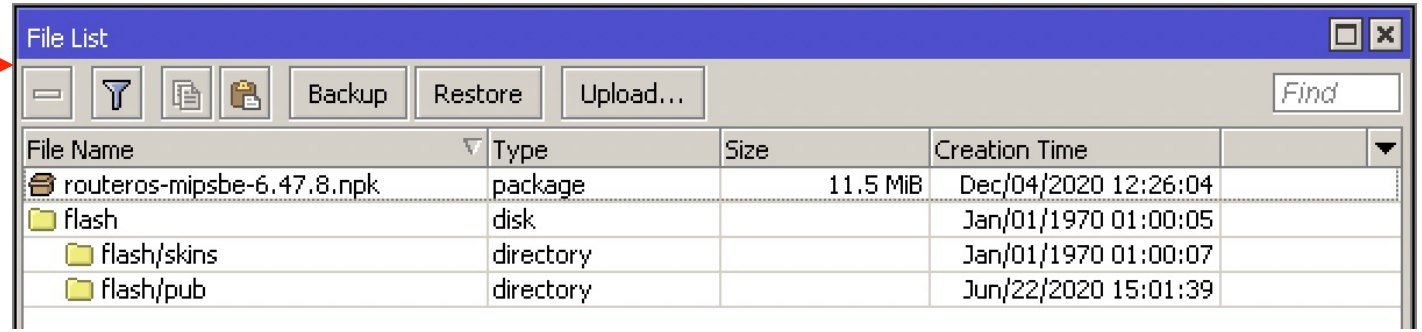
Pobieramy software ze strony https://mikrotik.com/download plik .npk

Koniecznie zgodny z naszą architekturą sprzętową !!!

	6.46.8 (Long-term)	6.47.8 (Stable)	6.48beta58 (Testing)	7.1beta3 (Development)
MIPSBE	CRS1xx, CRS2xx, CRS312-4C+8XG, CRS326-24S+2Q+, CRS354, Cube Lite60, DISC, FiberBox, hAP, hAP ac, hAP ac lite, LDF, LHG, LHG Lite60, ltAP mini, mANTBox, mANTBox 2, mAP, NetBox, NetMetal, PowerBox, PWR-Line, QRT, RB9xx, SXTsq, cAP, hEX Lite, RB4xx, wAP, BaseBox, DynaDish, RB2011, SXT, OmniTik, Groove, Metal, Sextant, RB7xx, hEX PoE			
Main package				
Extra packages				



Plik zapisujemy do głównego katalogu

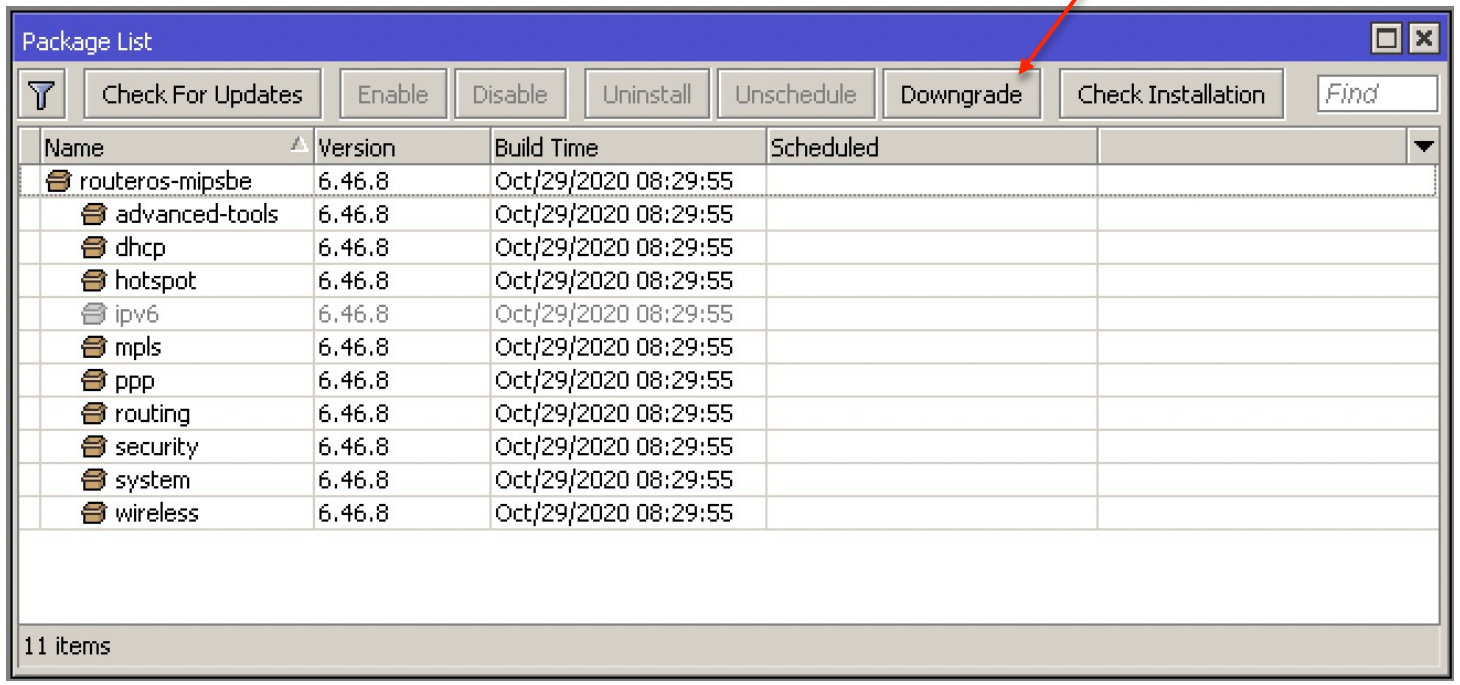


DOWNGRADE oprogramowania

Software

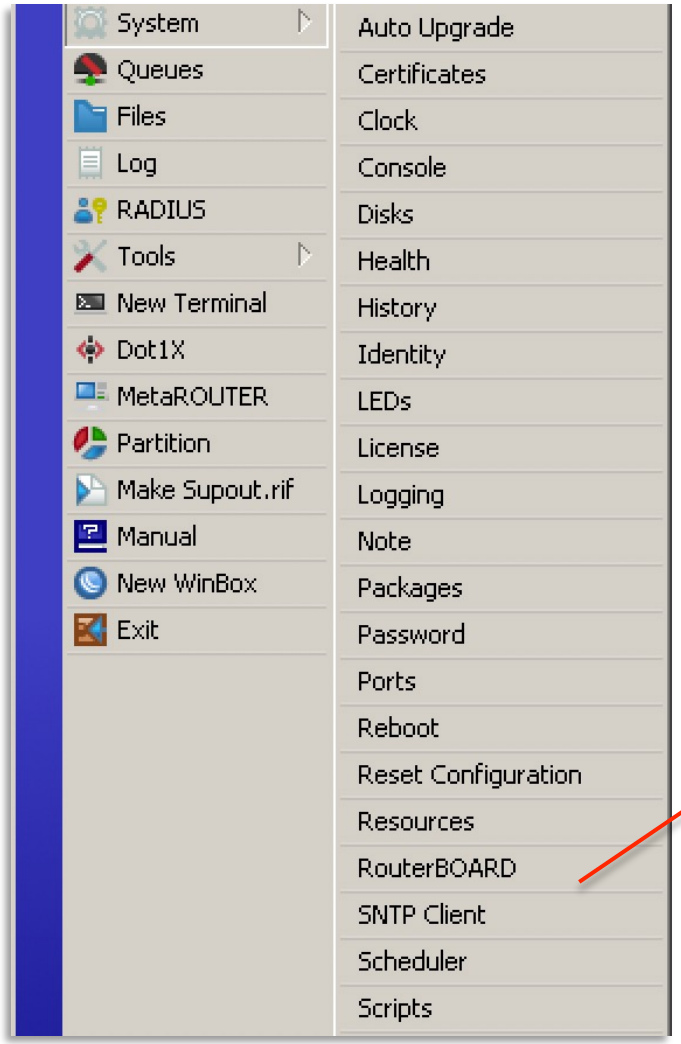
Aby powrócić do starszej wersji oprogramowania RouterOS :

- należy pobrać software ze strony: https://mikrotik.com/download/archive
- umieścić plik w głównym katalogu ***Files***
- następnie w zakładce `/system package` wybrać opcję **Downgrade**

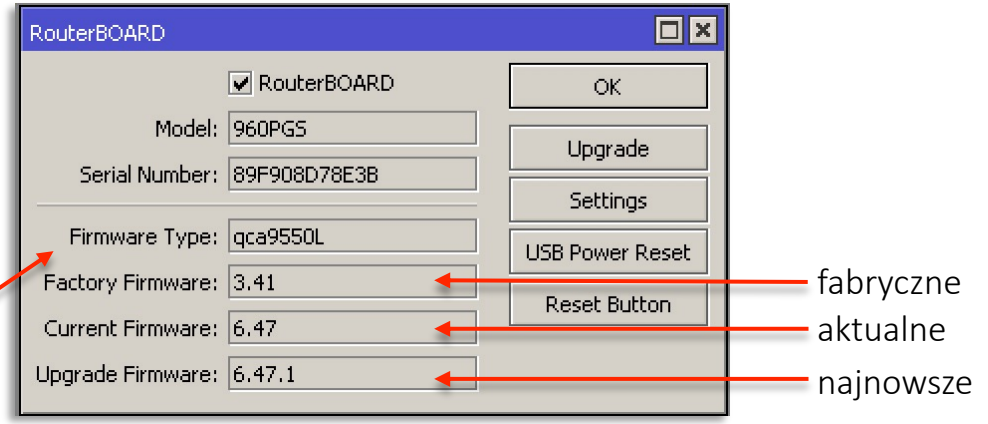


UPGRADE oprogramowania

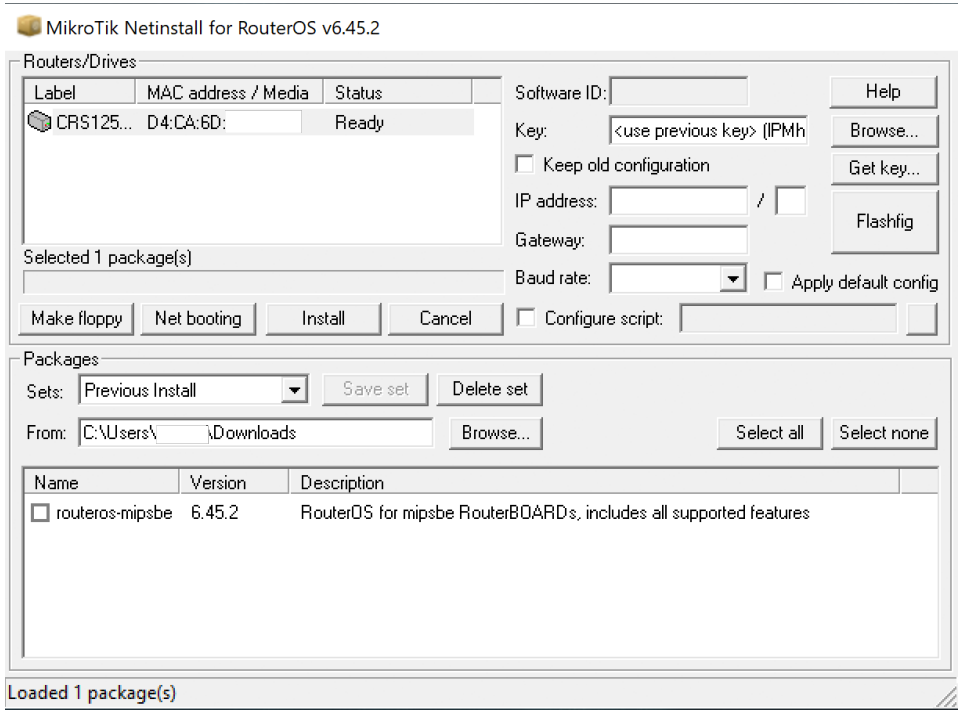
Firmware

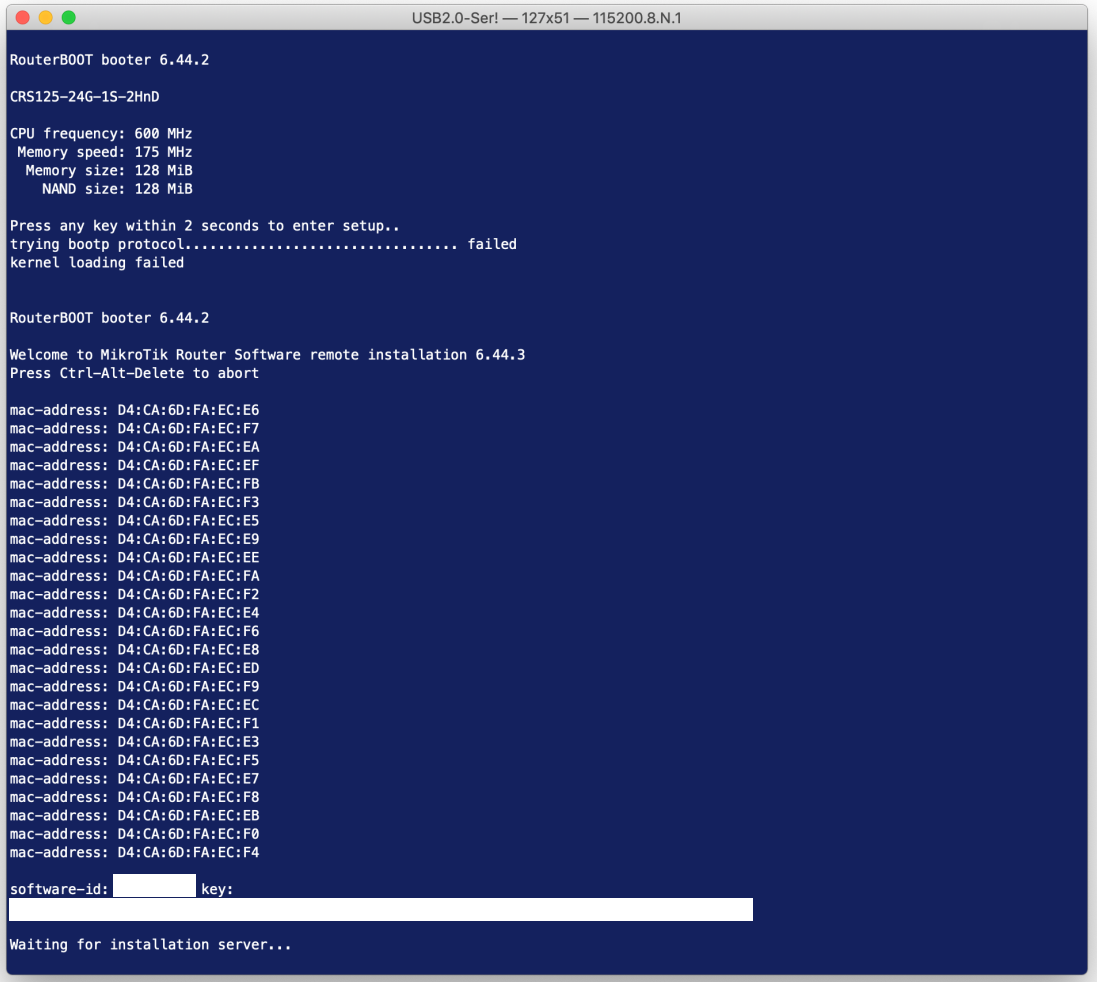


Sprawdzamy jaką wersję **Firmware** aktualnie posiadamy



NetInstall



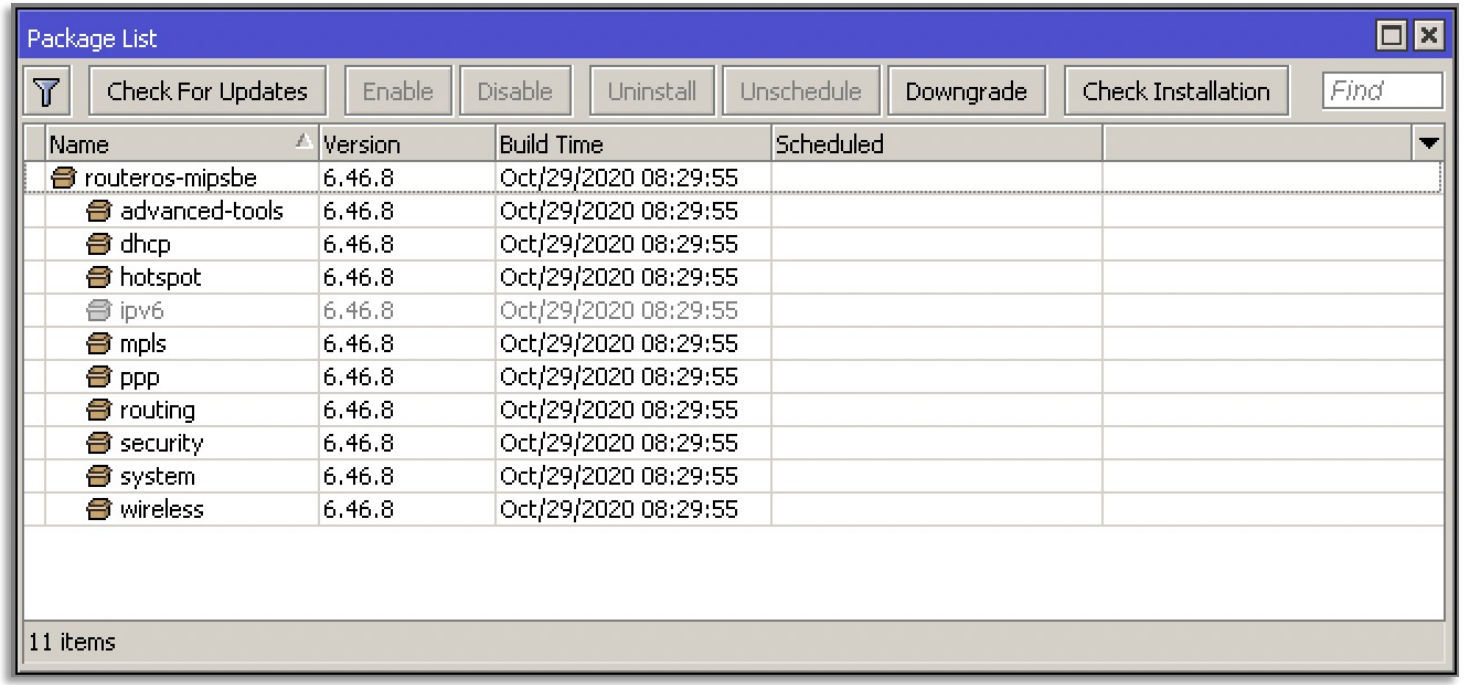


- Narzędzie NetInstall pozwala na instalację oprogramowania RouterOS, gdy to uległo uszkodzeniu.
- Wykorzystuje **BOOTP**
- Należy połączyć PC z MikroTik do **ether1**
- **NIE JEST MOŻLIWY** reset hasła użytkownika RouterOS za pomocą **NetInstall** bez utraty konfiguracji

Software

Paczki (moduły)

Funkcjonalności systemu RouterOS zostały podzielone na paczki (moduły), część z nich dostarczana jest z podstawową wersją systemu **Main Package**, pozostałe można zainstalować dodatkowo ze zbioru **Extra packages**



Zestaw modułów podstawowych **Main package**

Software

Paczki (moduły)

Funkcjonalności dostarczone przez paczki:

- **advanced-tools** – narzędzie ping (flood-ping, ping-speed), Netwatch, ip-scan, SMS tool, Wake-on-LAN
- **calea** – narzędzie do gromadzenia danych do specjalnego użytku zgodnie z "Communications Assistance for Law Enforcement Act" w USA
- **dhcp** – Dynamic Host Control Protocol klient oraz serwer
- **hotspot** – umożliwia skonfigurowanie strony powitalnej, na której użytkownicy muszą podać hasło, aby
- uzyskać dostęp do sieci
- **ipv6** – wsparcie dla adresacji ipv6
- **mpls** – wparcie dla protokołu Multi Protocol Labels Switching
- **multicast** – wsparcie dla IGMP (Internet Group Management Protocol)
- **ntp** – Network Time Protocol, serwer dokładnego czasu NTP (**uwaga**: klient ntp znajduje się w paczce **system**)
- **openflow** – wsparcie OpenFlow
- **ppp** – MlPPP client, PPP, PPTP, L2TP, PPPoE, ISDN PPP klienci oraz serwer
- **routerboard** – dostęp do ustawień bootloader-a RouterBOOT
- **routing** – wsparcie dynamicznych protokołów routingu RIP, BGP, OSPF oraz filtry
- **security** – IPSEC, SSH
- **system** – **routing statyczny!!!**, ip addresses, klient sNTP, telnet, API, kolejki (QoS), firewall, web proxy, DNS cache, TFTP, IP pool, SNMP, packet sniffer, e-mail wysyłanie poczty, graphing, bandwidth-test, torch, EoIP, IPIP, bridging, VLAN, VRRP.

Software

Paczki (moduły)

Funkcjonalności paczek:

- **ups** – zarządzanie systemami zasilania awaryjnego APC
- **user-manager** – MikroTik User Manager serwer (Radius) dla zarządziania Hotspot oraz innymi serwisami, powiązanymi z autoryzacją Radius-a
- **wireless** – kontroler CAPsMAN, repeater
- **arlan** – wsparcie dla kart radiowych Aironet Arlan
- **isdn** – wsparcie dla modemów ISDN
- **lcd** – wsparcie dla wyświetlaczy LCD podłączanych za pomocą COM/LPT
- **radiolan** – wsparcie dla kart Radiolan
- **gps –** obsługa wbudowanych lub dołączonych na USB modułów GPS

Szczegóły na stronie: *https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:System/Packages*

Software

Przykład: Instalacja dodatkowej paczki

Zainstalujemy paczkę **user-manager** (serwer Radius). Ponieważ paczka nie znajduje się w podstawowym zestawie **Main package**, nie jest ona dostępna na naszym urządzeniu. Musimy pobrać paczkę z **Extra packages** dla naszej architektury.

	6.46.8 (Long-term)	6.47.8 (Stable)	6.48beta58 (Testing)	7.1beta3 (Development)
MIPSBE	CRS1xx, CRS2xx, CRS312-4C+8XG, CRS326-24S+2Q+, CRS354, Cube Lite60, DISC, FiberBox, hAP, hAP ac, hAP ac lite, LDF, LHG, LHG Lite60, ltAP mini, mANTBox, mANTBox 2, mAP, NetBox, NetMetal, PowerBox, PWR-Line, QRT, RB9xx, SXTsq, cAP, hEX Lite, RB4xx, wAP, BaseBox, DynaDish, RB2011, SXT, OmniTik, Groove, Metal, Sextant, RB7xx, hEX PoE			
Main package				
Extra packages				

```
100K Nov 26 08:10 advanced-tools-6.47.8-mipsbe.npk
 20K Nov 26 08:10 calea-6.47.8-mipsbe.npk
188K Nov 26 08:10 dhcp-6.47.8-mipsbe.npk
 52K Nov 26 08:10 gps-6.47.8-mipsbe.npk
180K Nov 26 08:10 hotspot-6.47.8-mipsbe.npk
232K Nov 26 08:10 ipv6-6.47.8-mipsbe.npk
 56K Nov 26 08:10 lcd-6.47.8-mipsbe.npk
176K Nov 26 08:10 lora-6.47.8-mipsbe.npk
1.9M Nov 26 08:10 lte-6.47.8-mipsbe.npk
 96K Nov 26 08:10 mpls-6.47.8-mipsbe.npk
 72K Nov 26 08:10 multicast-6.47.8-mipsbe.npk
260K Nov 26 08:10 ntp-6.47.8-mipsbe.npk
 76K Nov 26 08:10 openflow-6.47.8-mipsbe.npk
304K Nov 26 08:10 ppp-6.47.8-mipsbe.npk
120K Nov 26 08:10 routing-6.47.8-mipsbe.npk
344K Nov 26 08:10 security-6.47.8-mipsbe.npk
7.5M Nov 26 08:10 system-6.47.8-mipsbe.npk
140K Nov 26 08:10 tr069-client-6.47.8-mipsbe.npk
 64K Nov 26 08:10 ups-6.47.8-mipsbe.npk
888K Nov 26 08:10 user-manager-6.47.8-mipsbe.npk
2.6M Nov 26 08:10 wireless-6.47.8-mipsbe.npk
```

- Kopiujemy paczkę do katalogu głównego (**root folder**)
- Wykonujemy reboot urządzenia:

/system reboot

Kopia bezpieczeństwa

Backup/Export

Każdy administrator, zgodnie z przyjętą polityką wykonywania kopii bezpieczeństwa, powinien przeprowadzać cyklicznie backup konfiguracji urządzeń pracujących w jego sieci.

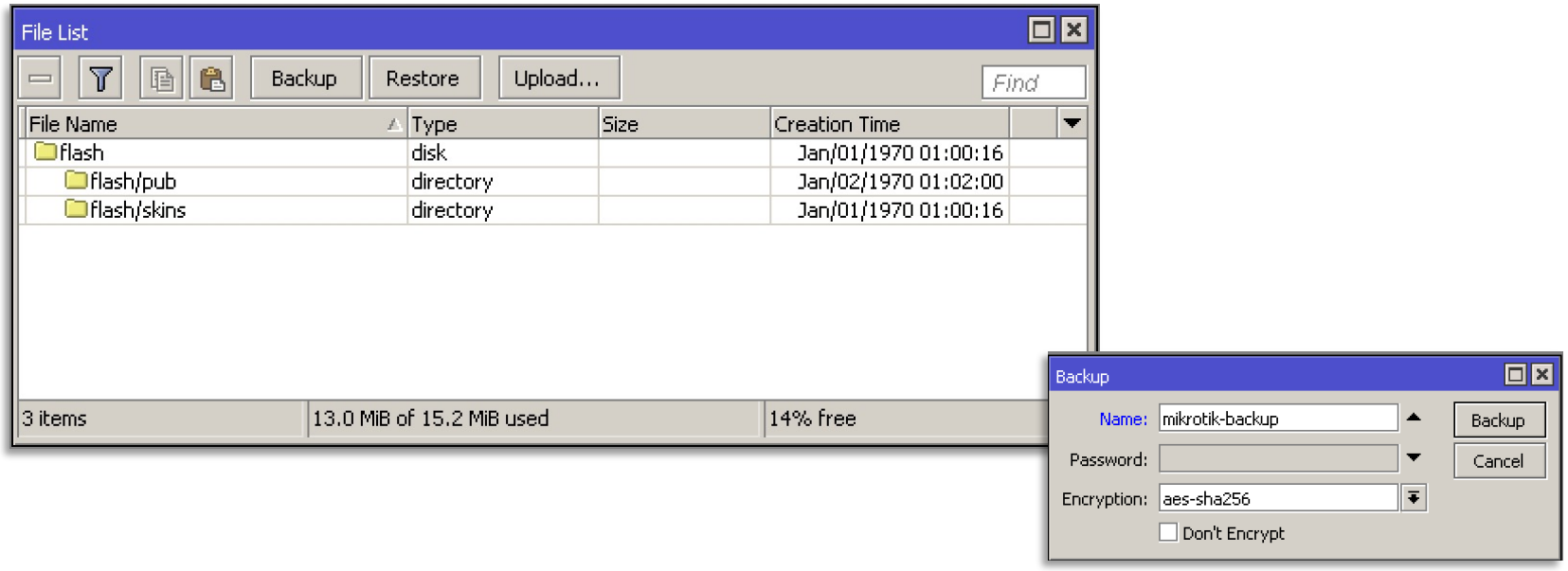
W systemie RouterOS wykonanie kopii bezpieczeństwa możliwe jest na dwa sposoby:

- Backup
- Export

Kopia bezpieczeństwa

Backup

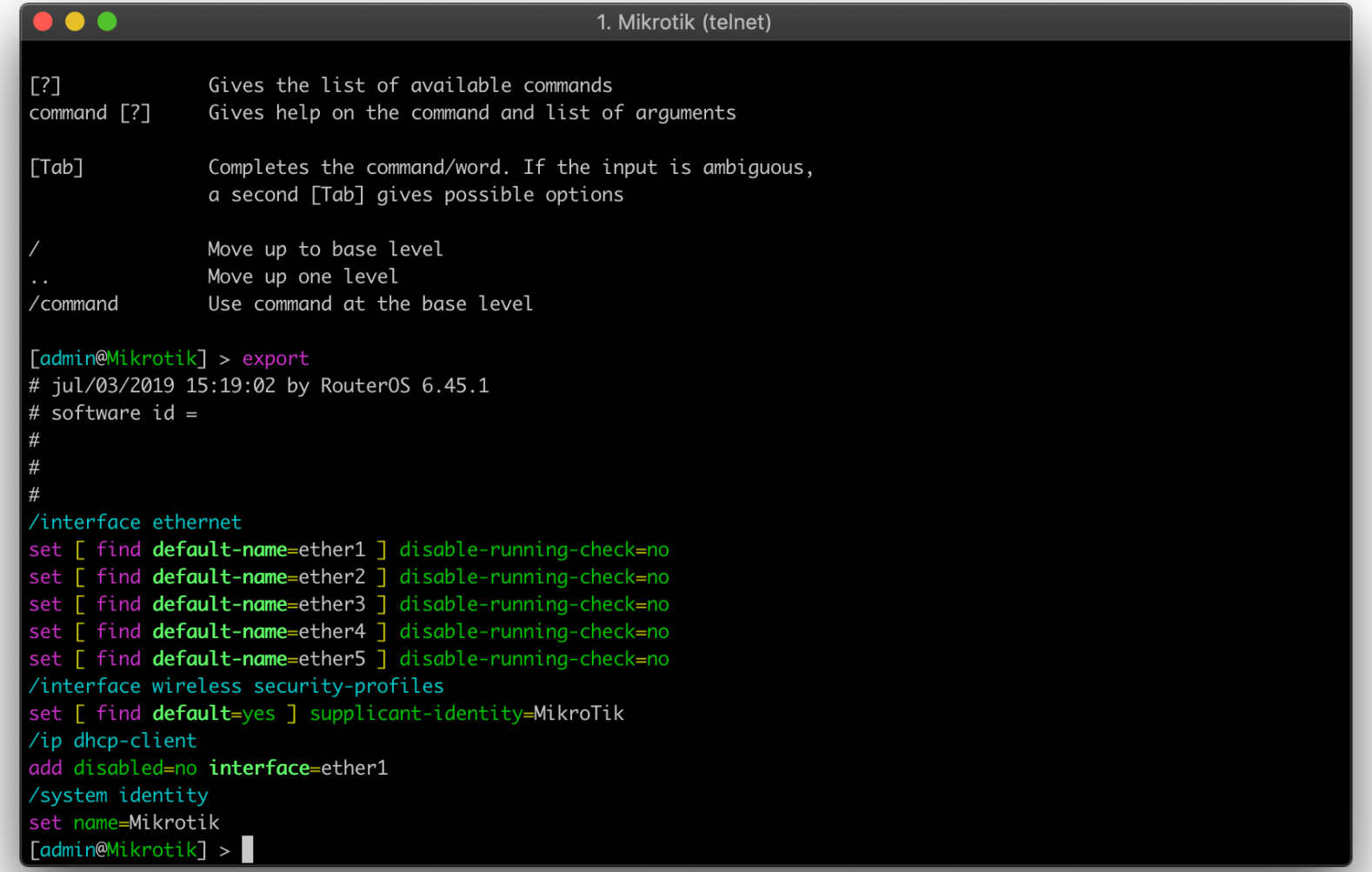
Mechanizm tworzy plik binarny będący zapisem konfiguracji urządzenia



- Plik zostanie utworzony w katalogu **Files** z nazwą *mikrotik-backup.backup*
- Aby przywrócić backup używamy opcji **Restore**
- Parametr **Password** pozwala na zabezpieczenie backup-u hasłem. W przypadku gdy nie podamy hasła będzie wymagane hasło użytkownika, który wykonał backup

Kopia bezpieczeństwa

Export



Kopia bezpieczeństwa

Export

- Pozwala na zapisanie konfiguracji do pliku w formacie .rsc:
  `/export file=export-2019-07-03` (utworzy plik **export-2019-07-03.rsc**)
- Pozwala na wyświetlenie tylko fragmentu konfiguracji

```
[admin@Mikrotik] > ip export
# jul/03/2019 15:27:39 by RouterOS 6.45.1
# software id =
#
#
#
/ip dhcp-client
add disabled=no interface=ether1
[admin@Mikrotik] >
```

- Plik z rozszerzeniem .rsc możemy otworzyć w notatniku, a następnie po edycji wgrać go ponownie
- Fragmenty konfiguracji możemy wkleić bezpośrednio w okno terminala

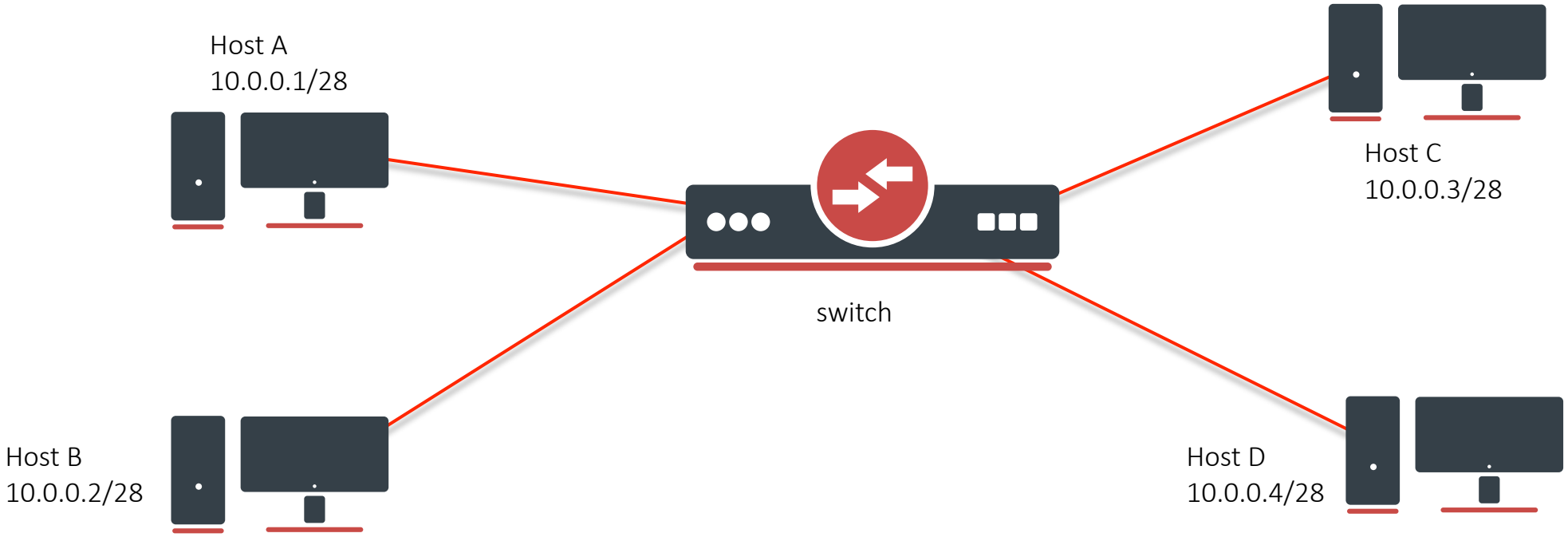
UWAGA:
Opcja export nie zapisze haseł użytkowników systemowych !!!
Wszystkie inne hasła (IPsec, vpn, wireless) zostaną zapisane do pliku
Aby zrezygnować z zapisywania haseł vpn, wireless należy użyć przełącznika:
`/export file=filename hide-sensitive`

ARP / DHCP

ARP

Address Resolution Protocol

Urządzenia sieciowe: hosty, routery znajdujące się w tej samej domenie rozgłoszeniowej komunikują się ze sobą za pomocą adresów MAC

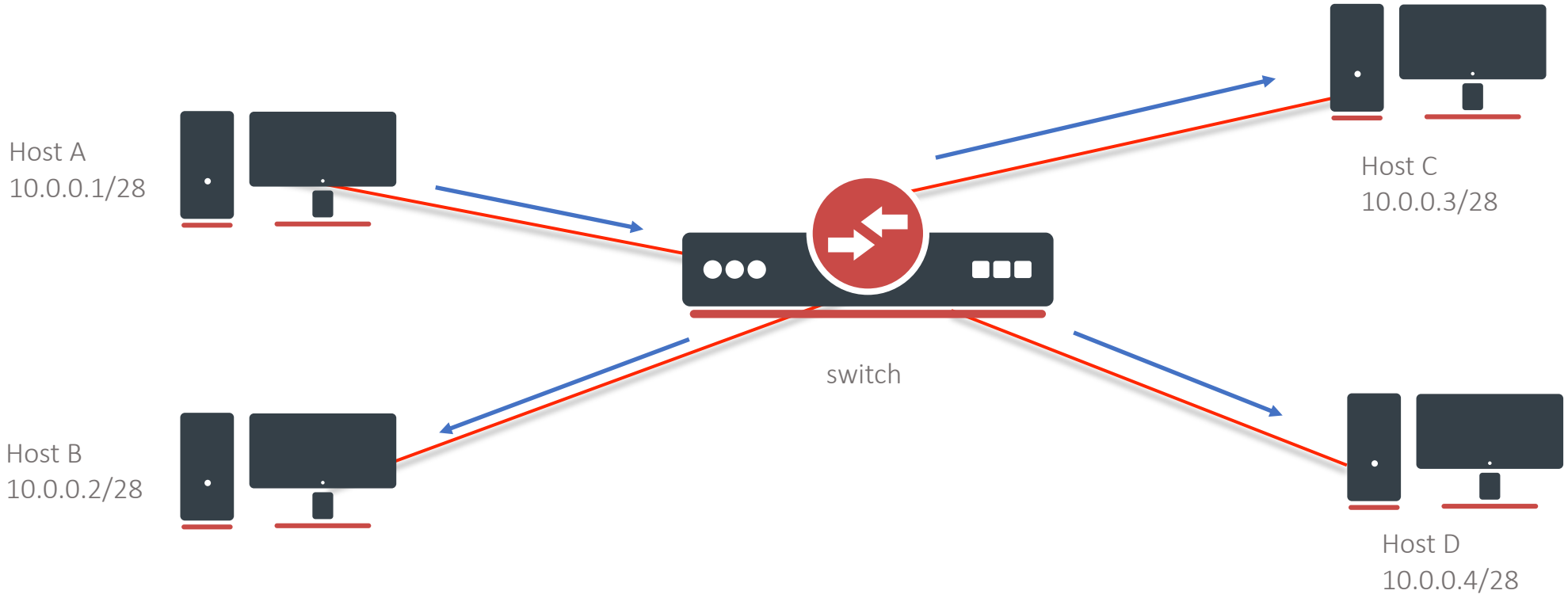


Aby **Host A** mógł komunikować się z **Host D** nie wystarczy znajomość jego adresu IP, potrzebny jest także MAC adres.
Protokół ARP umożliwia stronie nadającej uzyskanie informacji o adresie MAC hosta docelowego.

ARP

Address Resolution Protocol/Request

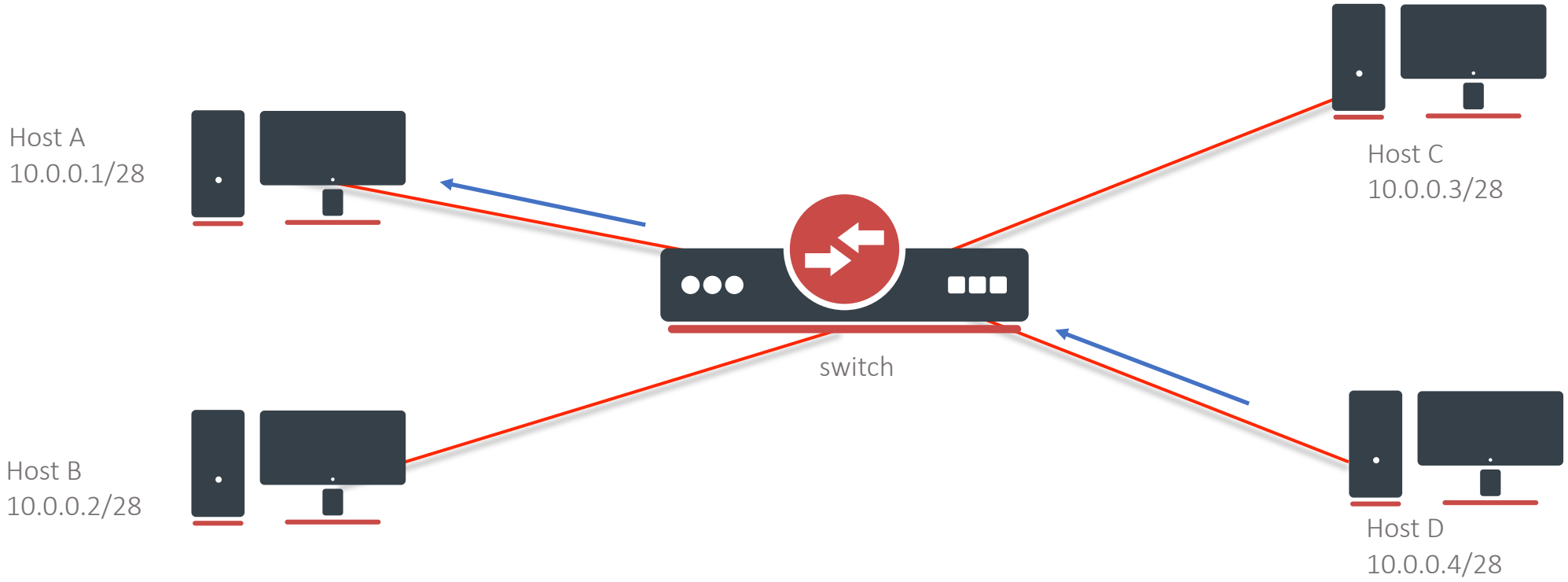
1. Host A wysyła zapytanie ARP Request o treści: proszę o MAC adres hosta o IP adresie 10.0.0.4
2. Przełącznik wysyła zapytanie dalej do wszystkich podłączonych do niego hostów.



ARP

Address Resolution Protocol/Reply

3. Na zapytanie o MAC adres odpowie jedynie **Host D**, którego adresu IP dotyczy zapytanie
4. Przełącznik prześle odpowiedź, ale tym razem już tylko do **Host A**



Host A dodaje u siebie wpis w tablicy ARP utrzymywanej lokalnie
W tym momencie **Host A** zna już MAC adres **Host-a D** i może rozpocząć właściwą komunikację.

ARP

Address Resolution Protocol

REQUEST

MAC adres **HOST A** *00-A0-24-70-FE-BD*	IP adres **HOST A** *10.0.0.1*	MAC adres **HOST D** *00-00-00-00-00-00*	IP adres **HOST D** *10.0.0.4*

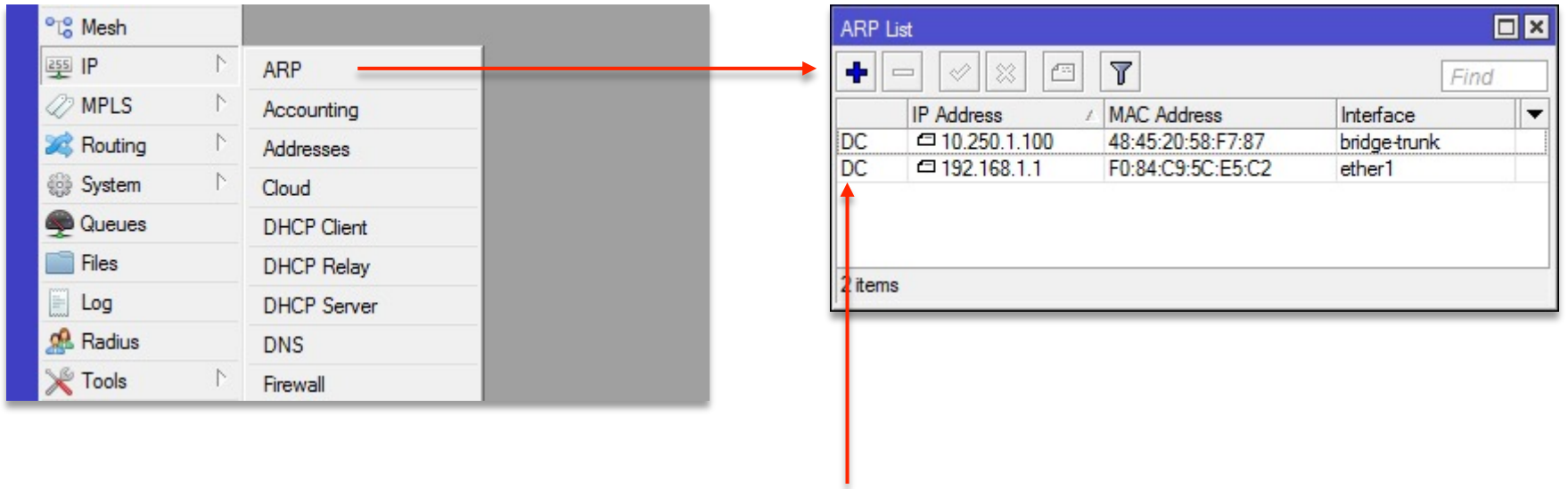
REPLY

MAC adres **HOST D** *00-02-67-79-0F-4C*	IP adres **HOST D** *10.0.0.4*	MAC adres **HOST A** *00-A0-24-70-FE-BD*	IP adres **HOST A** *10.0.0.1*

ARP

Address Resolution Protocol

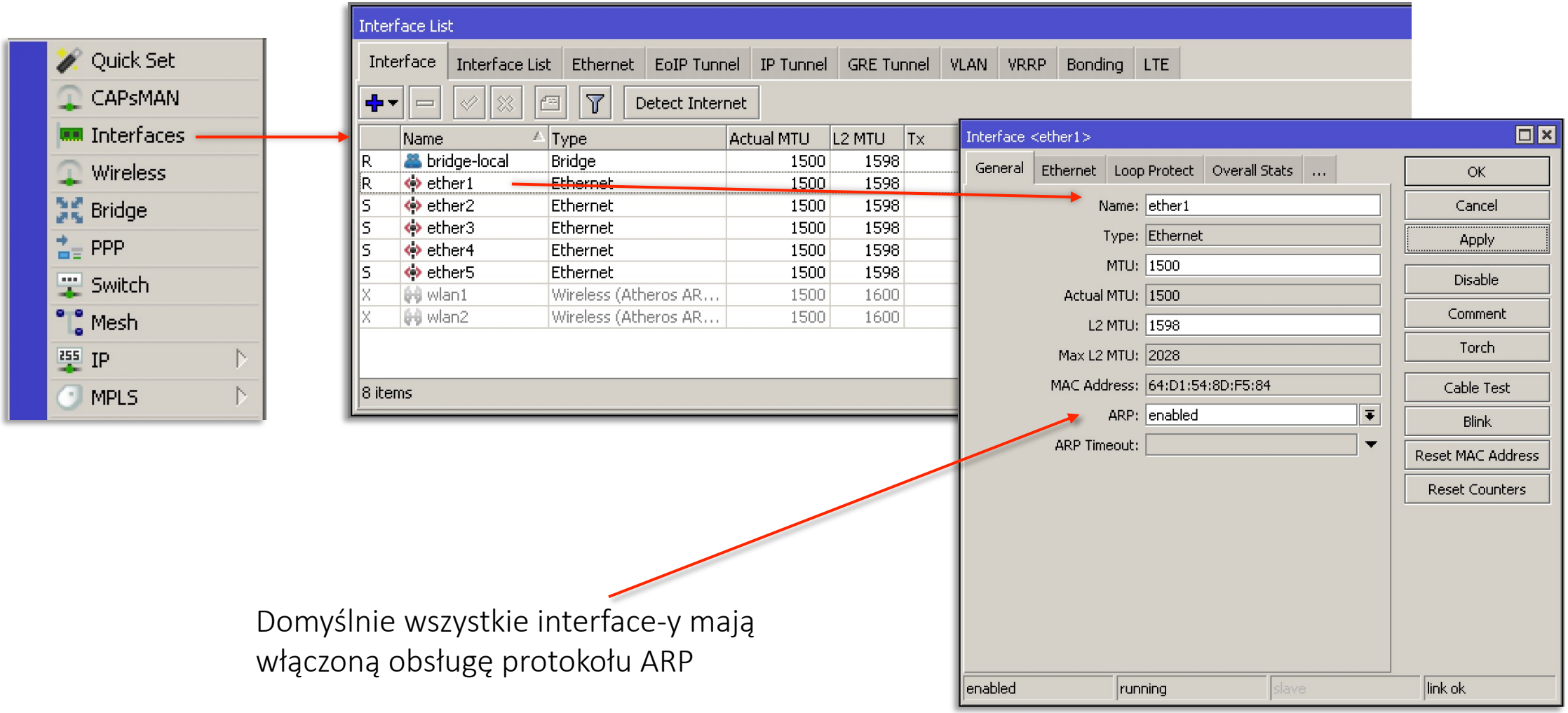
Tablica ARP na naszym urządzeniu



Litera **D** oznacza, iż wpis w naszej tablicy ARP został dodany dynamicznie, w wyniku działania protokołu ARP

ARP

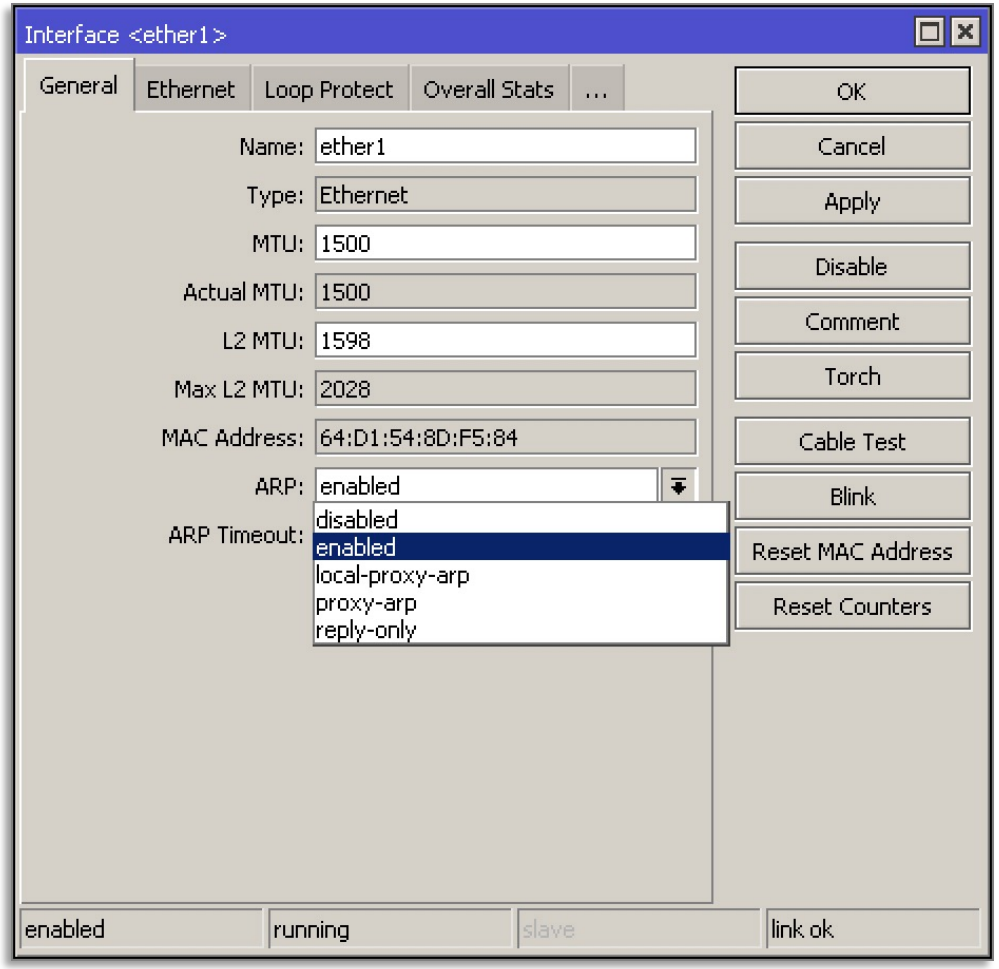
Address Resolution Protocol



Domyślnie wszystkie interface-y mają włączoną obsługę protokołu ARP

ARP

Możliwe ustawienia ARP



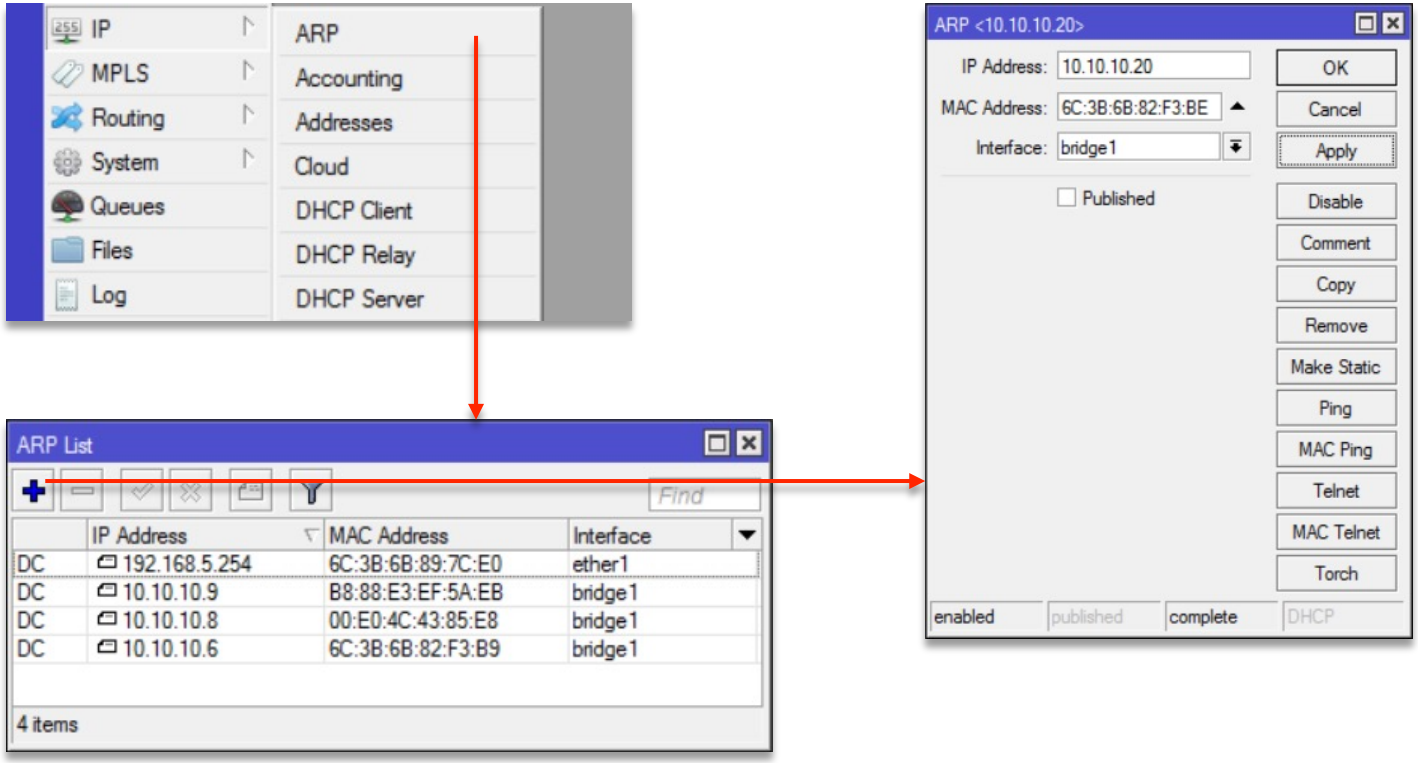
Możliwe ustawienia:

- **disabled** — wyłączona obsługa protokołu ARP
- **enabled** — włączona obsługa protokołu **ARP** (domyślnie)
- **local-proxy-arp** — funkcja działa w ramach jednego interface-u router pośredniczy w komunikacji pomiędzy wszystkimi hostami pomimo faktu, iż znajdują się w tej samej domenie rozgłoszeniowej
- **proxy-arp** — router na zapytanie arp z innej sieci odpowie swoim adresem MAC i w późniejszej fazie będzie pośredniczył w przesyłaniu pakietów
- **reply-only** — urządzenie nigdy nie będzie wysyłało arp request, istnieje konieczność ręcznego wprowadzania wpisów do tablicy arp, urządzenie odpowie na zapytanie arp request jeżeli takie się pojawi

ARP

Ręczne dodawanie wpisów ARP

W przypadku gdy wyłączyliśmy działanie protokołu ARP na interface-ie, musimy ręcznie dodać wpisy aby umożliwić komunikację IP z innymi urządzeniami



DHCP

Dynamic Host Configuration Protocol

Protokół służy do automatycznego konfigurowania ustawień sieciowych klientów łączących się do sieci. Serwer DHCP wysyła do klientów niezbędne informacje takie jak:

- adres IP wraz maską sieci
- brama domyślna (default gateway)
- serwery DNS

DHCP umożliwia również przesłanie innych parametrów, z których klient może skorzystać:

- NTP - serwer dokładnego czasu
- WINS – serwer Windows Internet Name Service
- Next Server (option 66)
- Boot Filename (option 67)
- inne

DHCP

Komunikaty RFC2131

- DHCPDISCOVER - Klient wysyła komunikat rozgłoszeniowy, aby znaleźć dostępne serwery
- DHCPOFFER - Serwer wysyła do klienta w odpowiedzi na DHCPDISCOVER propozycję parametrów konfiguracyjnych
- DHCPREQUEST - Powiadomienie klienta do serwerów lub (a) żądanie proponowanych parametrów z jednego serwera i niejawne odrzucenie ofert od wszystkich innych, (b) potwierdzenie poprawności wcześniej przydzielonego adresu po, na przykład, ponownym uruchomieniu systemu, lub (c) przedłużenie dzierżawy na określony adres sieciowy
- DHCPACK - Serwer wysyła do klienta ustawienia konfiguracyjne, w tym podany adres sieciowy
- DHCPNAK - Serwer wysyła do klienta informację, że propozycja adresu sieciowego klienta jest nieprawidłowa (na przykład klient przeniósł się do nowej podsieci) lub upłynął czas dzierżawy klienta
- DHCPDECLINE - Klient wysyła do serwera powiadomienie, że adres sieciowy jest już używany
- DHCPRELEASE - Klient do serwera, aby anulować dzierżawę
- DHCPINFORM - Klient do serwera z żądaniem tylko o parametry konfiguracyjne; klient ma już skonfigurowany adres

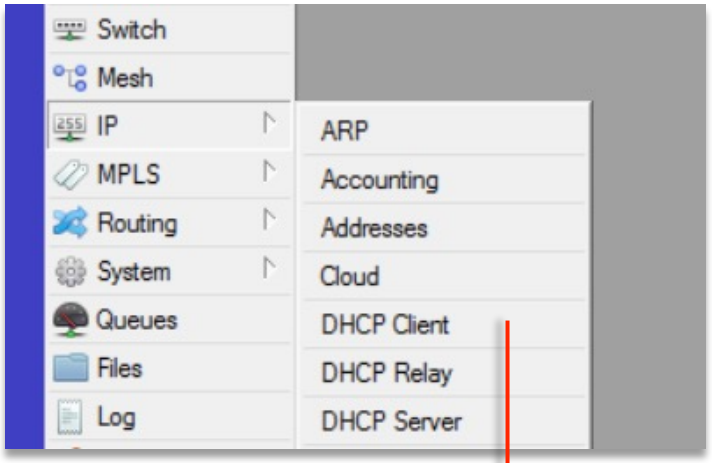
DHCP

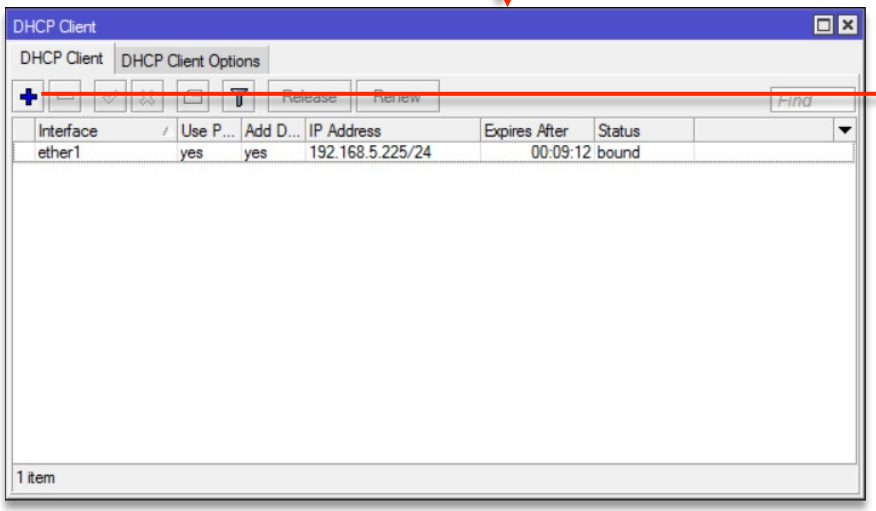
Wymiana komunikatów

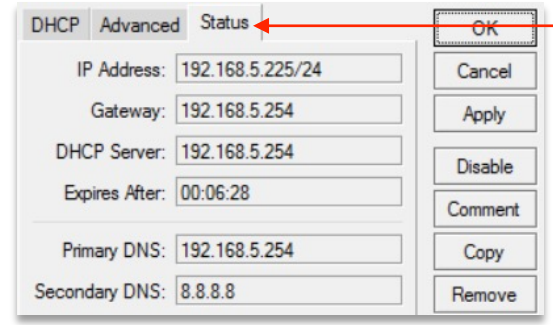
- DHCPDISCOVER message
  IP: source=0.0.0.0; destination=255.255.255.255; UDP: source port=68; destination port=67
- DHCPOFFER message
  IP: source= 192.168.1.1; destination=255.255.255.255; UDP: source port=67; destination port=68
- DHCPREQUEST
  IP: source=0.0.0.0; destination=255.255.255.255; UDP: source port=68; destination port=67
- DHCPACK
  IP: source= 192.168.1.1; destination=255.255.255.255; UDP: source port=67; destination port=68

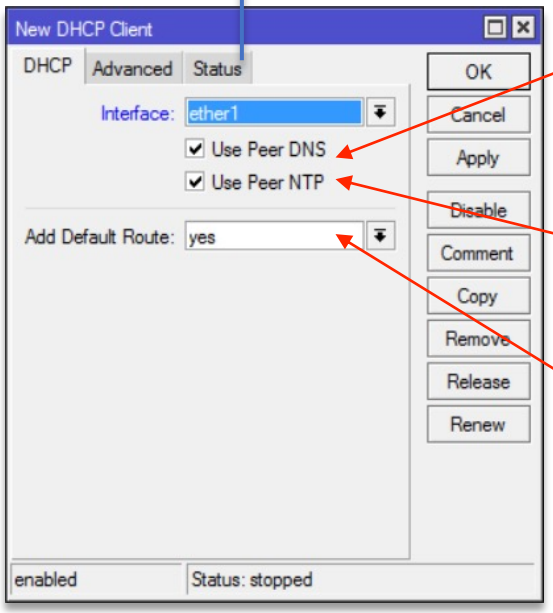
DHCP

Konfiguracja klienta









Weryfikacja czy nasz klient uzyskał adres z serwera DHCP

Jeżeli serwer poda adresy serwerów **DNS**, to czy mamy z nich skorzystać

Jeżeli serwer poda adres serwera **NTP** to mamy go użyć

Czy mamy użyć bramy domyślnej (**default gateway**), podanego przez serwer DHCP

DHCP

Konfiguracja DHCP serwera

- konieczne jest wskazanie interface-u, na którym będzie pracował serwer (***na jednym interface-ie może pracować tylko jeden serwer DHCP !!!***)
- należy zaadresować interfejs, na którym będzie pracować DHCP serwer!!!
- należy wskazać **address pool** (zakres adresów, z którego serwer będzie przydzielał adresy)
- **lease time -** czas dzierżawy adresu IP
- **Relay** - czy pozwalać za zapytania typu unicast DHCP Relay serwerów (0.0.0.0 – nie zezwalaj, 10.10.2.1 – zezwalaj tylko z wskazanej adresy)

DHCP

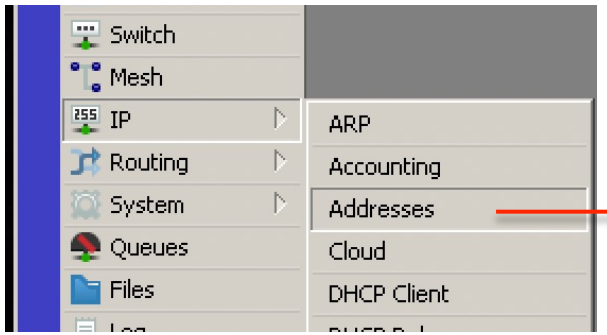
Konfiguracja DHCP serwera

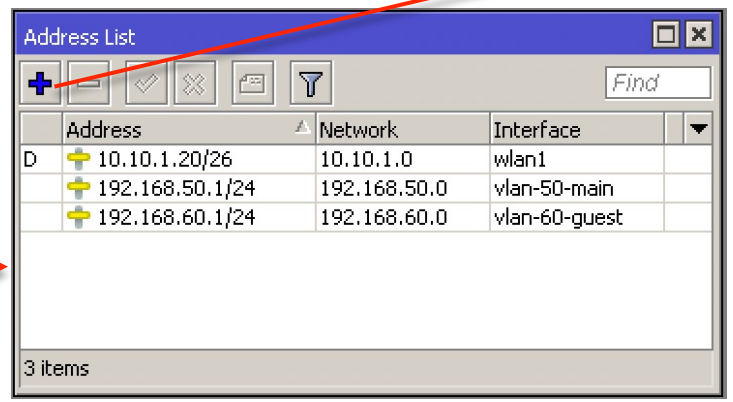
Klient DHCP

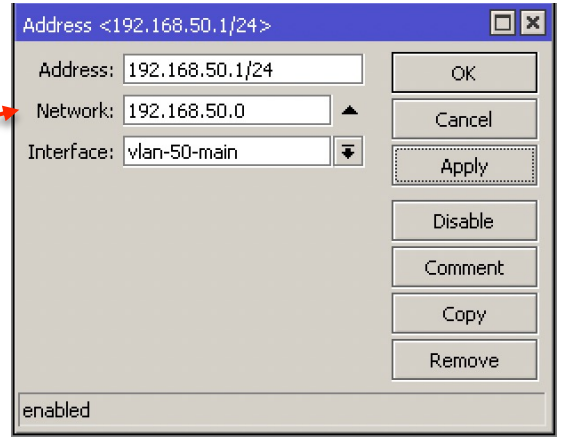
Serwer DHCP
192.168.50.1/24

Klient DHCP

1. Nadanie adresu IP na interfejsie



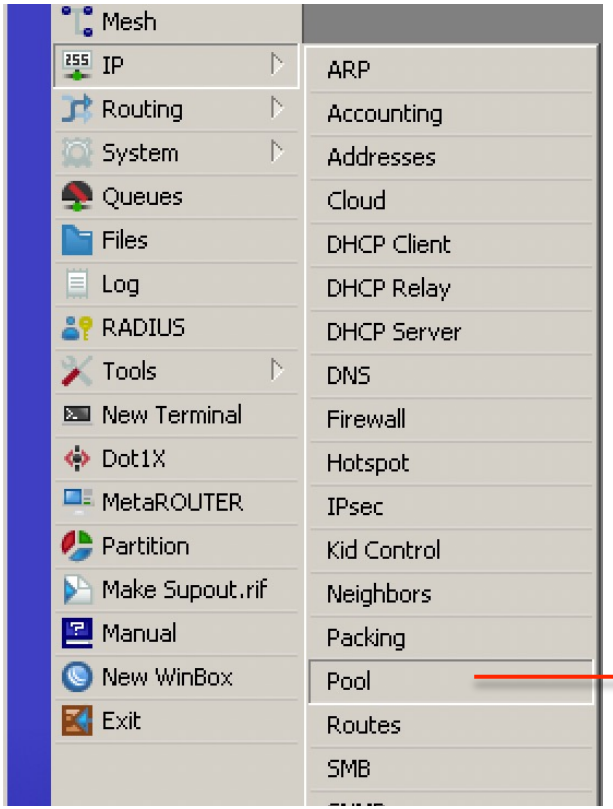


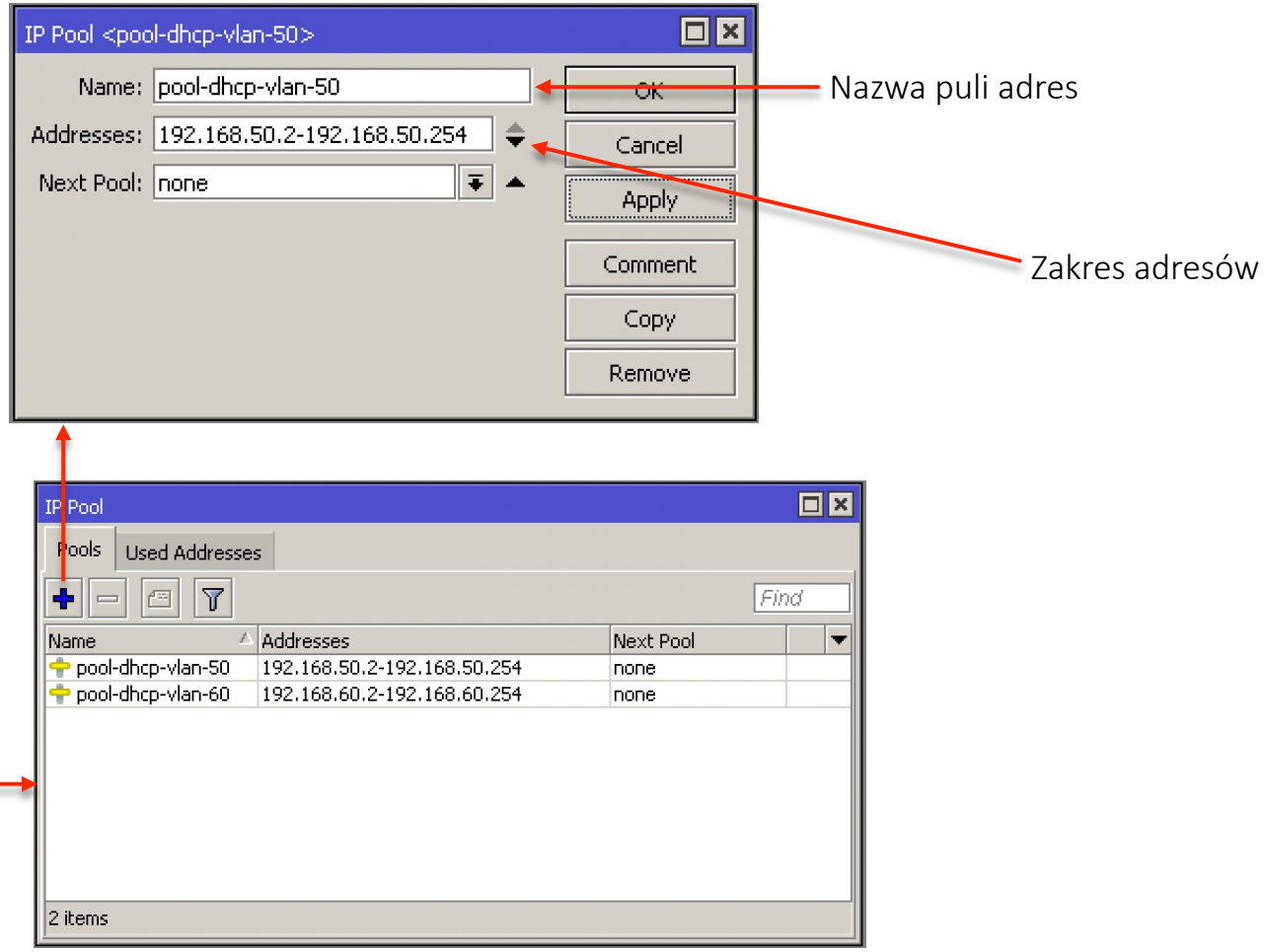


DHCP

Konfiguracja DHCP serwera

2. Skonfigurowanie ip-pool – zakresu adresów, które będzie przydzielać serwer naszym klientom.

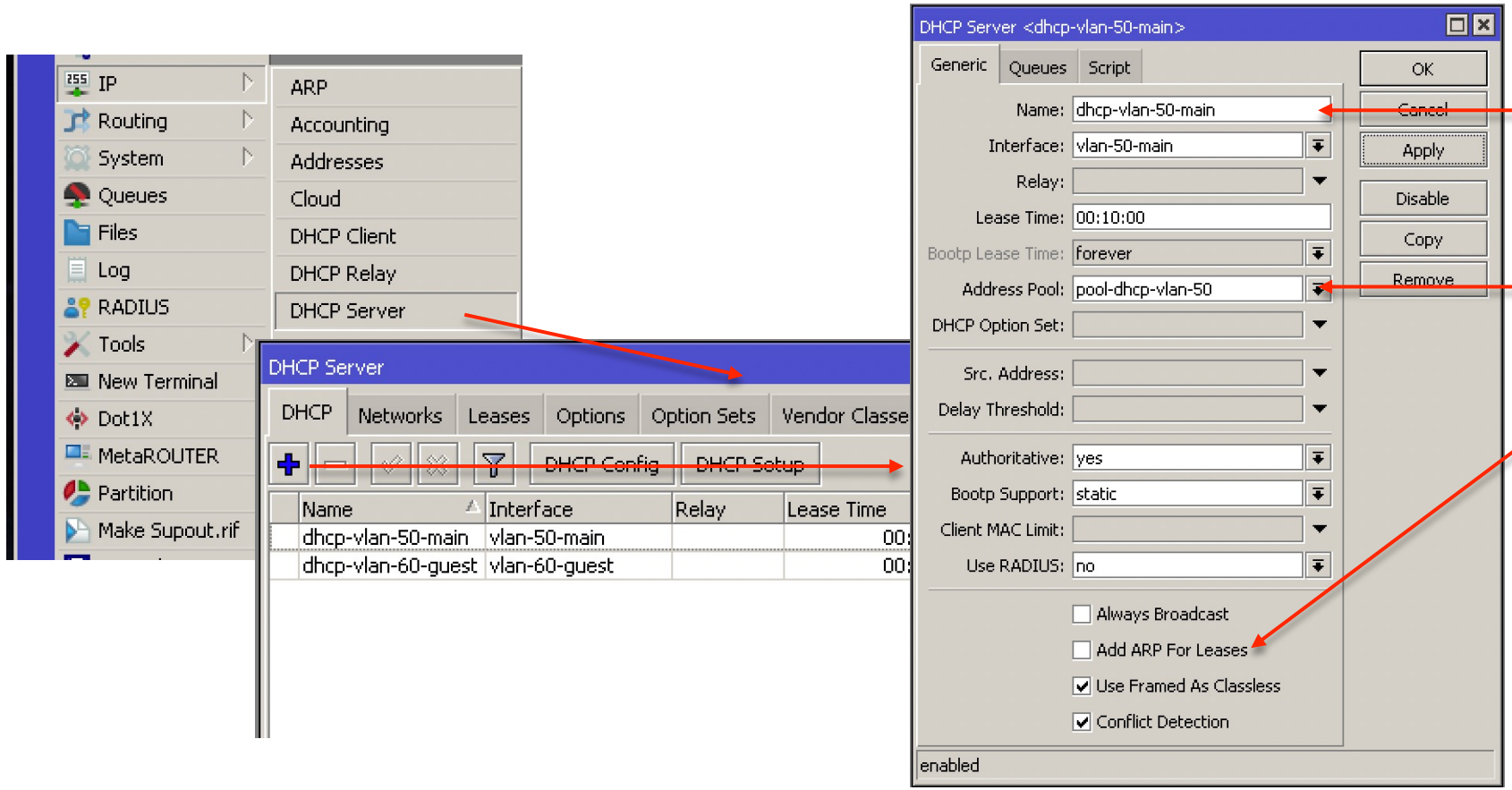




DHCP

Konfiguracja DHCP serwera

3. Dodanie serwera



Interfejs, na którym pracuje serwer DHCP

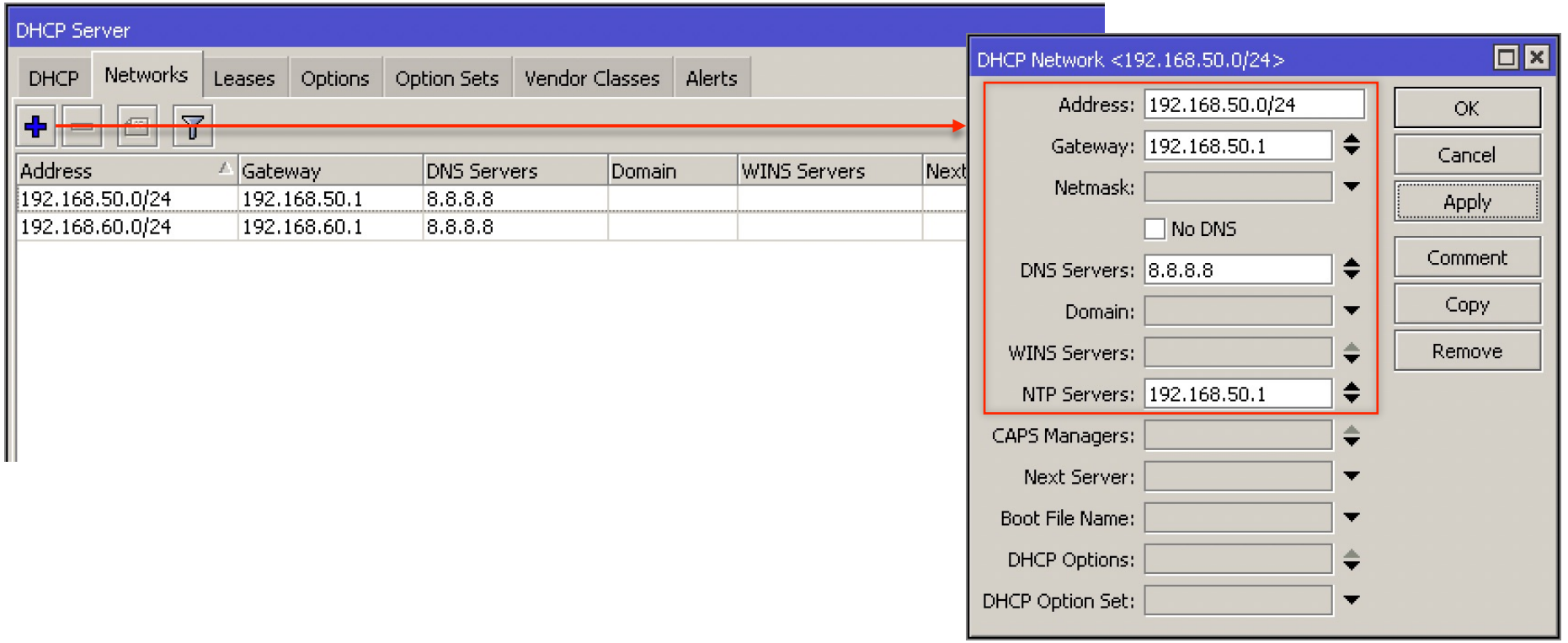
Poprzednio stworzona pula adresów

Gdy na interfejsie mamy skonfigurowaną opcję **ARP disabled** lub **reply-only**, możemy użyć tego ustawienia do wpisania klienta do tablicy ARP naszego routera

DHCP

Konfiguracja DHCP serwera

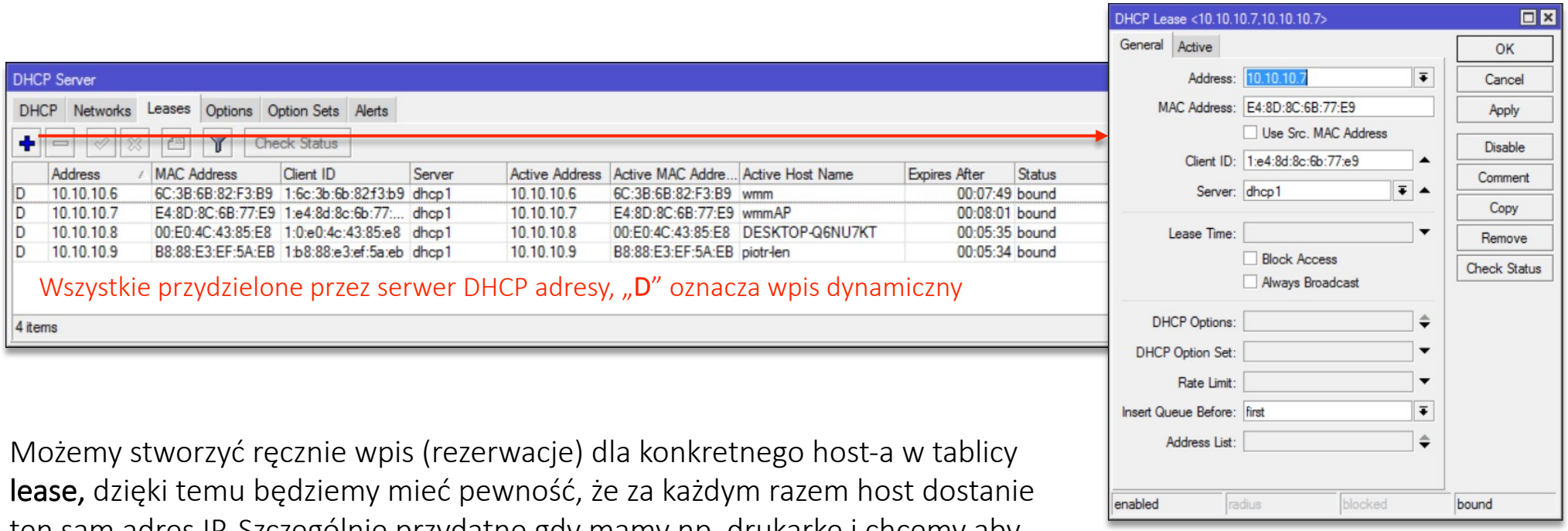
4. Ustawienie, jakie parametry, poza adresem IP, będą wysyłane do klienta



DHCP

Konfiguracja DHCP serwera

Dzierżawa adresów IP

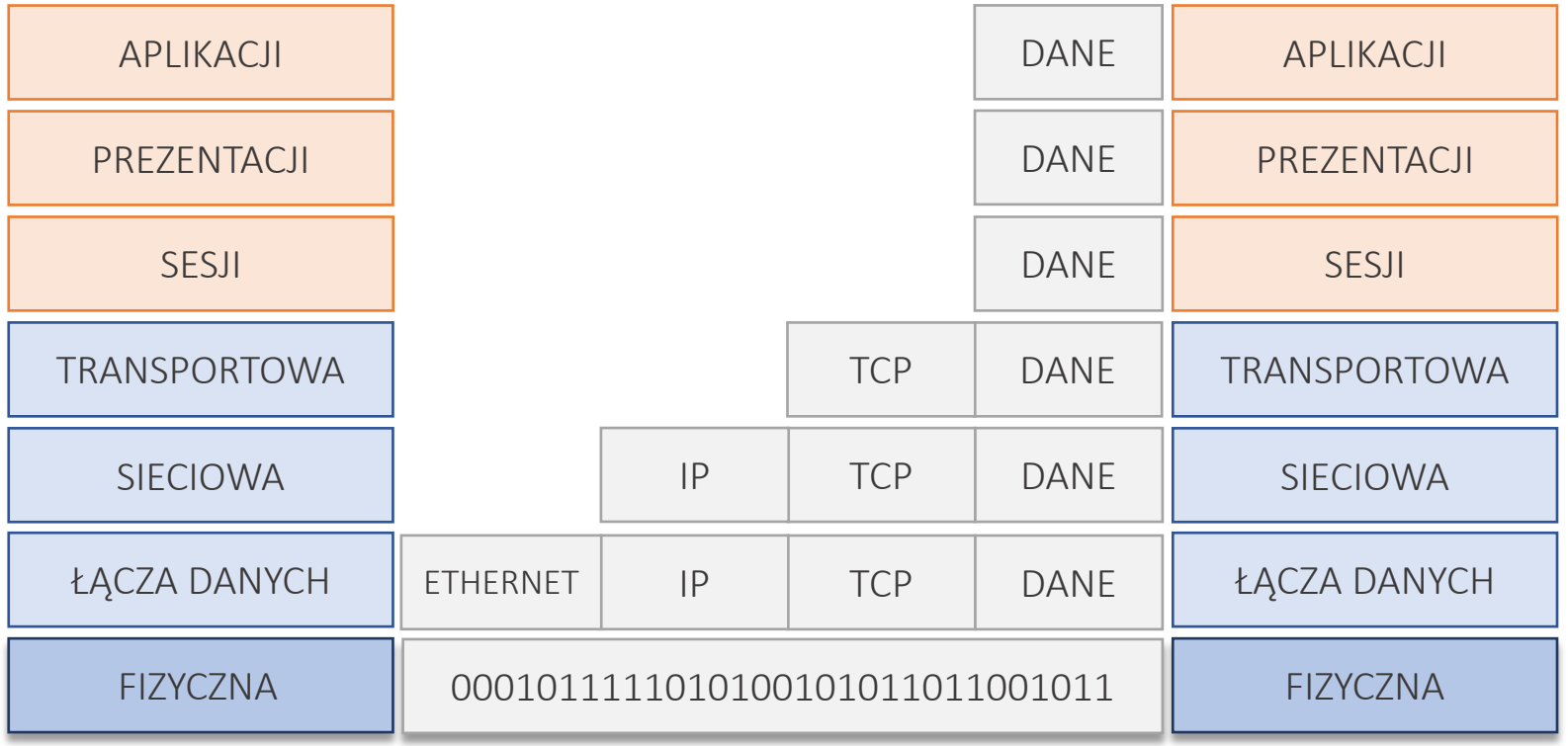


Możemy stworzyć ręcznie wpis (rezerwacje) dla konkretnego host-a w tablicy **lease,** dzięki temu będziemy mieć pewność, że za każdym razem host dostanie ten sam adres IP. Szczególnie przydatne gdy mamy np. drukarkę i chcemy aby była zawsze osiągalna pod tym samym adresem IP

MODEL OSI

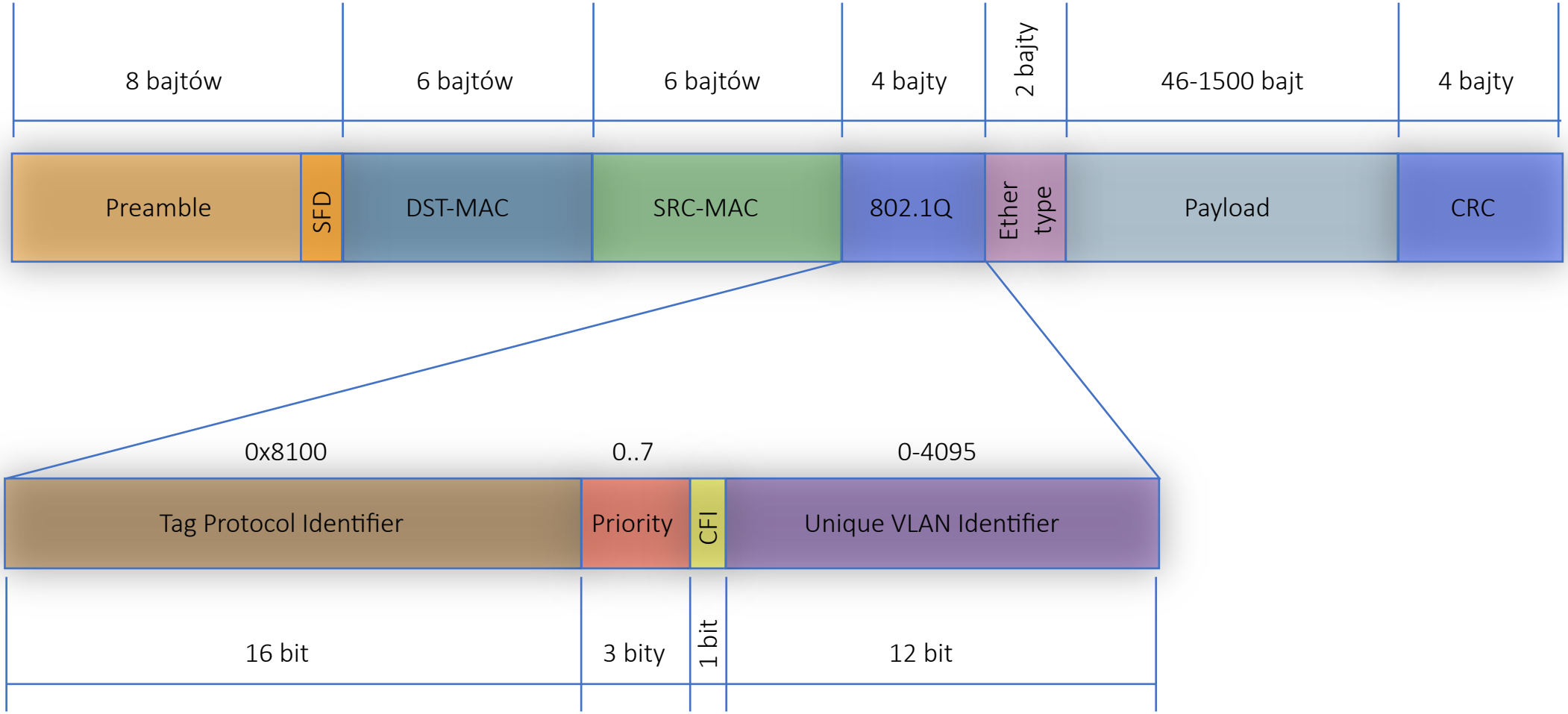
Model OSI

Warstwy / Layers



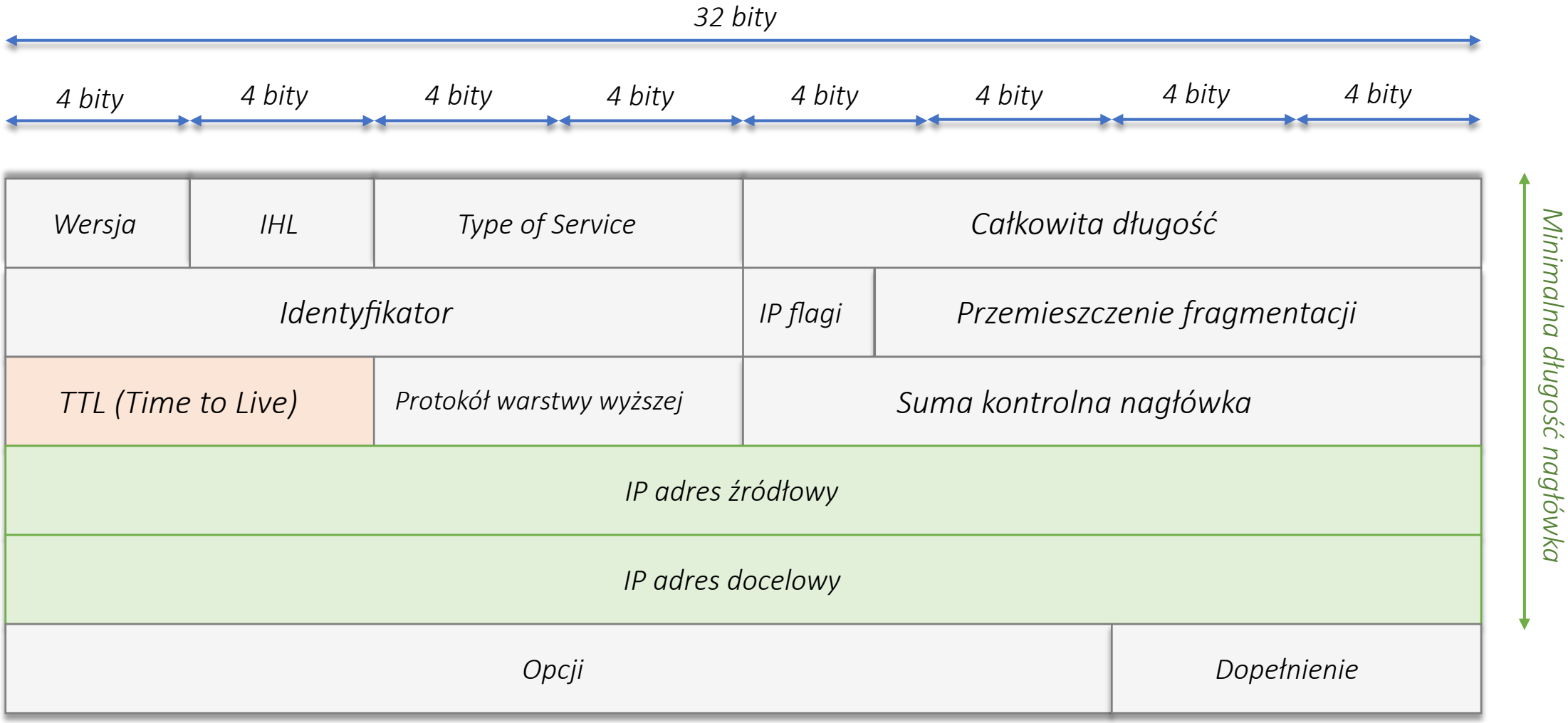
Model OSI

Layer 2 / Ethernet / Łącza danych



Model OSI

Layer 3 / Nagłówek IPv4



Model OSI

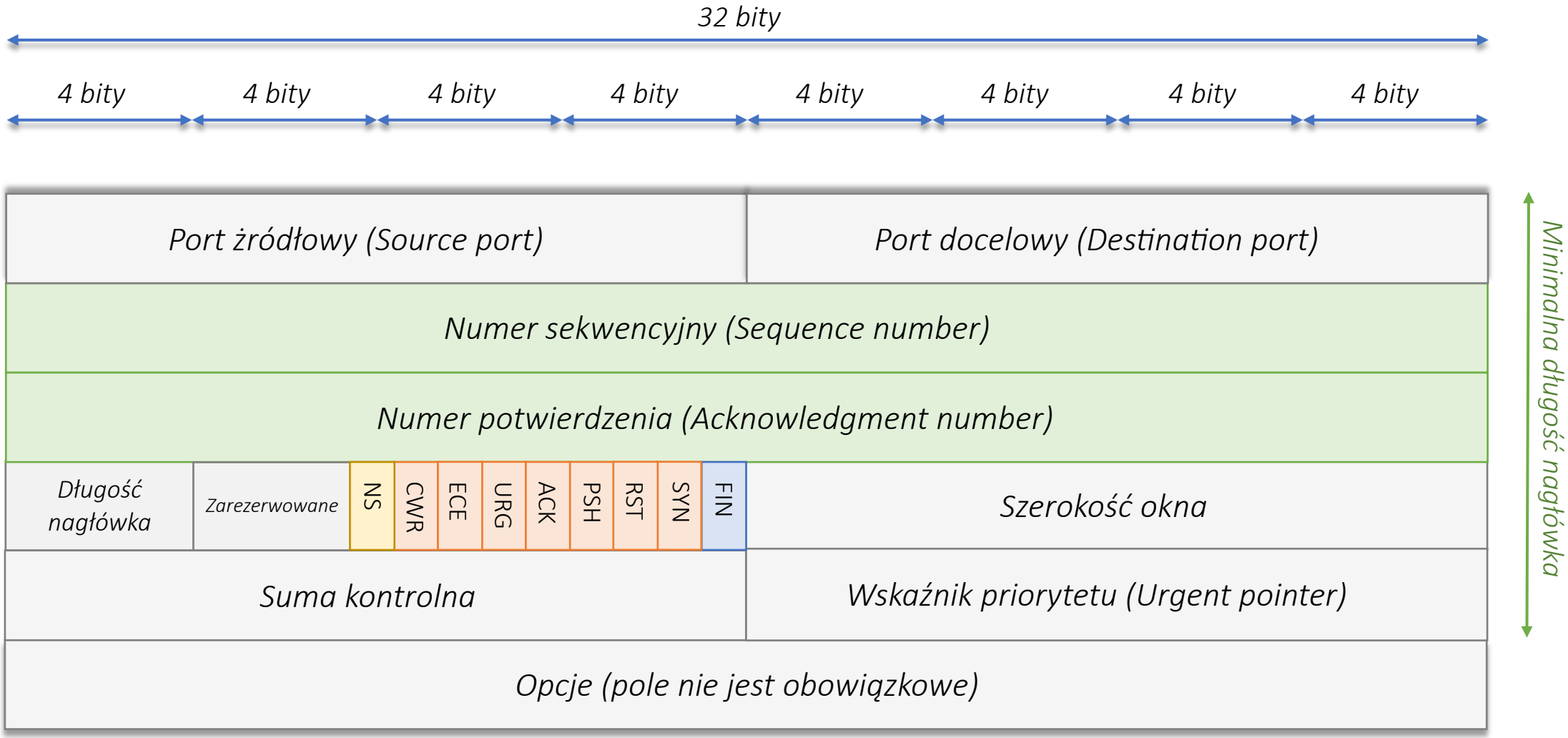
Layer 3 / Nagłówek IPv4

- ***Wersja*** *— 4-bitowe pole, IPv4 lub IPv6 (w naszym przypadku* ***IPv4****)*
- ***IHL*** *– Internal Header Length (długość nagłówka IP). Ta wartość — to pełna długość nagłówka z uwzględnieniem dwóch pól o zmiennej długości.*
- ***Całkowita długość*** *– 16-bitowe pole, opisujący długość pakietu w bajtach, łącznie z nagłówkiem i danymi.*
- ***TTL*** *– wartość 0-255, licznik, który przechowuje stale malejącą wartość liczby węzłów mijanych (routerów, czasami nazywanych hop-ami) w drodze do celu. Każdy kolejny router IP na trasie danego pakietu zmniejsza wartość jego pola TTL o jeden. Czas życia pakietu pomaga unikać przeciążenia sieci w przypadku źle skonfigurowanych tras routingu w routerach, np. występowania pętli w sieci.*
- ***IP Flags*** *– DF (don't fragment), można zakazać fragmentacji pakietu*
- ***Protokół warstwy wyższej*** *– TCP, UDP lub inne*
- ***Adres źródłowy*** *– adres IP nadawcy*
- ***Adres docelowy*** *– adres IP odbiorcy*

Minimalny rozmiar nagłówka IP- 160 bitów lub 20 bajtów

Model OSI

Layer 4 / Nagłówek TCP



Model OSI

Layer 4 / Nagłówek TCP / Flags

Flags /Flagi — 9-bitowa informacja/polecenie dotyczące bieżącego pakietu. Opisane w *RFC 793.*
Poszczególne flagi oznaczają:

URG — *Urgent*, informuje o istotności pola "Priorytet"
ACK — *Acknowledge,* informuje o istotności pola "Numer potwierdzenia"
PSH — *Push*, wymusza przesłanie pakietu
RST — *Reset,* resetuje połączenie (wymagane ponowne uzgodnienie sekwencji)
SYN — *Synchronize,* synchronizuje kolejne numery sekwencyjne
FIN — *Finish,* oznacza zakończenie przekazu danych

Model OSI

Layer 4 / TCP

TCP- Transmission Control Protocol (Protokół sterowania transmisją), połączeniowy, strumieniowy, niezawodny. Połączeniowy charakter protokołu wynika z jasno zdefiniowanego cyklu życia danego połączenia, gdzie na początku mamy fazę inicjującą następnie established i w przypadku zakończenia połączenia strony informują się o zakończeniu transmisji
Niezawodność protokołu polega na potwierdzaniu przez stronę odbierającą czy otrzymała przesłane dane. Jest to protokół typu klient-serwer, gdzie jedna strona cały czas nasłuchuje na połączenie. Aby możliwa była wymiana danych pomiędzy klientem i serwerem konieczna jest wstępna procedura zwana potrójnym uściśnięciem ręki ***(3-way handshake)***.

3-way handshake

Model OSI

Layer 4 / UDP

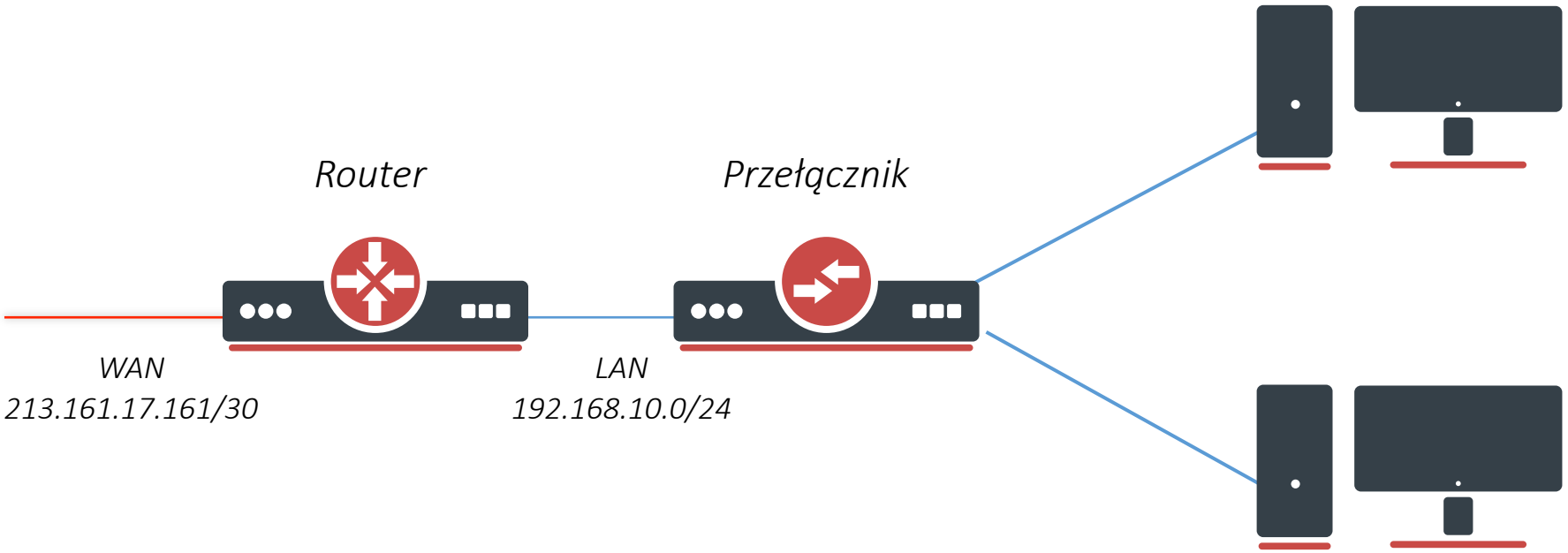
32 bity

Port nadawcy (Source port)	*Port odbiorcy (Destination port)*
Długość	*Suma kontrolna*
DANE	

Nie ma gwarancji dostarczenia datagramu, brak potwierdzeń.
Nie posiada mechanizmu kontroli przepływu.

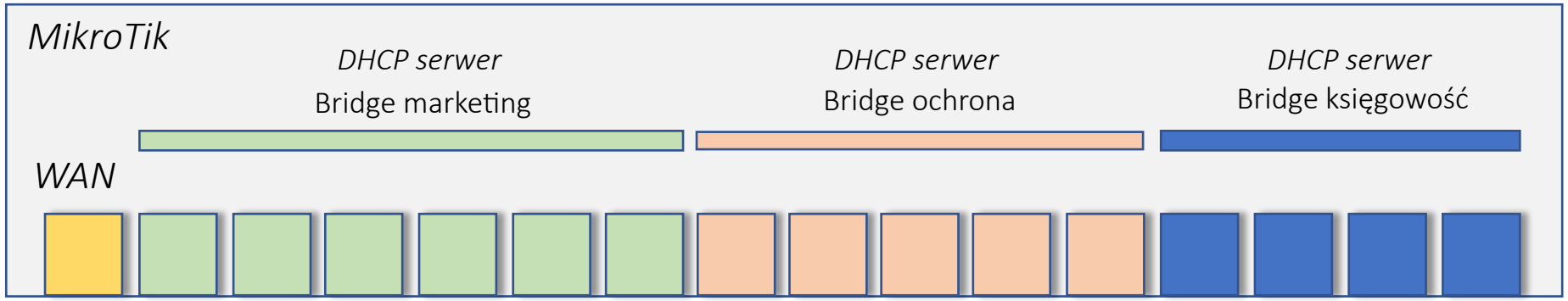
BRIDGE

Bridge



Router *– łączy więcej niż jedną domenę rozgłoszeniową (segment sieci)*
Switch/przełącznik *– działa w ramach jednej domeny rozgłoszeniowej (segmentu sieci)*

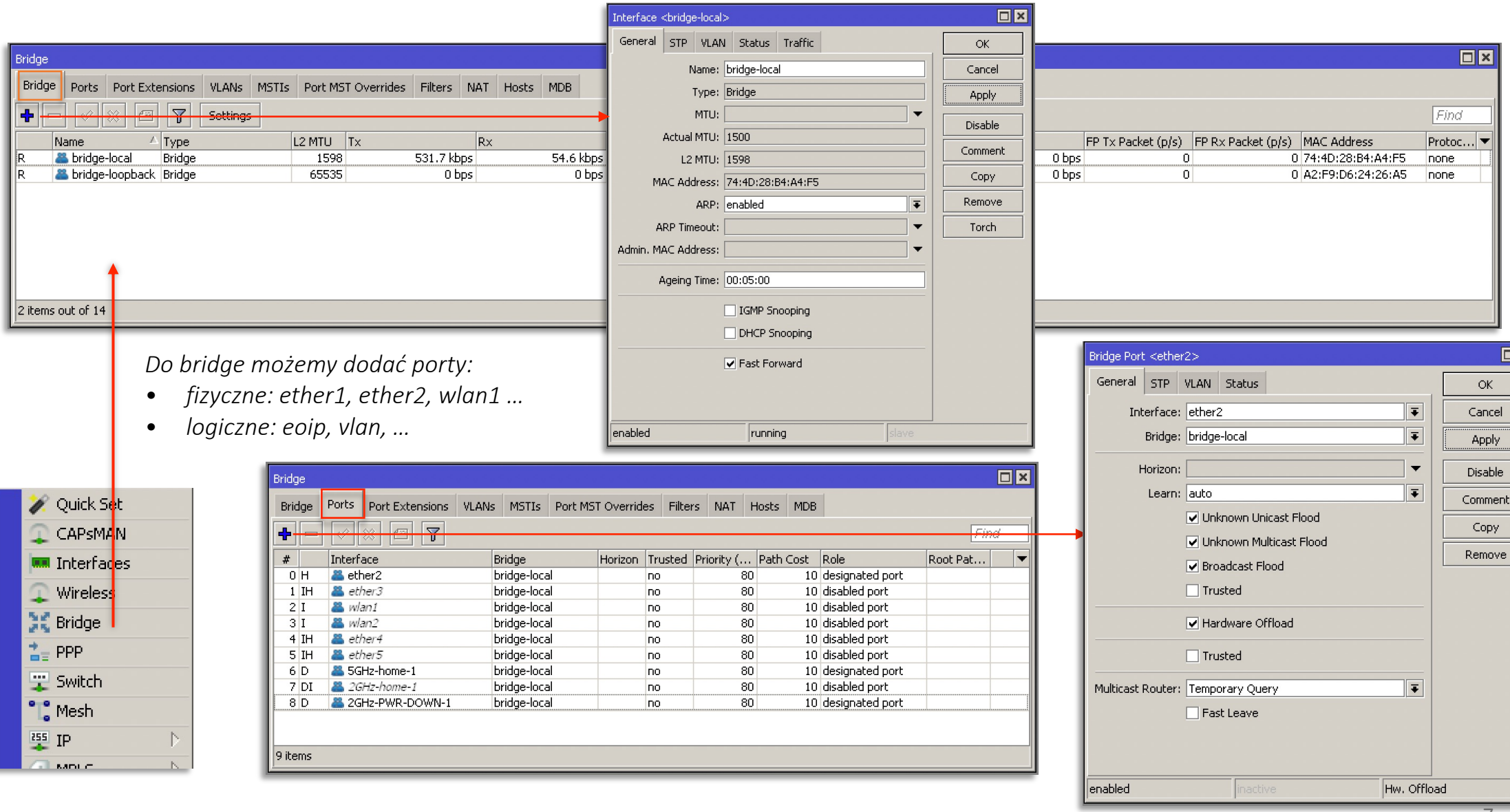
Bridge



- W rozwiązaniach MikroTik mamy możliwość połączenia funkcjonalności routera i switcha w ramach jednego urządzenia
- Bridge w systemie RouterOS jest programowym odpowiednikiem fizycznego przełącznika
- Jeżeli którykolwiek z portów należy do **bridge-a**, to nie powinien on posiadać adresacji IP oraz usług typu klient, serwer DHCP.

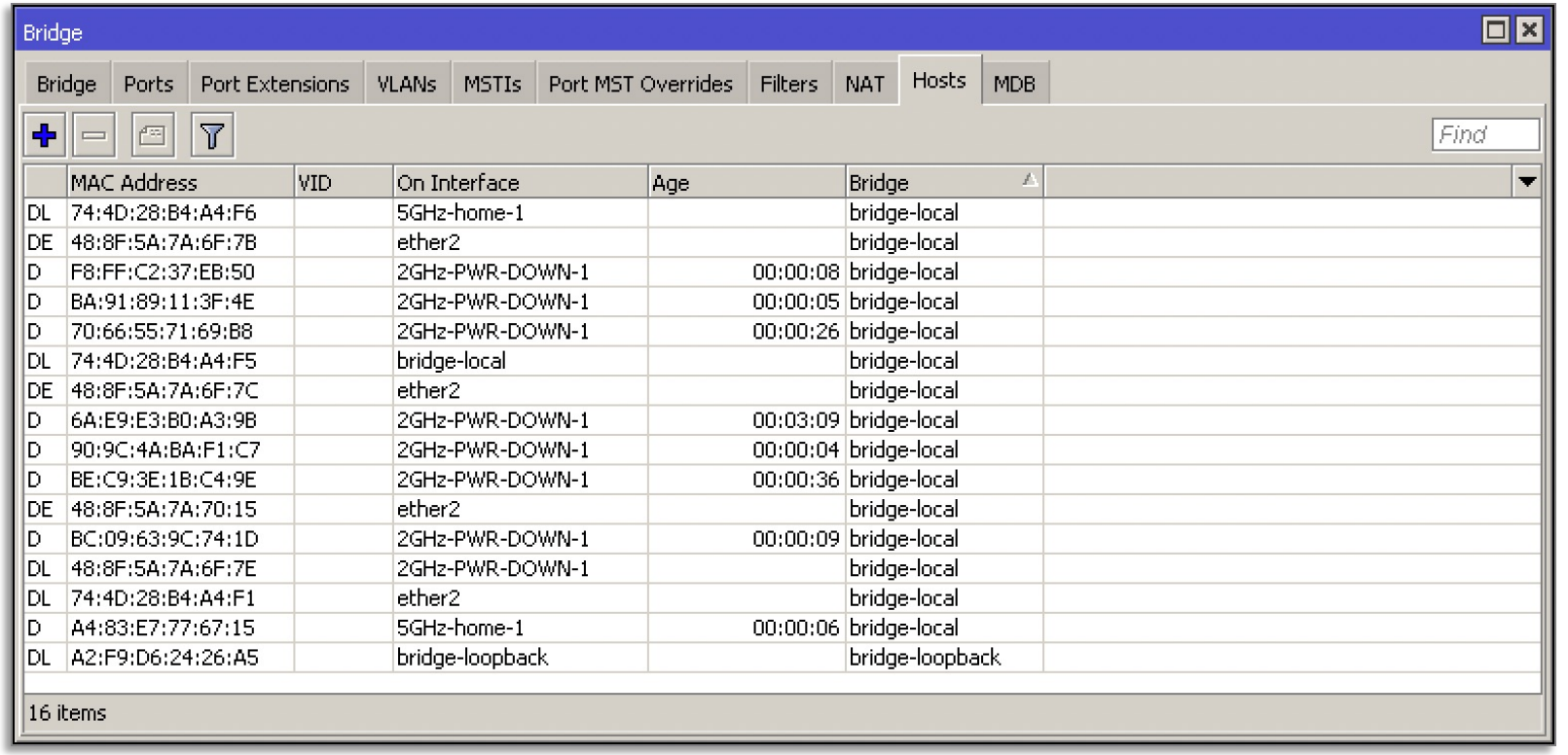
*Jeżeli w danej sieci pracuje **bridge**, to serwer DHCP zawsze uruchamiamy na interface typu **bridge** !!!*

Bridge


Bridge
Bridge
Ports
Port Extensions
VLANs
MSTIs
Port MST Overrides
Filters
NAT
Hosts
MDB
Settings
Name
Type
L2 MTU
Tx
Rx
R bridge-local Bridge 1598 531.7 kbps 54.6 kbps
R bridge-loopback Bridge 65535 0 bps 0 bps
2 items out of 14
Interface <bridge-local>
General
STP
VLAN
Status
Traffic
OK
Cancel
Apply
Disable
Comment
Copy
Remove
Torch
Name: bridge-local
Type: Bridge
MTU:
Actual MTU: 1500
L2 MTU: 1598
MAC Address: 74:4D:28:B4:A4:F5
ARP: enabled
ARP Timeout:
Admin. MAC Address:
Ageing Time: 00:05:00
IGMP Snooping
DHCP Snooping
Fast Forward
enabled
running
slave
FP Tx Packet (p/s)
FP Rx Packet (p/s)
MAC Address
Protoc...
0 bps 0 0 74:4D:28:B4:A4:F5 none
0 bps 0 0 A2:F9:D6:24:26:A5 none
Find
Do bridge możemy dodać porty:
fizyczne: ether1, ether2, wlan1 …
logiczne: eoip, vlan, …
Quick Set
CAPsMAN
Interfaces
Wireless
Bridge
PPP
Switch
Mesh
IP
Bridge
Bridge
Ports
Port Extensions
VLANs
MSTIs
Port MST Overrides
Filters
NAT
Hosts
MDB
Interface Bridge Horizon Trusted Priority (... Path Cost Role Root Pat...
0 H ether2 bridge-local no 80 10 designated port
1 IH ether3 bridge-local no 80 10 disabled port
2 I wlan1 bridge-local no 80 10 disabled port
3 I wlan2 bridge-local no 80 10 disabled port
4 IH ether4 bridge-local no 80 10 disabled port
5 IH ether5 bridge-local no 80 10 disabled port
6 D 5GHz-home-1 bridge-local no 80 10 designated port
7 DI 2GHz-home-1 bridge-local no 80 10 disabled port
8 D 2GHz-PWR-DOWN-1 bridge-local no 80 10 designated port
9 items
Bridge Port <ether2>
General
STP
VLAN
Status
OK
Cancel
Apply
Disable
Comment
Copy
Remove
Interface: ether2
Bridge: bridge-local
Horizon:
Learn: auto
Unknown Unicast Flood
Unknown Multicast Flood
Broadcast Flood
Trusted
Hardware Offload
Trusted
Multicast Router: Temporary Query
Fast Leave
enabled
inactive
Hw. Offload

Bridge

Tablica MAC adresów bridge

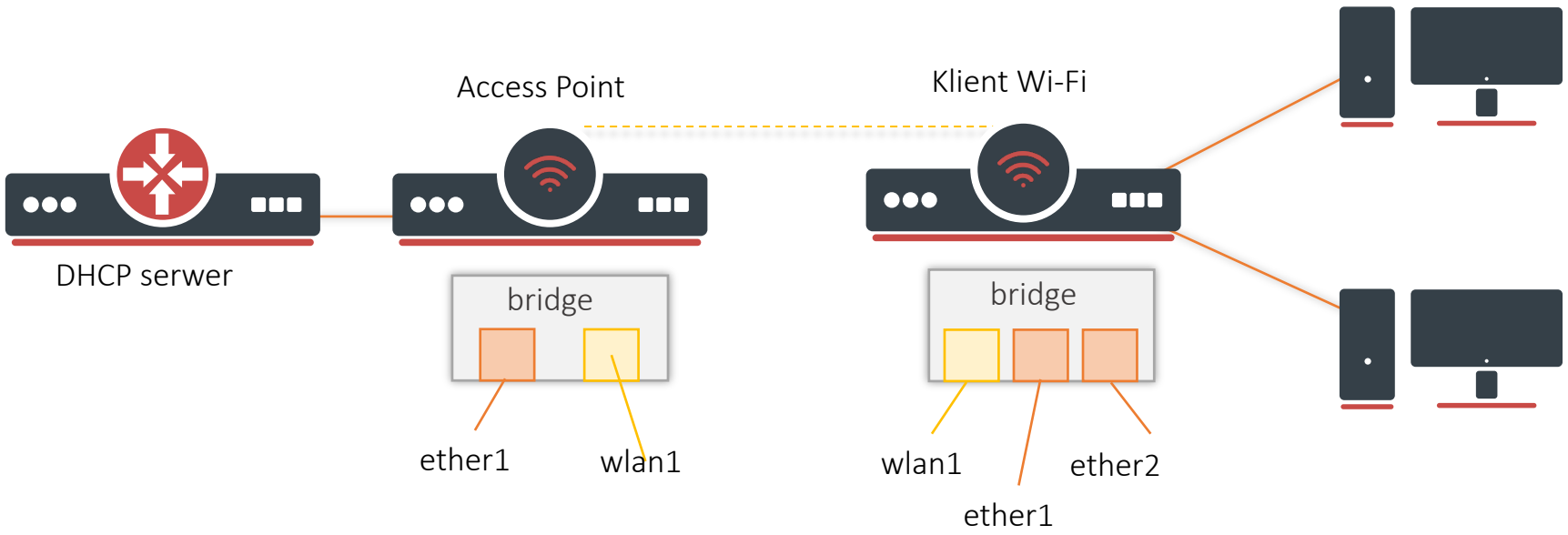


	MAC Address	VID	On Interface	Age	Bridge
DL	74:4D:28:B4:A4:F6		5GHz-home-1		bridge-local
DE	48:8F:5A:7A:6F:7B		ether2		bridge-local
D	F8:FF:C2:37:EB:50		2GHz-PWR-DOWN-1	00:00:08	bridge-local
D	BA:91:89:11:3F:4E		2GHz-PWR-DOWN-1	00:00:05	bridge-local
D	70:66:55:71:69:B8		2GHz-PWR-DOWN-1	00:00:26	bridge-local
DL	74:4D:28:B4:A4:F5		bridge-local		bridge-local
DE	48:8F:5A:7A:6F:7C		ether2		bridge-local
D	6A:E9:E3:B0:A3:9B		2GHz-PWR-DOWN-1	00:03:09	bridge-local
D	90:9C:4A:BA:F1:C7		2GHz-PWR-DOWN-1	00:00:04	bridge-local
D	BE:C9:3E:1B:C4:9E		2GHz-PWR-DOWN-1	00:00:36	bridge-local
DE	48:8F:5A:7A:70:15		ether2		bridge-local
D	BC:09:63:9C:74:1D		2GHz-PWR-DOWN-1	00:00:09	bridge-local
DL	48:8F:5A:7A:6F:7E		2GHz-PWR-DOWN-1		bridge-local
DL	74:4D:28:B4:A4:F1		ether2		bridge-local
D	A4:83:E7:77:67:15		5GHz-home-1	00:00:06	bridge-local
DL	A2:F9:D6:24:26:A5		bridge-loopback		bridge-loopback

Możemy ustalić do którego portu jest podłączone urządzenie klienta,
pod warunkiem, że znamy MAC adres klienta.

Bridge

Dodawanie do bridge-a bezprzewodowych interfejsów



Aby móc połączyć dwie sieci w warstwie drugiej za pomocą mostu radiowego należy dodać interface-y fizyczne przewodowe (ether1, ether2, …) oraz wireless (wlan1) do bridge-a. Dodatkowo istotne jest ustawienie prawidłowego trybu pracy dla interface-a wlan1 po stronie klienta sieci Wi-Fi.

bridge, ap bridge	station	Brak komunikacji w L2
bridge, ap bridge	station bridge	L2 działa, gdy AP i klient używają RouterOS
bridge, ap bridge	station pseudobridge	L2 działa z dowolnym AP

Bridge

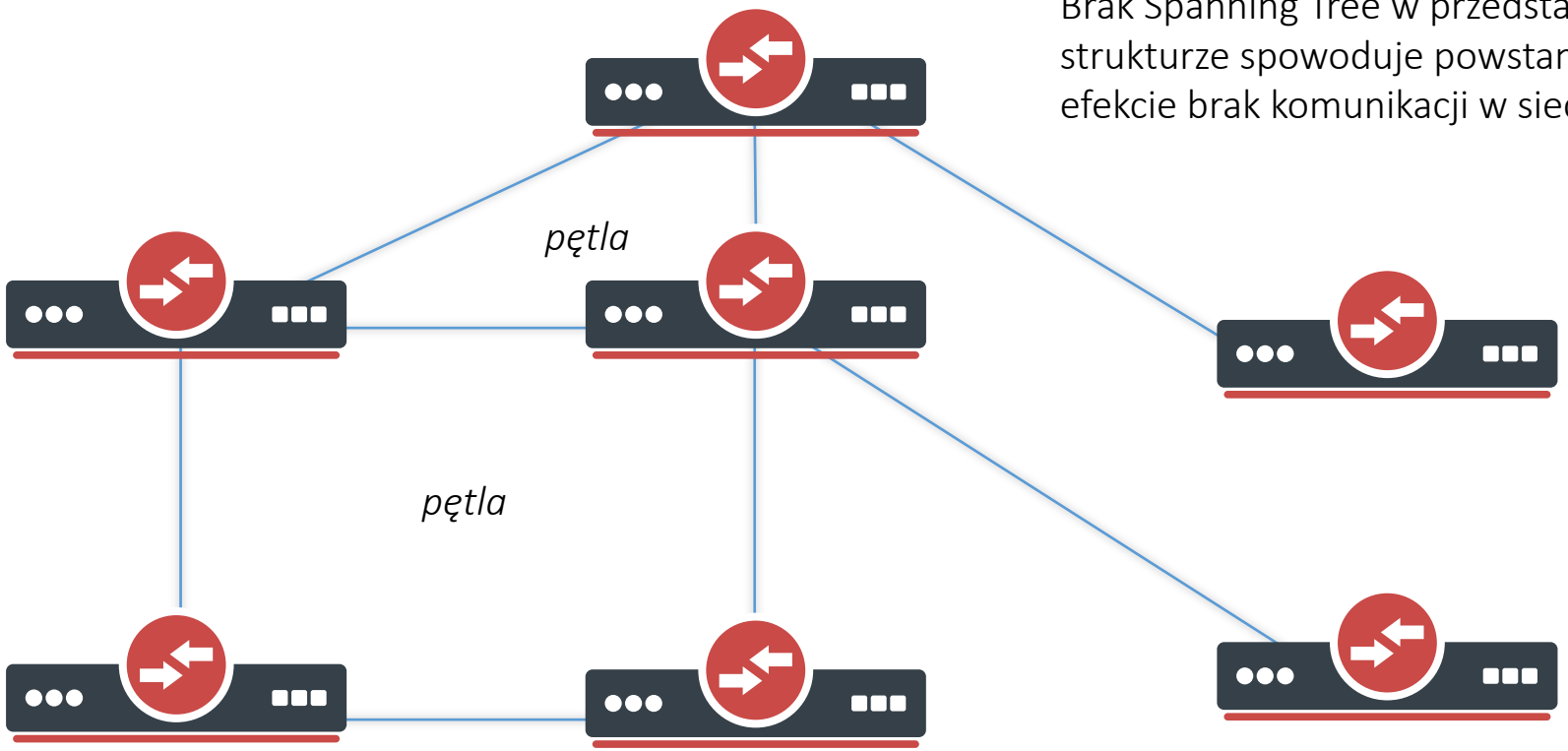
Spanning Tree Protocol

Protokoły z grupy Spanning Tree (Protokół drzewa rozpinającego) umożliwiają tworzenie redundantnej struktury między przełącznikami. Głównym zadaniem protokołu STP jest doprowadzenie sieci Ethernet z wieloma połączeniami do topologii drzewiastej (drzewo szkieletowe), co eliminuje powstawanie pętli. Odbywa się to poprzez automatyczne blokowanie obecnie nadmiarowych połączeń w celu zapewnienia pełnej łączności z portami.

- Spanning Tree Protocol — pierwsza wersja protokołu, potrzebuje na wykrywanie problemów lub rekonfiguracji topologii od 30 do 60 sekund
- Rapid Spanning Tree Protocol — zapewnia krótszy czas przywracania sprawności połączeń po awarii
- MSTP – wsparcie dla vlan, umożliwia równoważenie obciążenia i zwiększa odporność sieci na błędy dzięki zapewnieniu wielu ścieżek przekazywania ruchu danych
- PVSTP – wsparcie dla vlan, zamknięte rozwiązanie Cisco (nie jest wspierane MikroTik)

Bridge

Spanning Tree Protocol



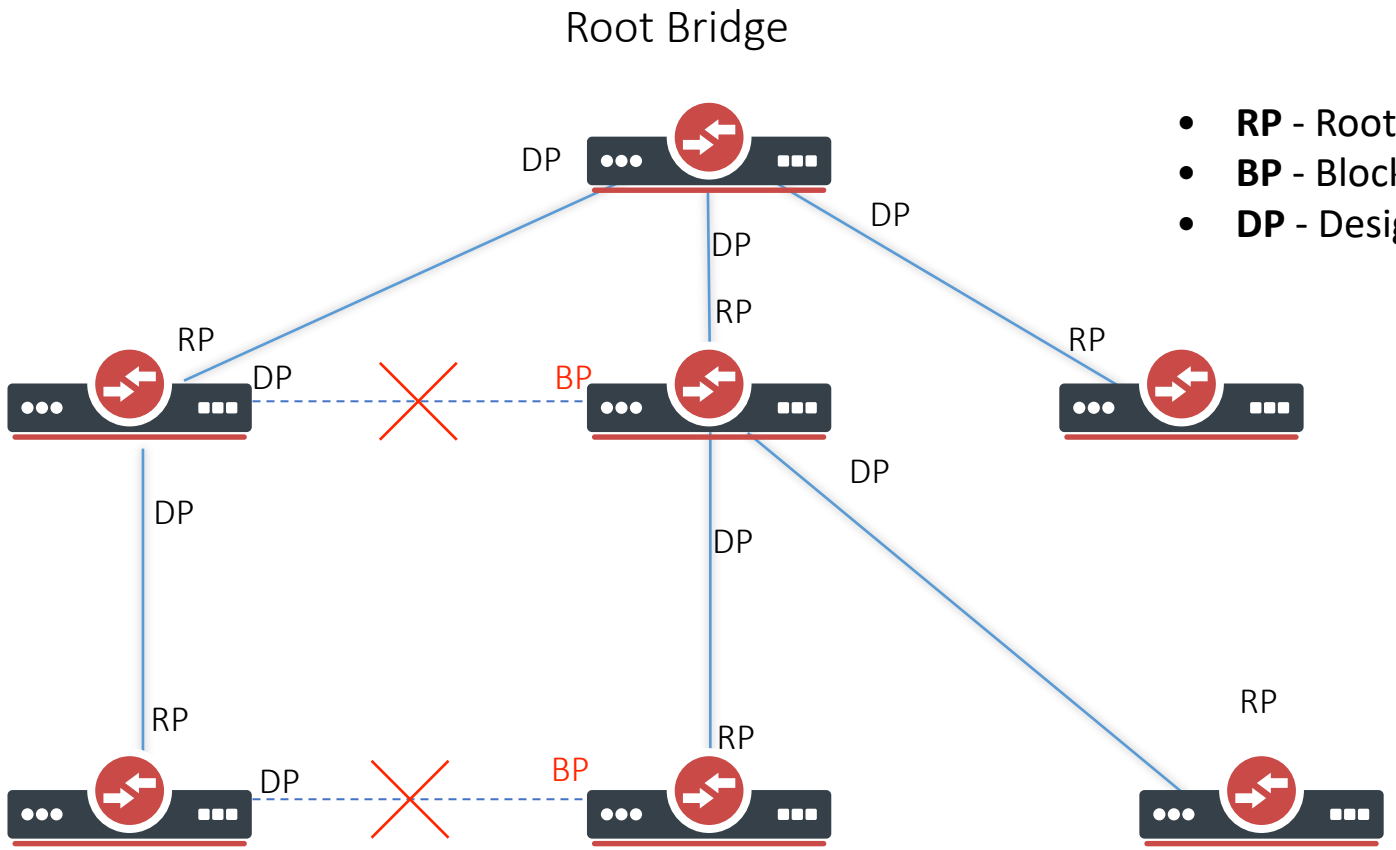
Brak Spanning Tree w przedstawionej strukturze spowoduje powstanie pętli i w efekcie brak komunikacji w sieci.

Bridge

Spanning Tree Protocol

Zasada działania:

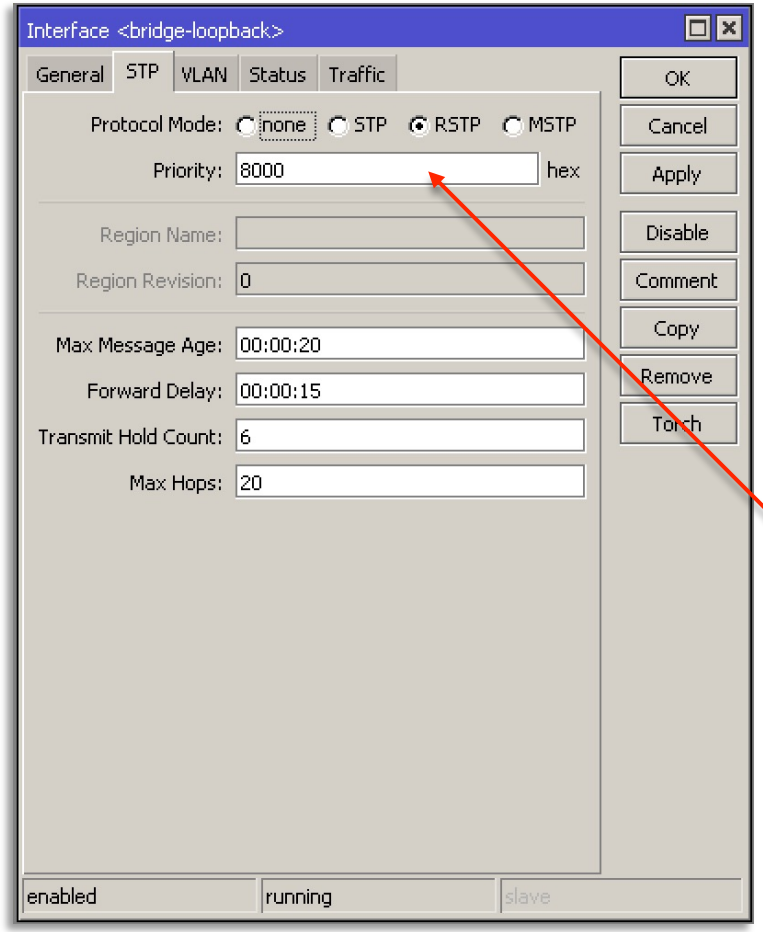
1. W sieci wybrany jest jeden most główny (Root Bridge).
2. Następnie, każdy inny niż główny, most oblicza najkrótszą ścieżkę do root bridge'a. Odpowiedni port nazywany jest portem głównym (Root Port). Każdy przełącznik inny niż główny może mieć tylko jeden root port.
3. Następnie dla każdego segmentu sieci obliczana jest najkrótsza ścieżka do root portu. Port mostu bezpośrednio podłączony do sieci to port wyznaczony (Designated Port).
4. Następnie wszystkie porty, które nie są przypisane do root-a i nie są przypisane do Designated portu, są blokowane na wszystkich mostach. Wynikiem działania jest struktura drzewa z wierzchołkiem w postaci przełącznika głównego.



Spanning Tree wyszukuje nadmierne połączenia i wyłącza je, aby usunąć pętlę

Bridge

Spanning Tree Protocol



Elekcja Root Bridge
Najważniejszym przełącznikiem w strukturze STP jest Root Bridge, to on będzie obsługiwał największą część ruchu w sieci, należy w sposób przemyślany zaplanować, który z przełączników w naszej sieci powinien pełnić tę funkcję.

Root Bridge zostanie przełącznik posiadający najniższy numer **Bridge ID**.
Bridge ID to 8 bajtowe pole składające się z:

- Priorytetu (domyślnie 0x8000) hex
- MAC adres

Domyślnie każdy interface typu bridge ma włączoną obsługę protokołu **Rapid Spanning Tree**

ROUTING

Routing

Adres IPv4

- Adres IP zapisany jest w postaci dziesiętnej rozdzielonej kropkami 192.168.20.5
- Z punktu widzenia urządzeń sieciowych adres IP — to 32 bity *11000000 10101000 00010100 00000101*
- Adresując urządzenie należy pamiętać aby zawsze podać maskę sieci, w której urządzenie pracuje. Jest to niezbędne, aby urządzenie wiedziało, czy dany ruch powinno wysłać do routera czy też lokalnie za pomocą protokołu ARP
- Ze względu na rodzaj przeznaczenia adresy dzielimy na **zewnętrzne** lub **publiczne**, **wewnętrzne (prywatne)**, stosowane w ramach naszej organizacji oraz **adresy specjalnego przeznaczenia** np. **loopback**
- Każda sieć zawsze posiada dodatkowo dwa zarezerwowane adresy: **adres sieci (network address)**, oraz **adres rozgłoszeniowy (broadcast address)**

Routing

Adres IPv4

1. **Prywatna adresacja** – opisana w dokumencie *RFC 1918*

- 10.0.0.0 – 10.255.255.255 lub 10.0.0.0/8 (255.0.0.0)
- 172.16.0.0 – 172.31.255.255 lub 172.16.0.0/12 (255.240.0.0)
- 192.168.0.0 – 192.168.255.255 lub 192.168.0.0/16 (255.255.0.0)

2. Adresy specjalnego przeznaczenia

- 127.0.0.0/8 loopback, zdefiniowano w *RFC 1122*
- 169.254.0.0/16 link local adresacja, *RFC 3927*

Więcej adresów specjalnego przeznaczenia opublikowano na stronie:
https://www.iana.org/assignments/iana-ipv4-special-registry/iana-ipv4-special-registry.xhtml

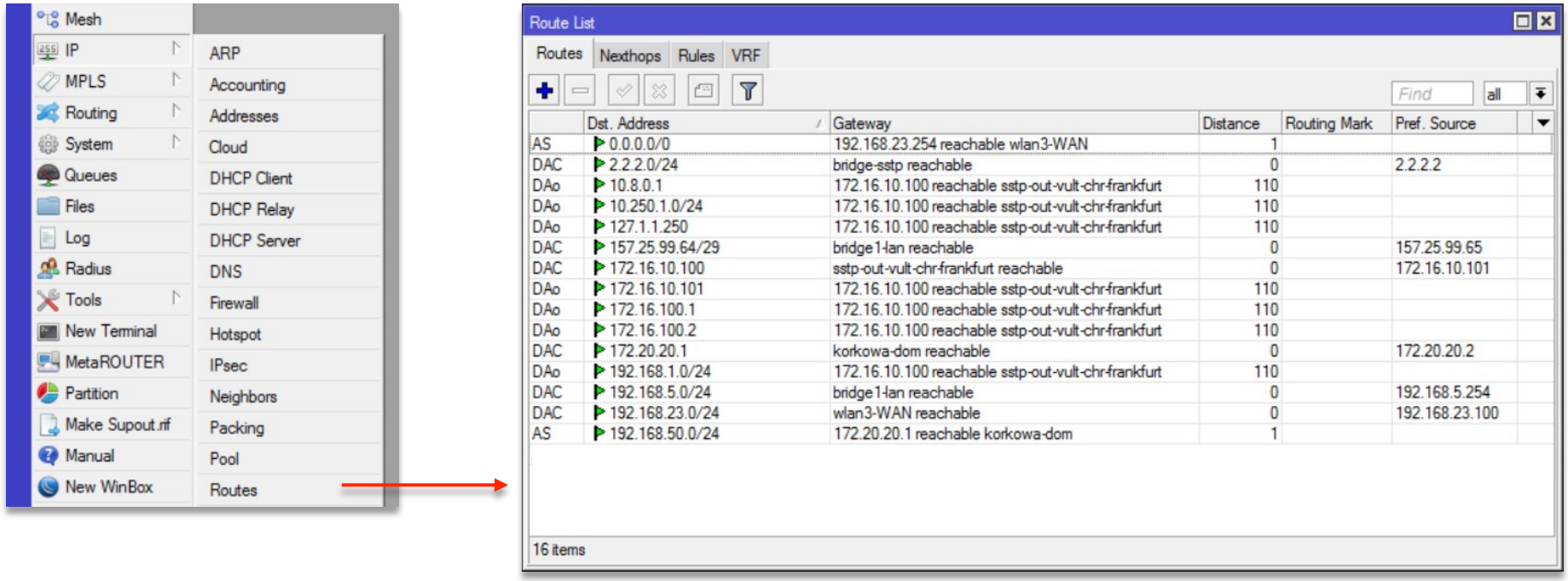
Przykład:
Adres sieci: 192.168.10.0
Maska sieci: 255.255.255.240 lub w notacji CIDR /28
Adres rozgłoszeniowy: 192.168.10.15
Adresy, które możemy użyć do zaadresowania hostów (usable addresses): 192.168.10.1-192.168.10.14

Routing

Tablica routing'u

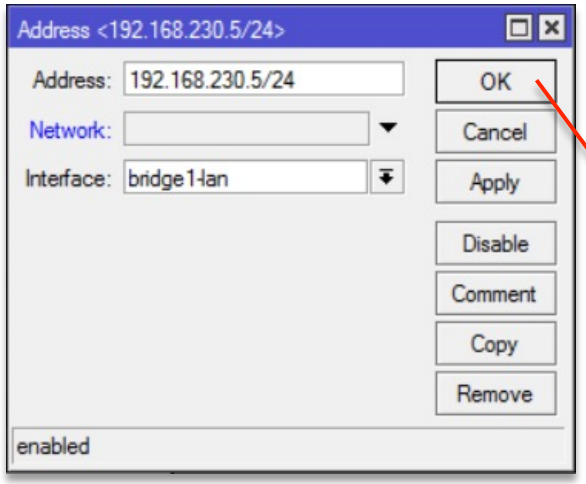
Każde urządzenie posiadające adres IP, posiada również tablicę routing'u

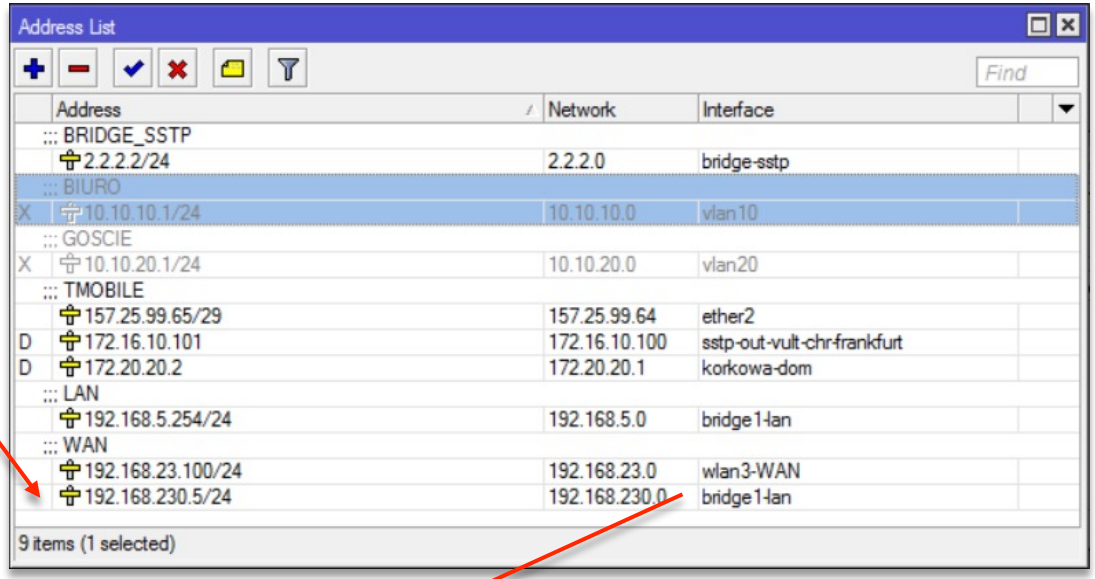
- Windows - ***route print***
- Linux - ***ip route show***
- RouterOS -***/ip route print***
- MacOS - ***netstat -nr***

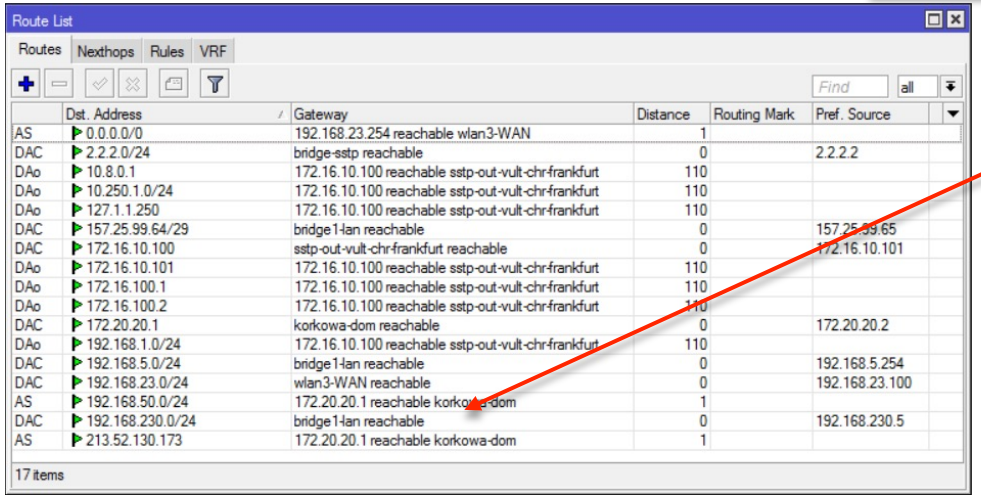


Routing

Sieci bezpośrednio podłączone do router'a / host'a





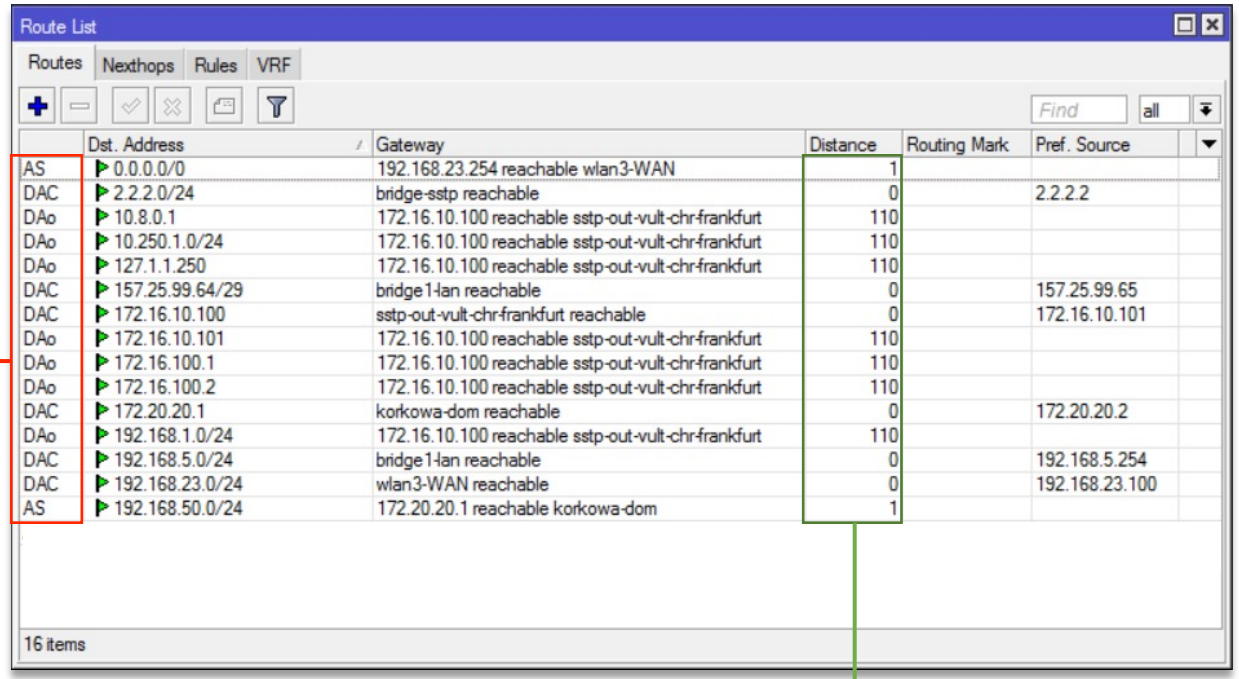


Po dodaniu adresy IP urządzenie automatycznie, na podstawie adresu i maski sieci, doda wpis do tablicy routing'u, który wskaże, iż pakiety do sieci 192.168.230.0/24 powinny być skierowane na interfejs bridge1-lan.

Routing

Tablica routing'u: flagi, parametr distance

- ***X*** *– Trasa wyłączona administracyjnie*
- ***A*** *- Trasa aktywna*
- ***D*** *– Wpis dodano w sposób dynamiczny, na przykład otrzymany za pomocą DHCP*
- ***C*** *- Trasa bezpośrednio podłączona do naszego routera, powiązana z adresem IP jaki nadaliśmy na interfejs*
- ***S*** *– Trasa statyczna*
- ***r*** *– Wpis dodany za pomocą RIP*
- ***b*** *– Wpis dodany za pomocą BGP*
- ***o*** *– Wpis dodany za pomocą OSPF*
- ***m*** *– Wpis dodany za pomocą MME*
- ***B*** *– Blackhole, dostęp zablokowany*
- ***U*** *– Niedostępny*
- ***P*** *- Zabroniony*



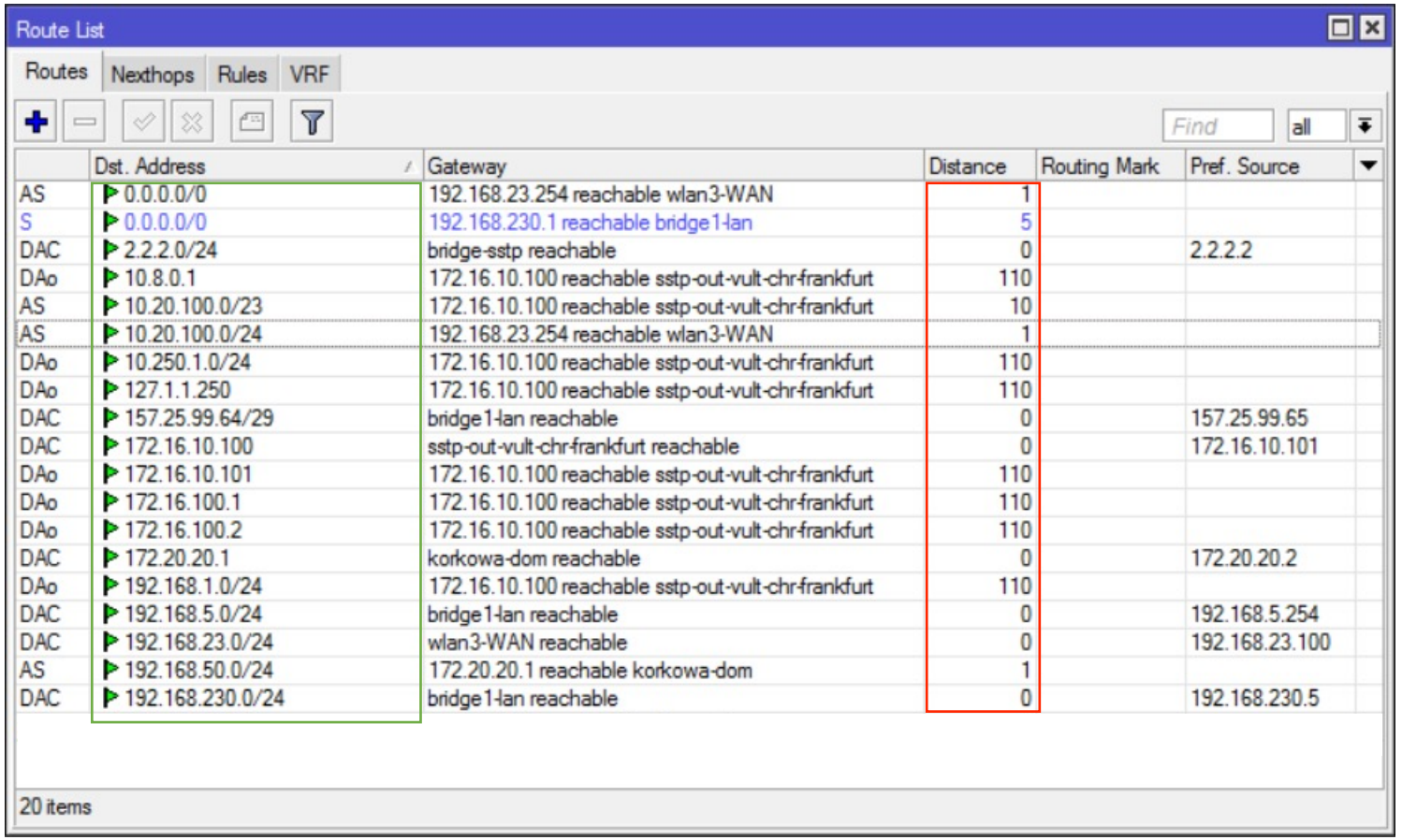
Im niższa jest wartość parametru ***distance,*** *tym wyższy priorytet ma trasa*

Domyślne wartości:

- *Połączony bezpośrednio – distance 0*
- *Dodany dynamicznie (DHCP, PPP) – distance 1*
- *Statyczny, dodany ręcznie – distance 1*
- *OSPF – distance 110*
- *BGP – distance 20*
- *IGRP – distance 100*

Routing

Tablica routing'u: kolejność przetwarzania wpisów



	Dst. Address	Gateway	Distance	Routing Mark	Pref. Source
AS	0.0.0.0/0	192.168.23.254 reachable wlan3-WAN	1		
S	0.0.0.0/0	192.168.230.1 reachable bridge1-lan	5		
DAC	2.2.2.0/24	bridge-sstp reachable	0		2.2.2.2
DAo	10.8.0.1	172.16.10.100 reachable sstp-out-vult-chr-frankfurt	110		
AS	10.20.100.0/23	172.16.10.100 reachable sstp-out-vult-chr-frankfurt	10		
AS	10.20.100.0/24	192.168.23.254 reachable wlan3-WAN	1		
DAo	10.250.1.0/24	172.16.10.100 reachable sstp-out-vult-chr-frankfurt	110		
DAo	127.1.1.250	172.16.10.100 reachable sstp-out-vult-chr-frankfurt	110		
DAC	157.25.99.64/29	bridge1-lan reachable	0		157.25.99.65
DAC	172.16.10.100	sstp-out-vult-chr-frankfurt reachable	0		172.16.10.101
DAo	172.16.10.101	172.16.10.100 reachable sstp-out-vult-chr-frankfurt	110		
DAo	172.16.100.1	172.16.10.100 reachable sstp-out-vult-chr-frankfurt	110		
DAo	172.16.100.2	172.16.10.100 reachable sstp-out-vult-chr-frankfurt	110		
DAC	172.20.20.1	korkowa-dom reachable	0		172.20.20.2
DAo	192.168.1.0/24	172.16.10.100 reachable sstp-out-vult-chr-frankfurt	110		
DAC	192.168.5.0/24	bridge1-lan reachable	0		192.168.5.254
DAC	192.168.23.0/24	wlan3-WAN reachable	0		192.168.23.100
AS	192.168.50.0/24	172.20.20.1 reachable korkowa-dom	1		
DAC	192.168.230.0/24	bridge1-lan reachable	0		192.168.230.5

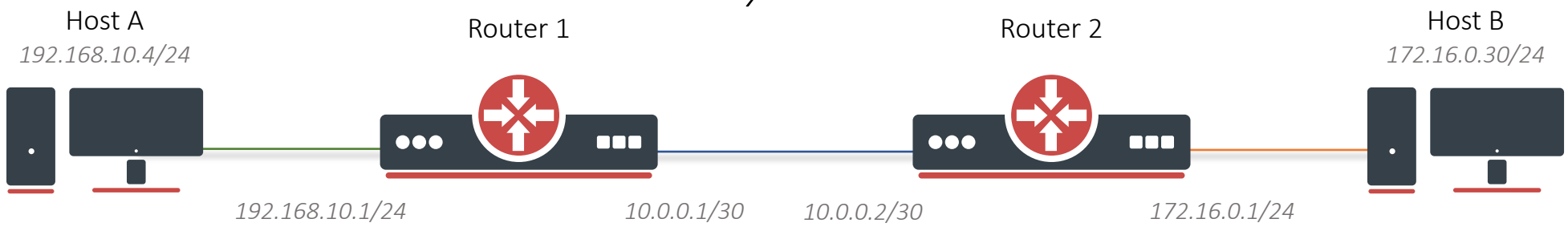
Przykład 1
Do routera trafia pakiet IP z adresem docelowym 8.8.8.8, pakiet zostanie skierowany zgodnie z tablicą routing'u na router o adresie: 192.168.23.254

Przykład 2
Router chce się dostać do adresu 192.168.5.113, z tablic routing'u wynika, iż najlepszym wpisem do edycji tego ruchu będzie sieć własna 192.168.5.0/24, dlatego router wykorzystuje protokół ARP dla dostarczenia pakietu.

Najpierw pod uwagę bierze się szczegółowość wpisu (czyli dla adresu 10.20.100.10 najlepszym wariantem będzie 10.20.100.0/24 niż 10.20.100.0/23), jedynie dla wpisów z taką samą szczegółowością będzie sprawdzać się parametr (w tym przykładzie 0.0.0.0/0) distance

Routing

Przykład



Router 1

```
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
 #      DST-ADDRESS        PREF-SRC        GATEWAY     DISTANCE
 0 A S  0.0.0.0/0                          10.0.0.2           1
 1 ADC  10.0.0.0/30        10.0.0.1        ether2             0
 2 ADC  192.168.10.0/24    192.168.10.1    ether1             0
```

Router 2

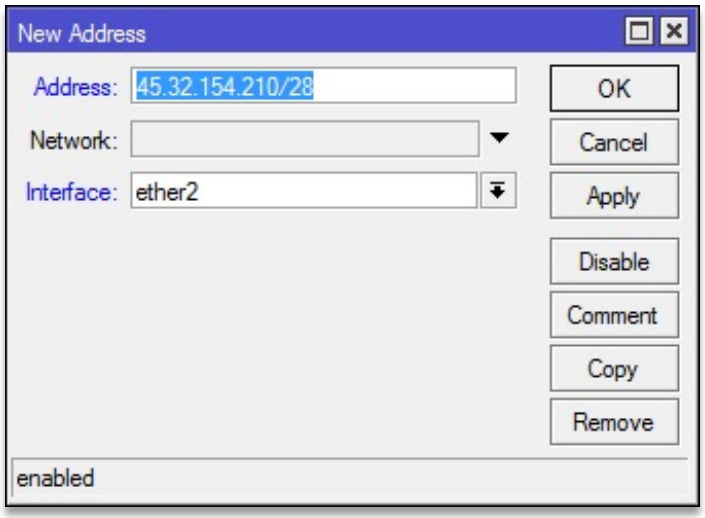
```
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
 #      DST-ADDRESS        PREF-SRC        GATEWAY     DISTANCE
 0 A S  0.0.0.0/0                          10.0.0.1           1
 1 ADC  10.0.0.0/30        10.0.0.2        ether2             0
 2 ADC  172.16.0.0/24      172.16.0.1      ether1             0
```

Wpisy w tablicach routingu każdego z routerów

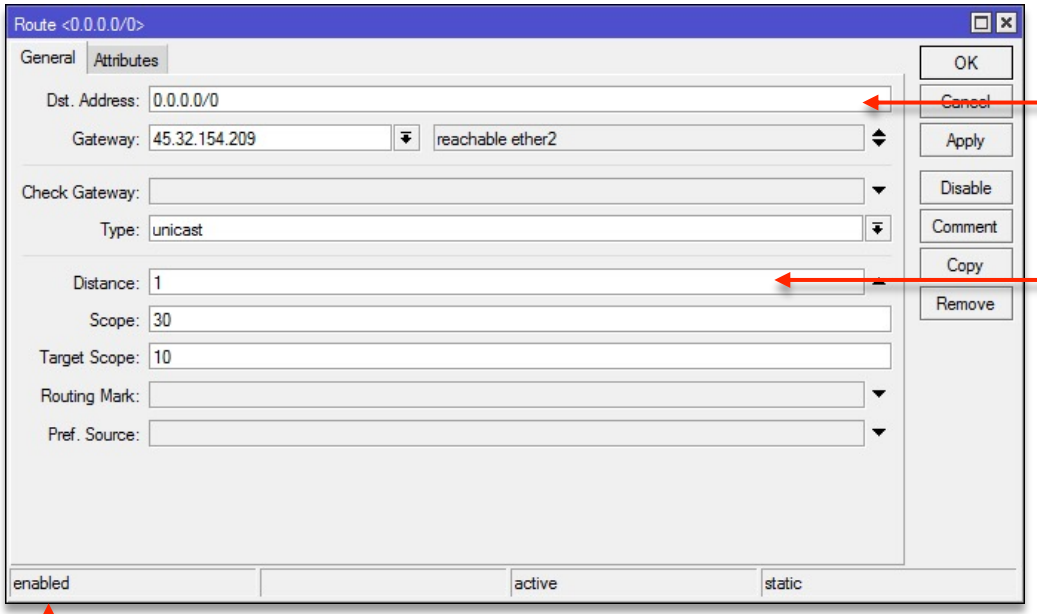
Routing

Dodawanie tras routing'u / brama domyślna / default gateway

Dostawca Internetu:
Network: 45.32.154.208/28
Gateway: 45.32.154.209
DNS: 8.8.8.8

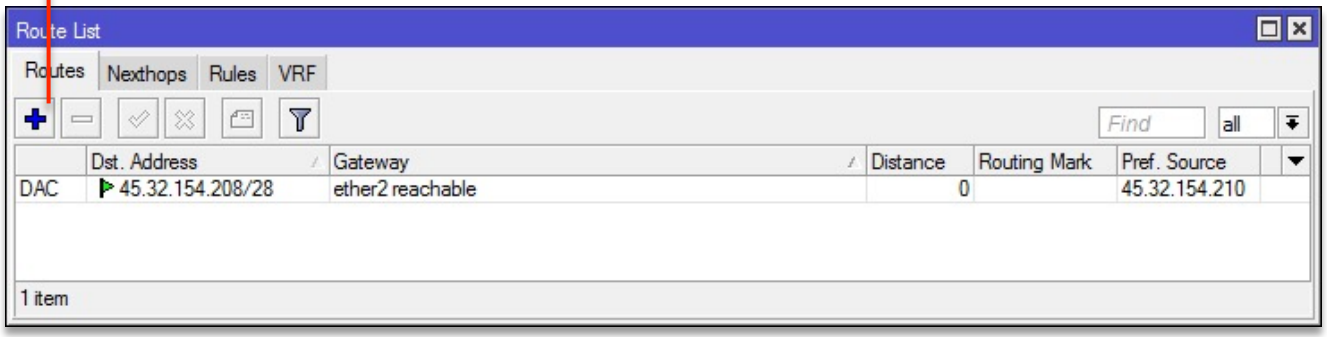


Konfigurujemy adres IP na naszym routerze



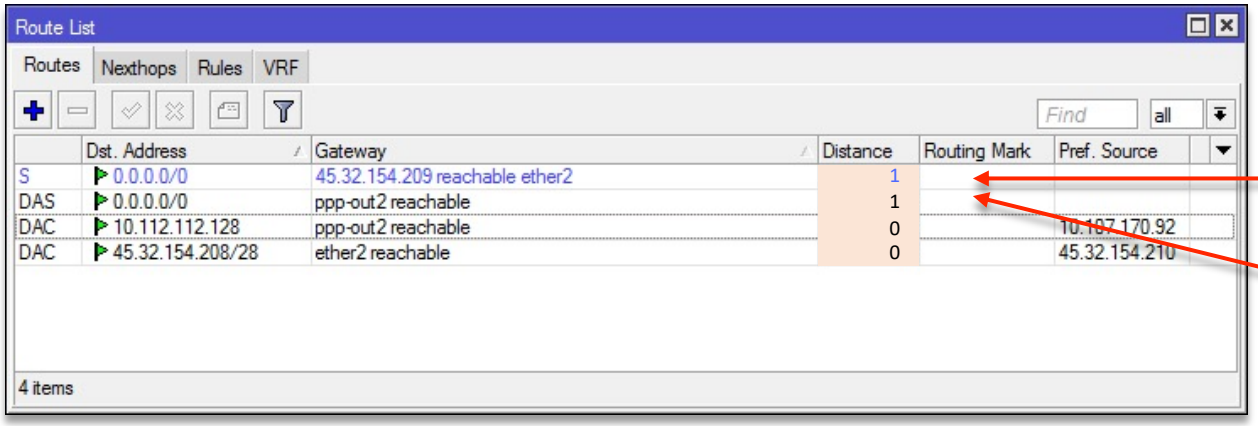
0.0.0.0/0 default gateway

Trasa dodana ręcznie, parametr **distance** domyślnie ustawiony na 1



Routing

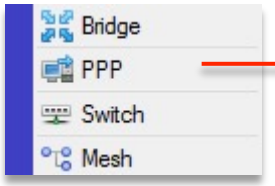
Dodawanie tras routing'u / Dual WAN

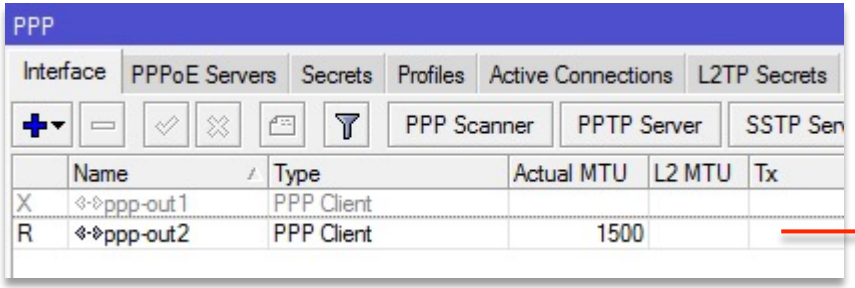


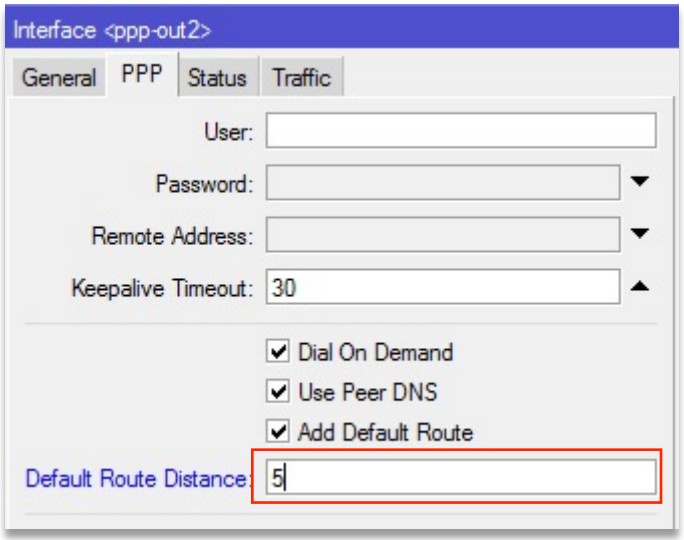
Trasa dodana ręcznie z **distance 1**

Trasa dodana automatycznie, w tym wypadku modem LTE *ppp*. Trasy dodane dynamicznie (dhcp client, ppp) domyślnie mają parametr **distance** ustawiony w **1**

W danym przykładzie głównym kanałem sieci może być modem LTE (trasy mają taki sam **distance**). Żeby wybrać główny link za pomocą połączenia kablowego musimy zmienić **distance** dla połączenia LTE, na wartość wiekszą niż **1**

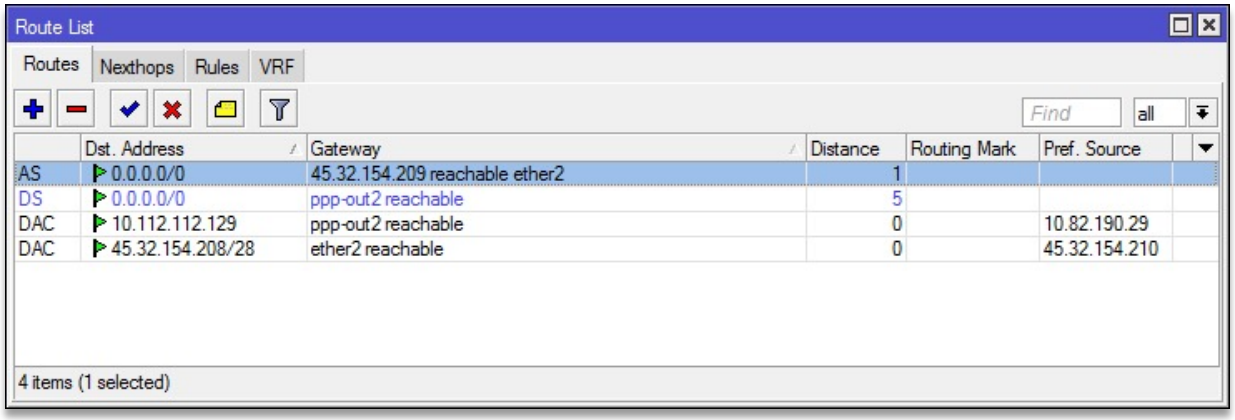




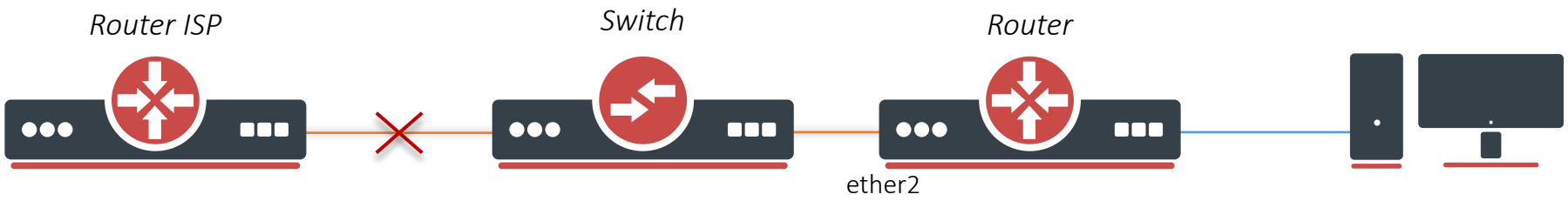


Routing

Dodawanie tras routing'u / Check gateway / Sprawdzanie bramy



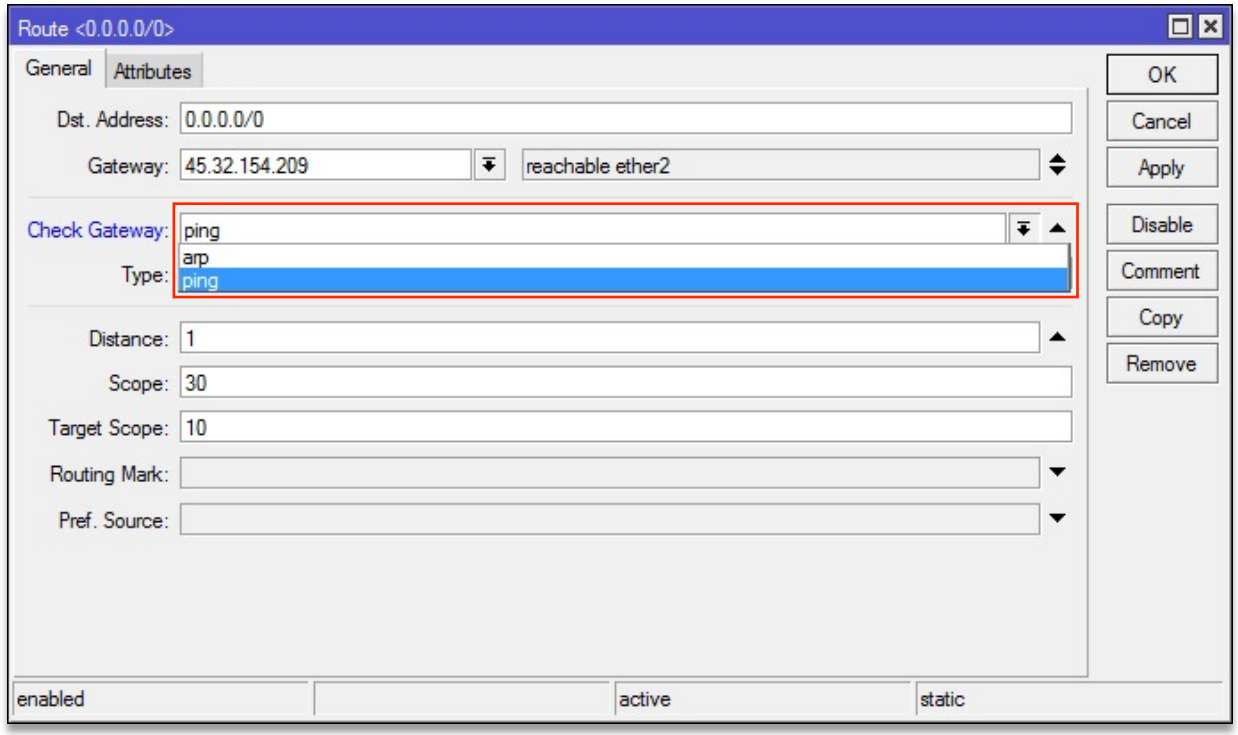
Podstawowy Default Gateway przełączy się na modem LTE jedynie w przypadku, gdy łącze podstawowe zostanie wyłączony elektrycznie (nie połączony lub uszkodzony kabel)



W wypadku awarii routera naszego ISP, modem LTE nie zostanie głównym łączem, gdyż interfejs **ether2** z punktu widzenia routera jest w stanie aktywnym.
Aby rozwiązać ten problem, możemy skorzystać z mechanizmu **Check Gateway**

Routing

Dodawanie tras routing'u / Check gateway / Sprawdzanie bramy



Check Gateway ping:

- Co 10 sekund router wysyła komunikat Echo Request (ping) do gateway'a!
- Brak odpowiedzi na 2 komunikaty Echo Request pod rząd jest przyczyną uznania gateway'a za niedostępny !

WIRELESS

WIRELESS

Standardy

802.11a	5GHz	54 Mbps	20 MHz	1999
802.11b	2GHz	11 Mbps	22 MHz	1999
802.11g	2GHz	54 Mbps	20 MHz	2003
802.11n	2 oraz 5 GHz	do 450 Mbps	20/40 MHz	2006
802.11ac	5GHz	do 1300 Mbps	20/40/80/160 MHz	2012

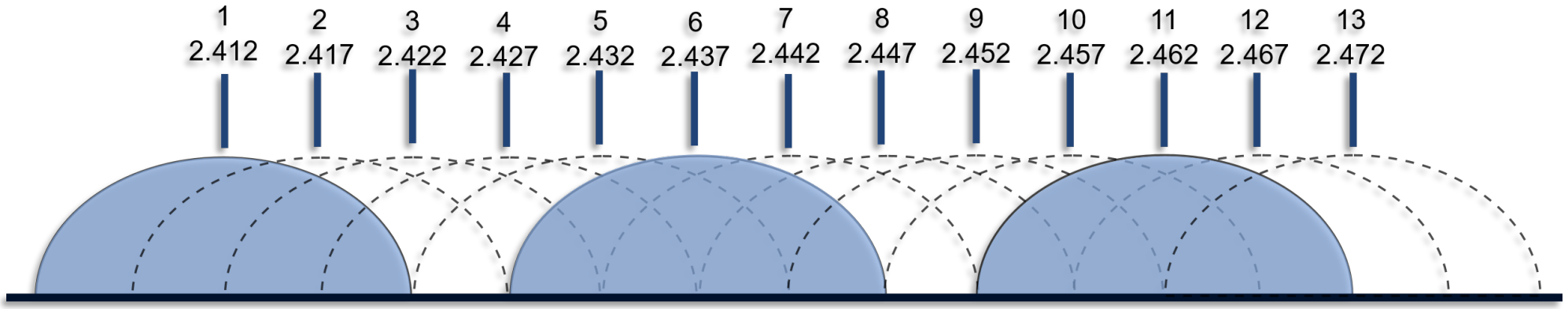
Nstream – standard MikroTik
Nstream Dual – standard MikroTik

NV2 – standard MikroTik, oparty na TDMA (podział na szczeliny czasowe), eliminuje problemy spotykane w 802.11, a mianowicie ***CSMA/CA****

****CSMA/CA - Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance***

WIRELESS

Kanały 2,4 GHz

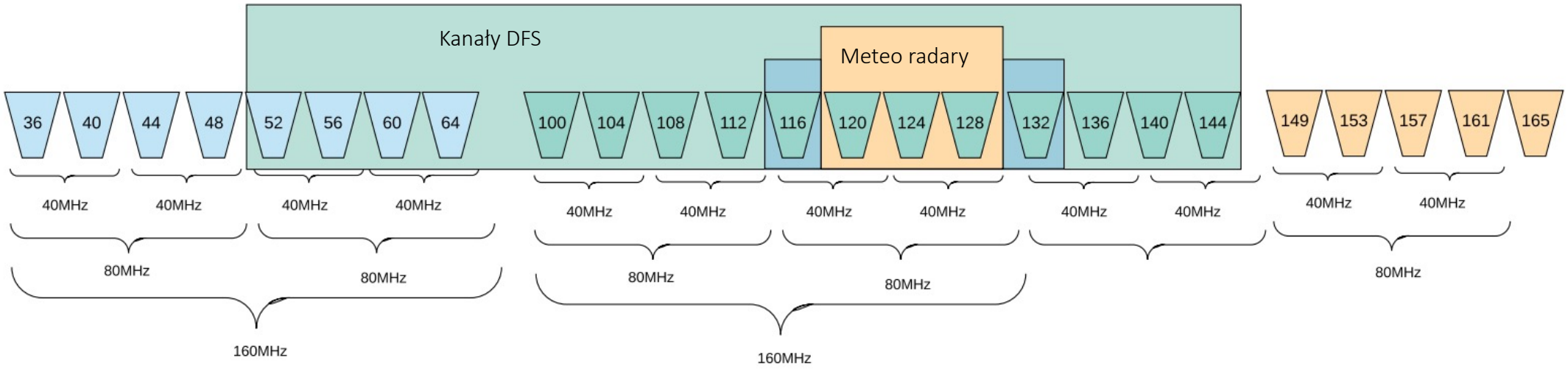


Tylko 3 nie pokrywające się kanały !!!

US- tylko 11 kanałów, Japonia- 14 kanałów

WIRELESS

Канали 5 GHz



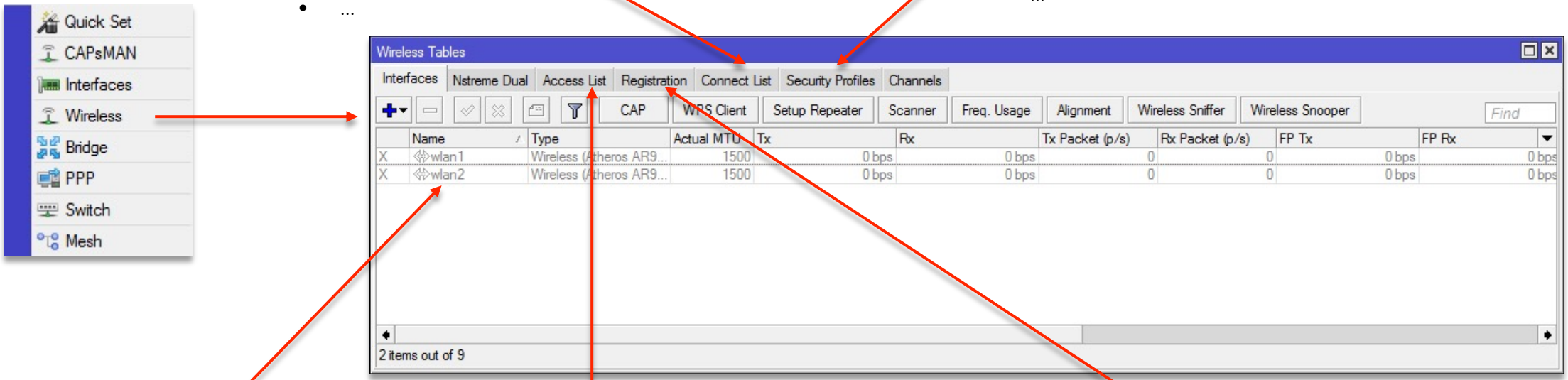
25 nie pokrywające się kanałów
Uwaga na DFS (dynamic frequency selection) !!!

WIRELESS

Ustawienia

Gdzie możemy się podłączyć, a gdzie nie *(jako klient WiFi)*
- MAC adres
- SSID
- …

Hasła PSK, Radius
- WPA, WPA2
- AES, TKIP
- …



Ustawienia modułu radiowego
- SSID
- Moc nadawania
- Częstotliwość
- Kanał
- Tryb pracy
- …

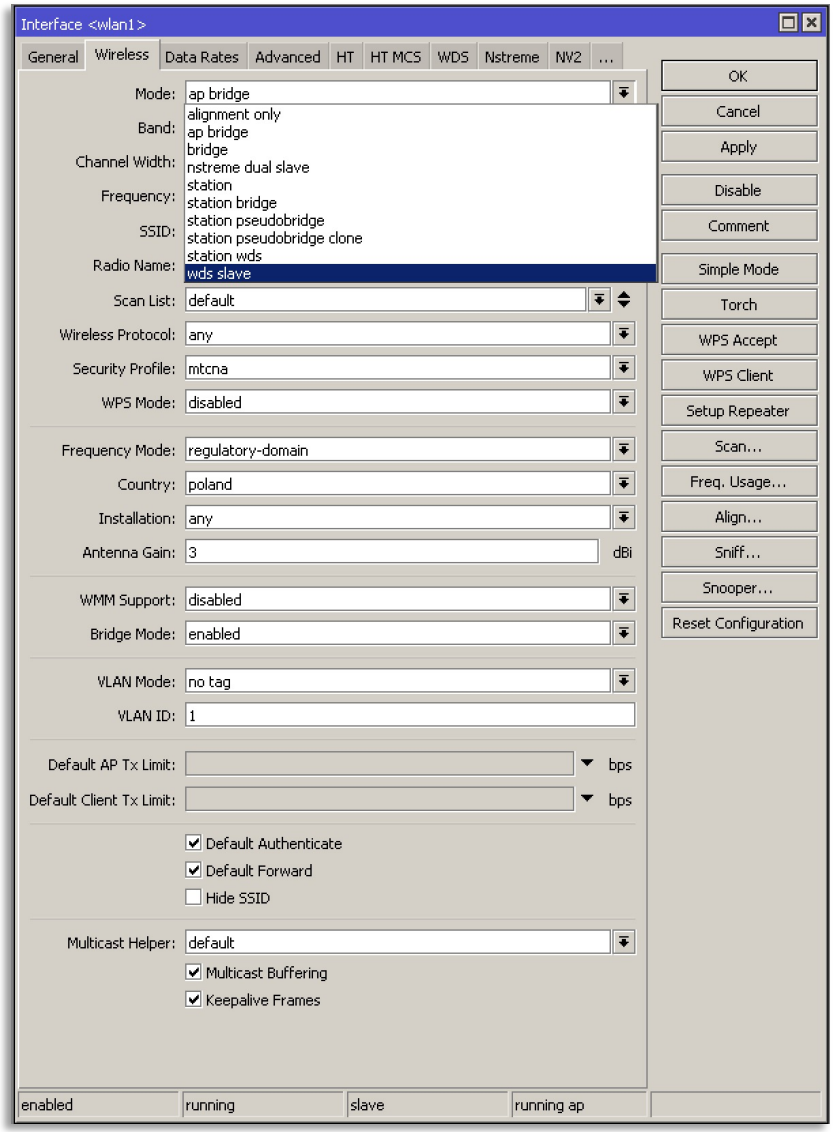
Kto może podłączyć się do Access Point'a (AP)
- WPA, WPA2
- MAC adres
- Dodatkowe ograniczenia
- Blokowanie dostępu
- …

Informacja o podłączonych klientach oraz do kogo my podłączeni jako klient
- Moc sygnału
- Modulacja
- Jakość połączenia
- …

WIRELESS

Tryby pracy

- **station** – klient sieci WiFi, możemy podłączyć się do innego AP (Access Point - AP)
- **station bridge** – klient sieci WiFi, interfejs możemy dodać do bridge'a (tylko kiedy się łączymy do innego MikroTik'a)
- **station pseudobridge** – klient sieci WiFi, interfejs możemy dodać do bridge'a
- **station wds**
- **wds slave**
- **bridge** – rodzaj AP, służy dla połączeń typu Punkt-Punkt, w takim trybie istnieje możliwość podłączenia **tylko jednego klienta!**
- **ap bridge** – AP, maksymalna liczba klientów, który mogą się podłączyć - 2007 !
- **alignment only** – wizowanie anten



WIRELESS

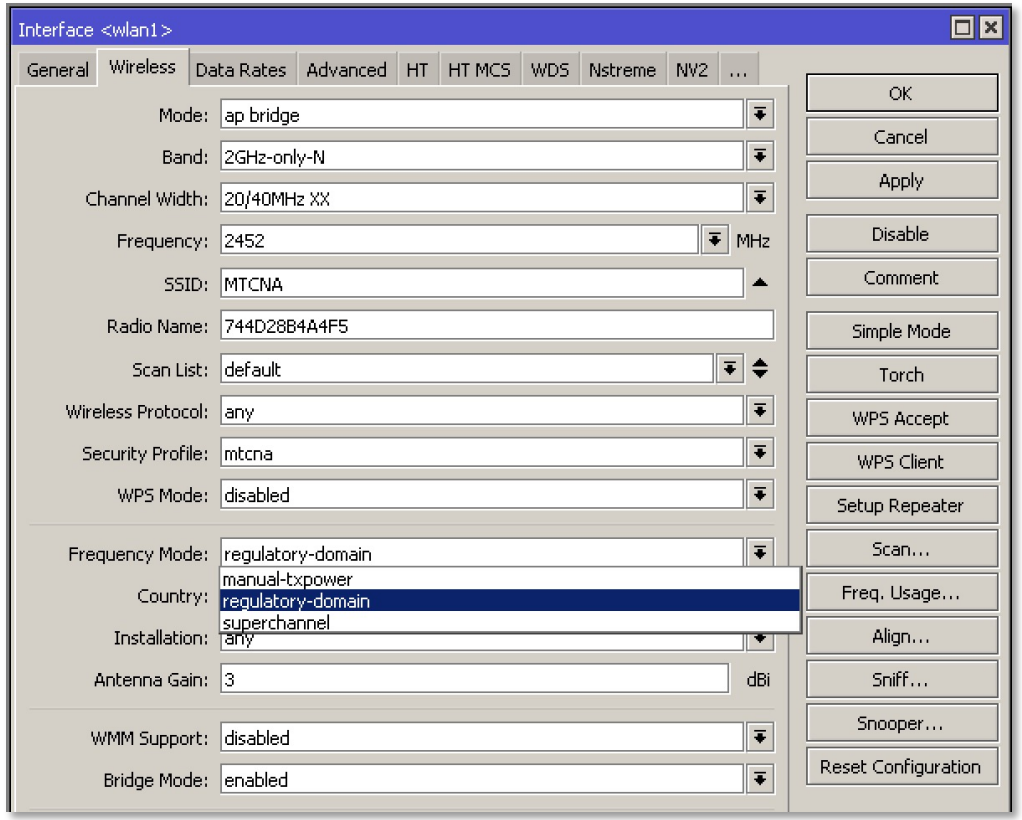
Częstotliwości wspierane przez kartę

Pełny zakres częstotliwości wspierany przez kartę:

- dla 2,4 GHz: 2192 MHz – 2539 MHz
- dla 5 GHz: 4920 MHz – 6100 MHz

Tryb częstotliwości:

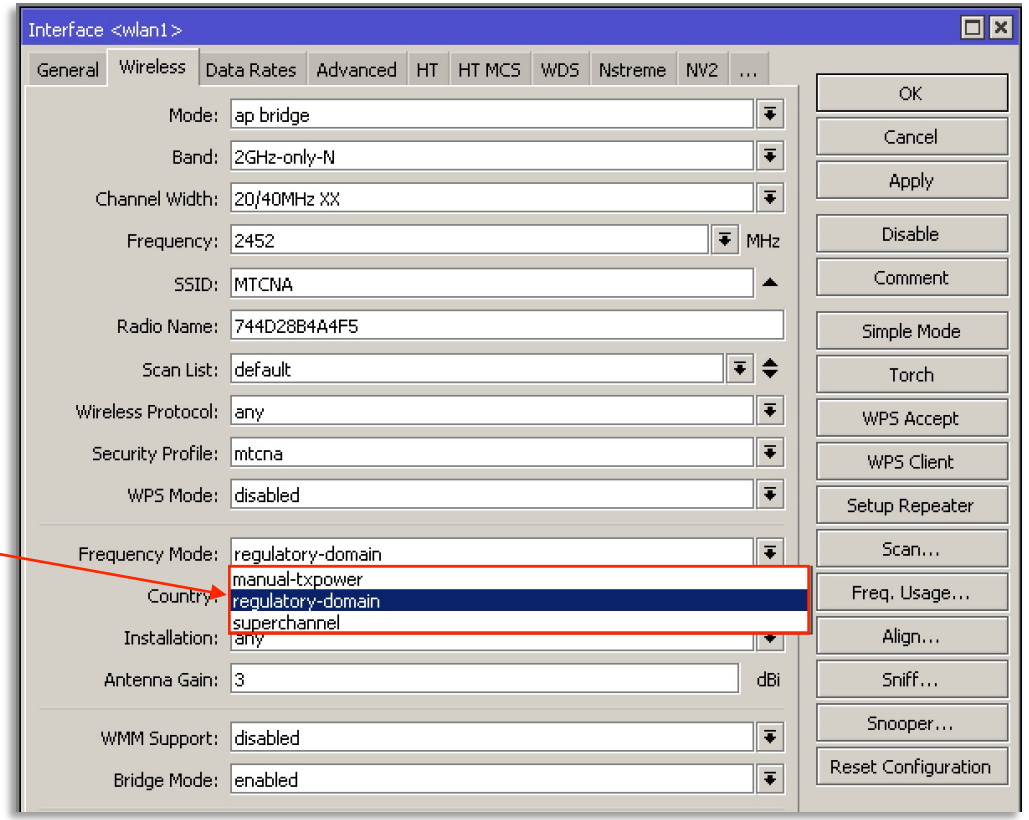
- **superchannel** – brak żadnych ograniczeń
- **regulatory-domain** – ogranicza częstotliwości i moce jakie są dozwolone, trzeba wskazać **Country**
- **manual-txpower** – ogranicza zakres częstotliwości ale pozwala na ustawienie mocy nadawania



WIRELESS

Moc nadawania / ręczne ustawienie

Aby móc ręcznie dobrać moc modułu radiowego należy zmienić parametr ***Frequency Mode*** na **superchannel** lub **manual-txpower**

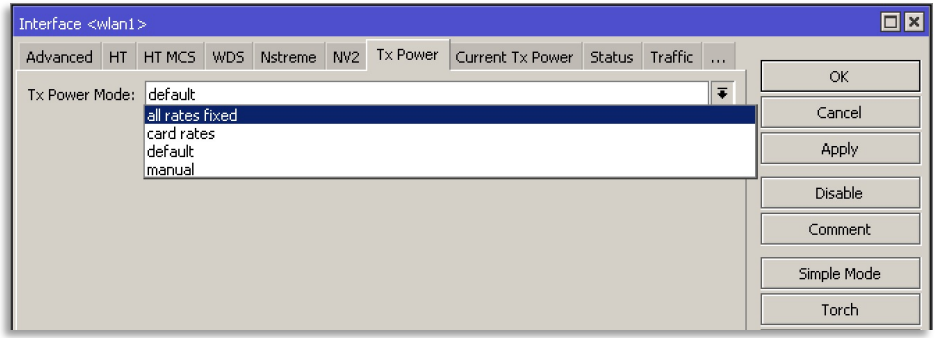


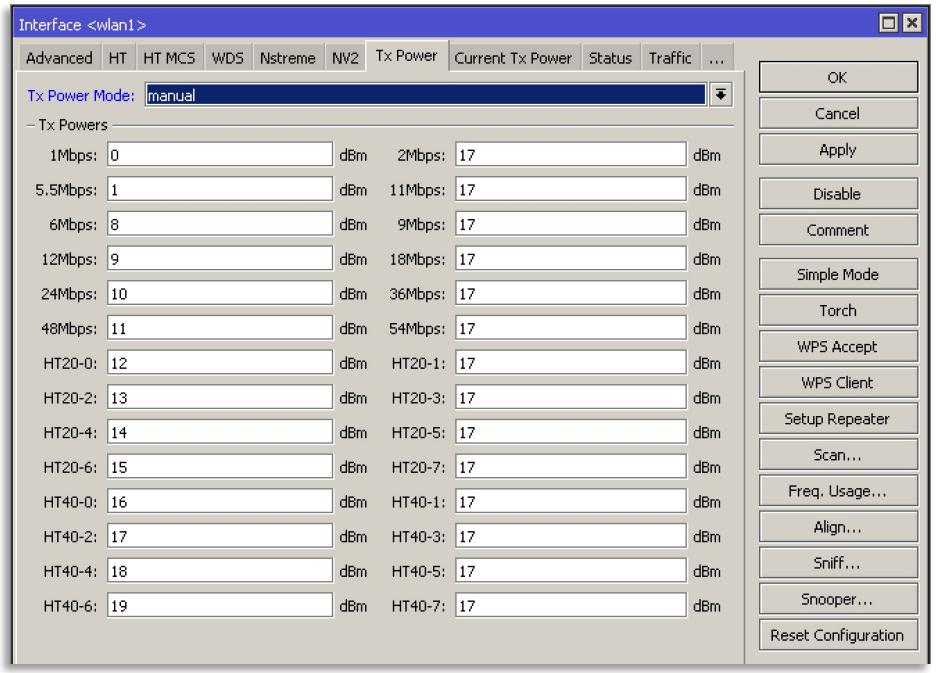
WIRELESS

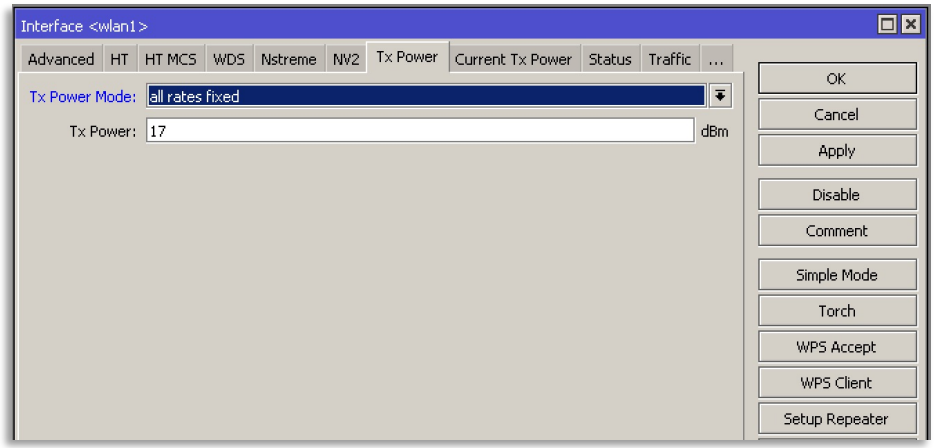
Moc nadawania / ręczne ustawienie

Na zakładce ***Tx Power*** możemy wybrać następujące tryby:

- **all rates fixed** - moc nadawania będzie jednakowa dla wszystkich modulacji
- **manual** - można ustawić moc nadawania dla każdej modulacji osobno (można uszkodzić moduł, jeżeli wpisać większą wartość iż wspiera karta)







WIRELESS

Moc nadawania / reguła «3» oraz «10»

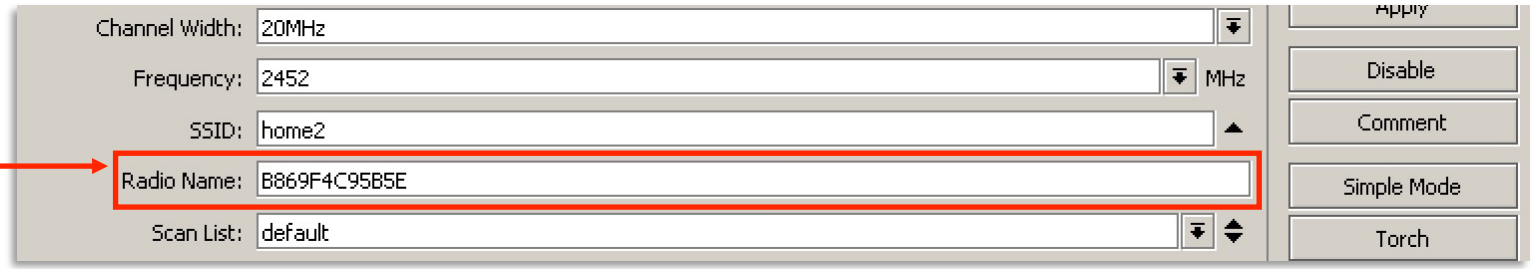
Z każdym wzrostem mocy o 3 dB, moc w mW podwaja się
Gdy moc jest zmniejszona o 3 dB, moc w mW zmniejsza się o połowę
Z każdym wzrostem mocy o 10 dB moc w mW jest mnożona przez 10
Gdy moc jest zmniejszona o 10 dB, moc w mW jest dzielona przez 10

Przykład: mamy AP, który wysyła sygnał z mocą 100 mW.
Podłączamy antenę ze wzmocnieniem 3 dB.
Całkowita moc nadawania będzie: 100 mW + 3 dB = 100 x 2 = 200 mW

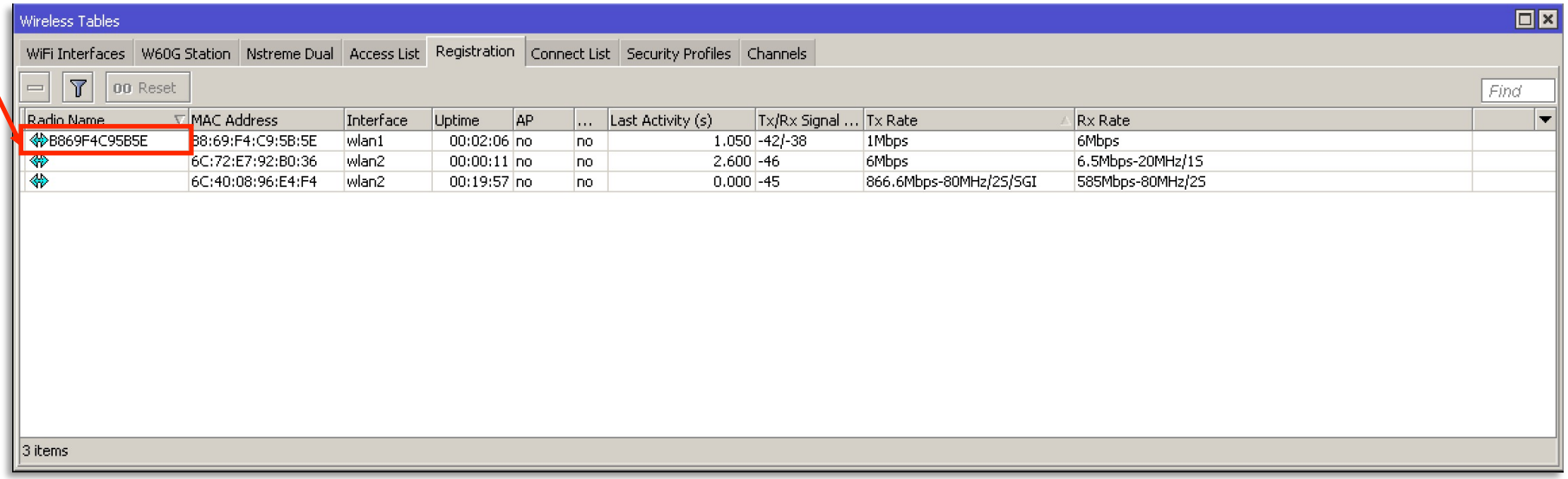
WIRELESS

Radio Name

Radio Name - nazwa bezprzewodowego interfejsu, używana **wyłącznie w RouterOS**



Można podejrzeć w ***Registration Table***



WIRELESS

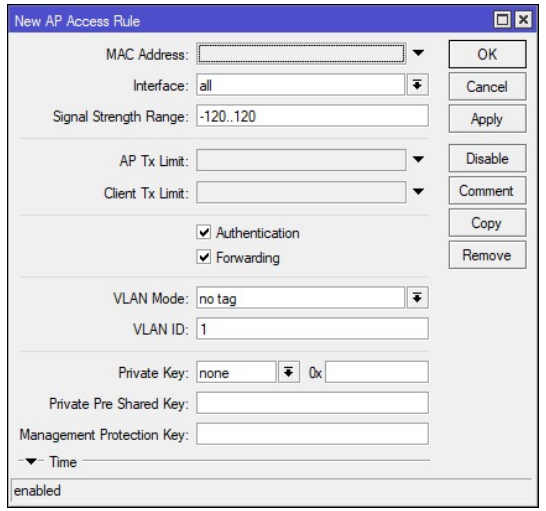
Zarządzanie podłączaniem się klientów / Access List/Connect List

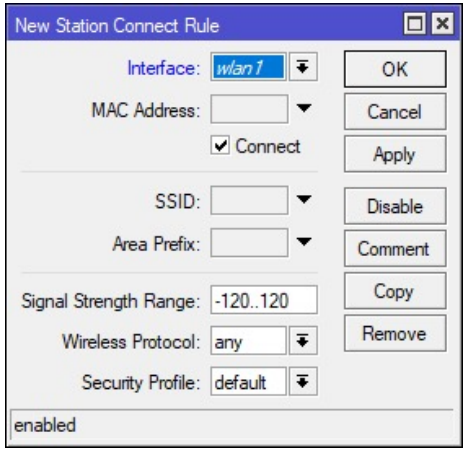
Access List – lista przetwarzana jako pierwsza, ~~sekwencyjnie~~

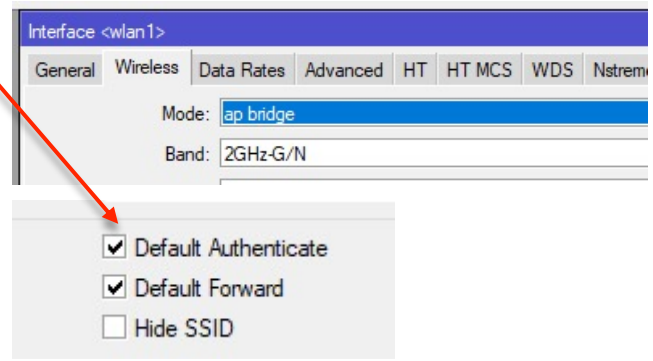
Default Authenticate – gdy klient nie jest zdefiniowany w Access List, sprawdzany jest Security Profile, odznaczenie tej opcji spowoduje, iż klienci, którzy nie znaleźli się w Access List nie będą mogli się podłączyć

Connect List – lista sieci/AP do których MikroTik może podłączyć się jako klient

Default Forward - określa czy możliwa jest komunikacja pomiędzy klientami AP

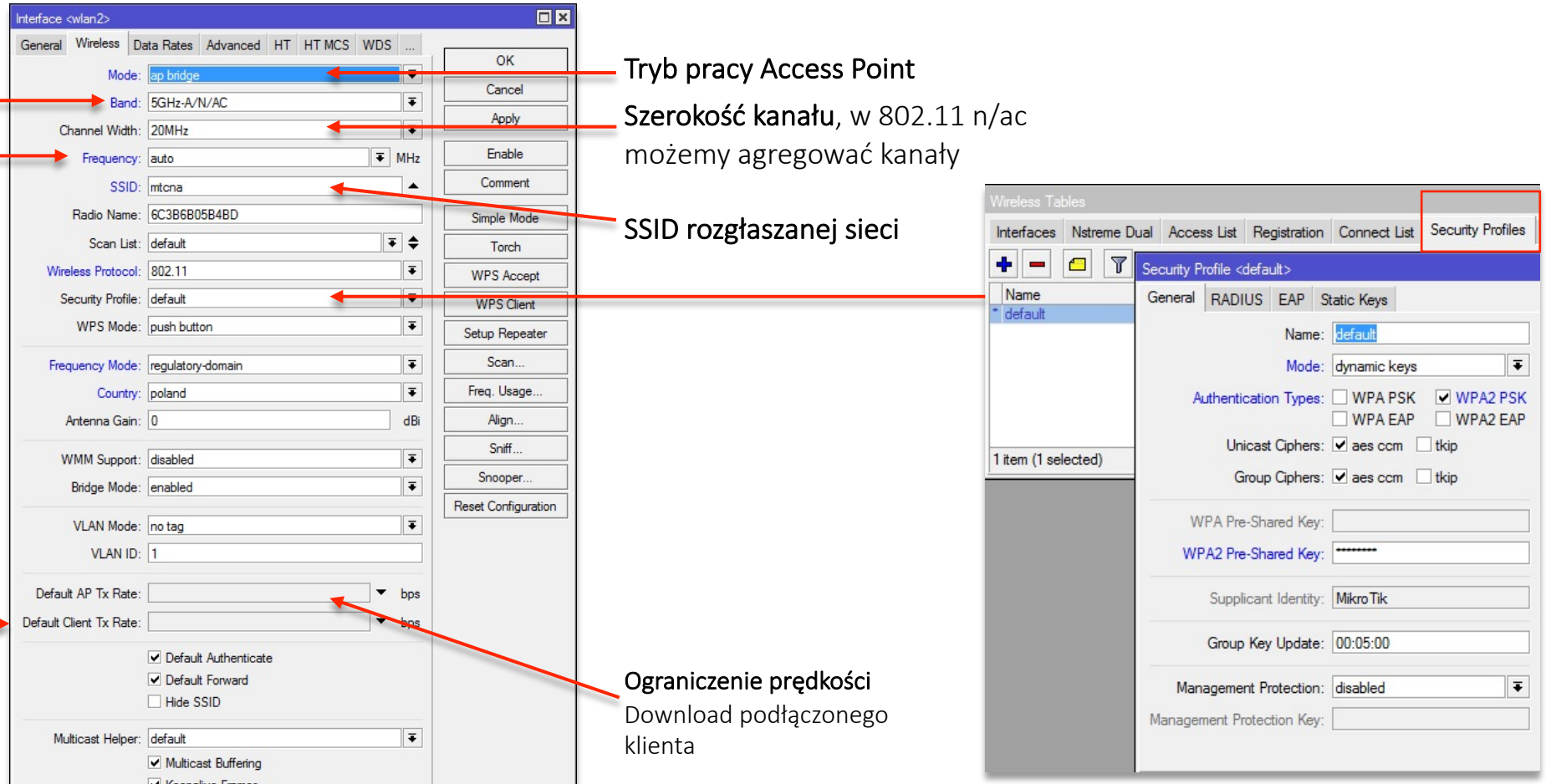






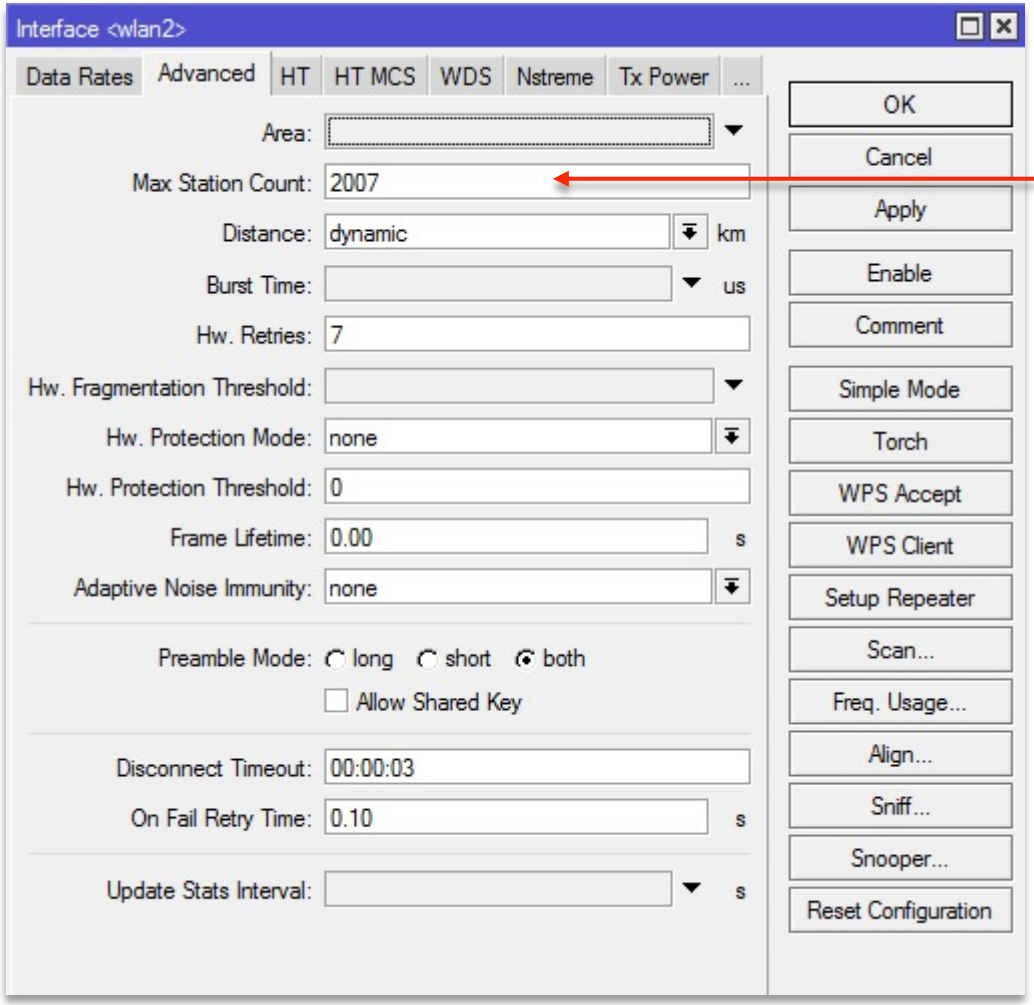
WIRELESS

Ustawienia



WIRELESS

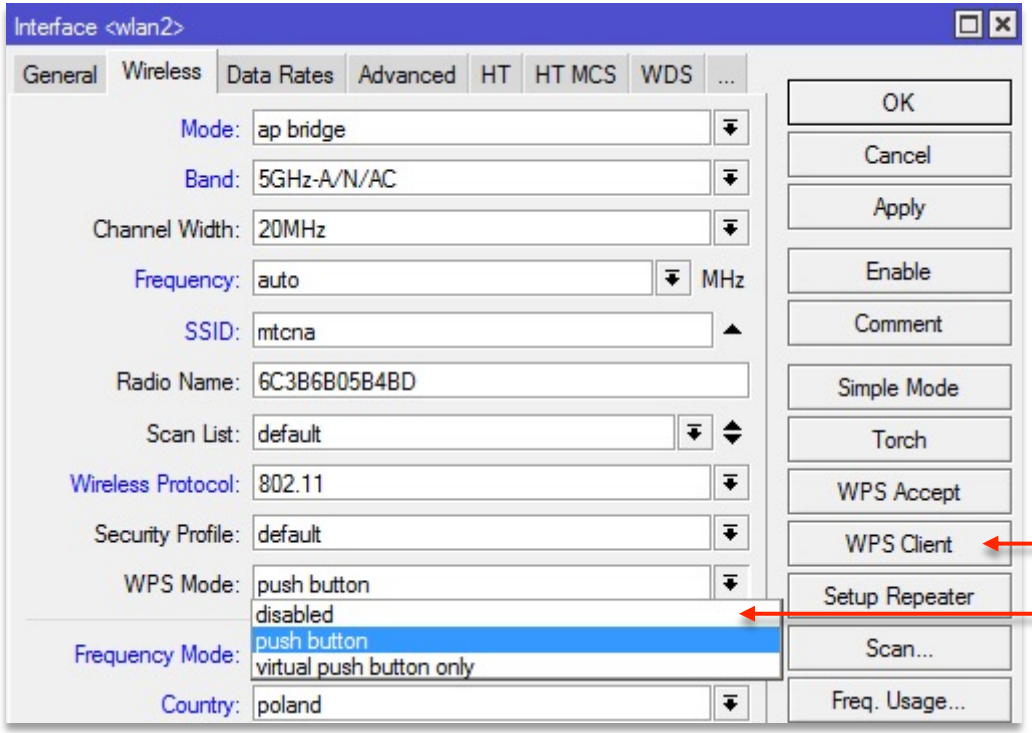
Konfiguracja / AP / Ograniczenie liczby klientów



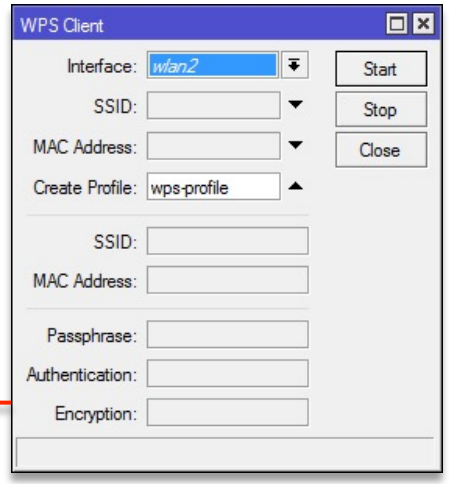
Ograniczenie liczby klientów mogących podłączyć się do naszego Access Point'a

WIRELESS

Konfiguracja / WPS



Jeżeli mamy ustawiony dostęp do naszego Access Point'a za pomocą hasła WPA PSK możemy umożliwić zalogowanie się klientów wspierających WPS bez konieczności podawania hasła **WPS Accept**, możemy też skorzystać z funkcjonalność WPS oferowanych przez inne Access Point'y (gdy jesteśmy klientem sieci WiFi) **WPS Client**



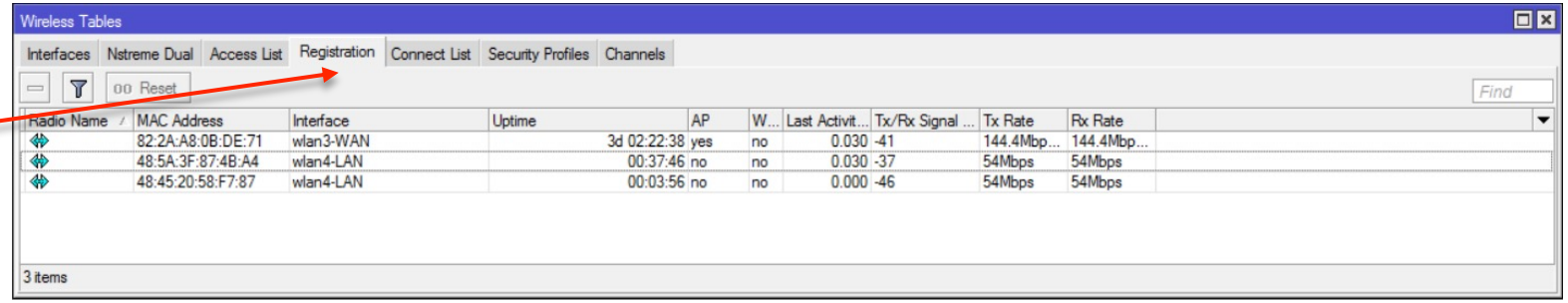
- **disabled** – funkcja nieaktywna
- **push buton** – w momencie gdy włączymy przycisk, klienci przez dwie minuty mogą podłączyć się bez podawania hasła
- **virtual push buton only** – gdy nie posiadamy na obudowie przycisku możemy wcisnąć **WPS Accept**

WIRELESS

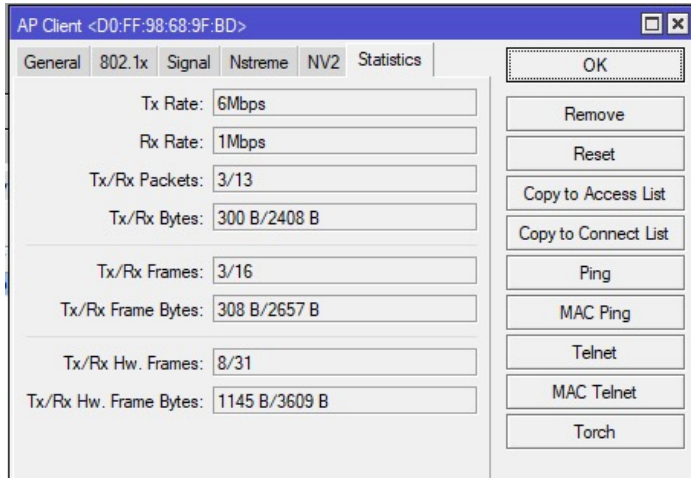
Registration table / Informacje o połączeniach

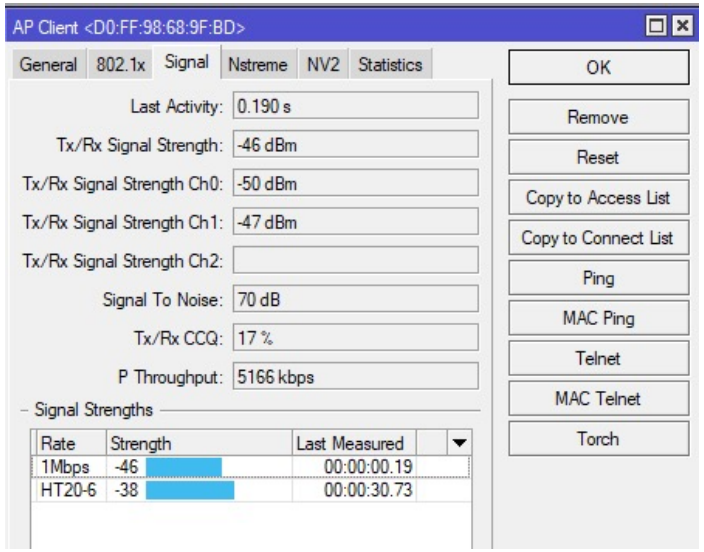
Informacja o podłączonych:

- klientach
- AP do których podłączyliśmy się jako klient



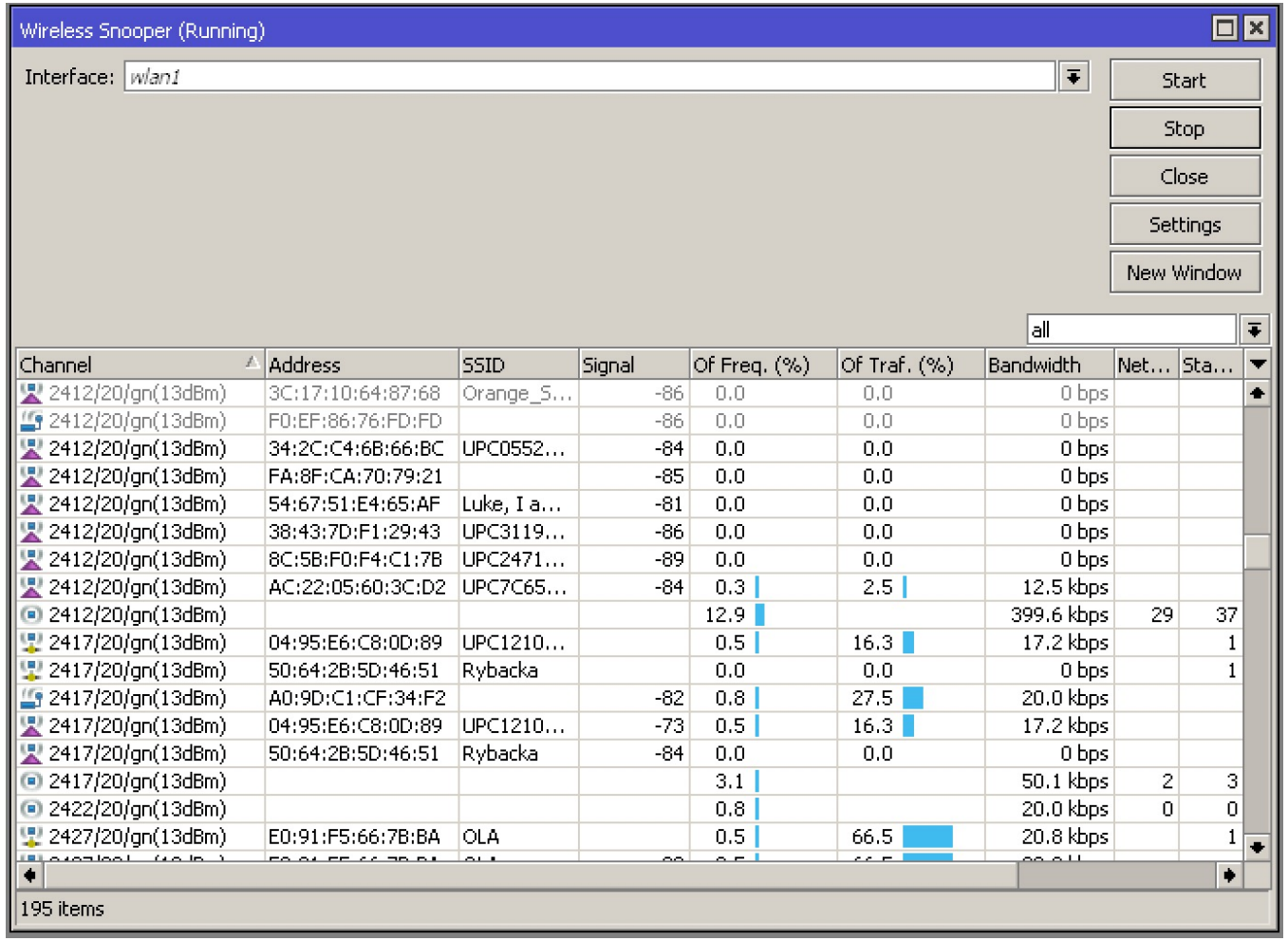
Po wybraniu klienta znajdującego się na liście podłączonych mamy dostęp do dodatkowych informacji dotyczących połączenia





WIRELESS

Narzędzia / Snooper

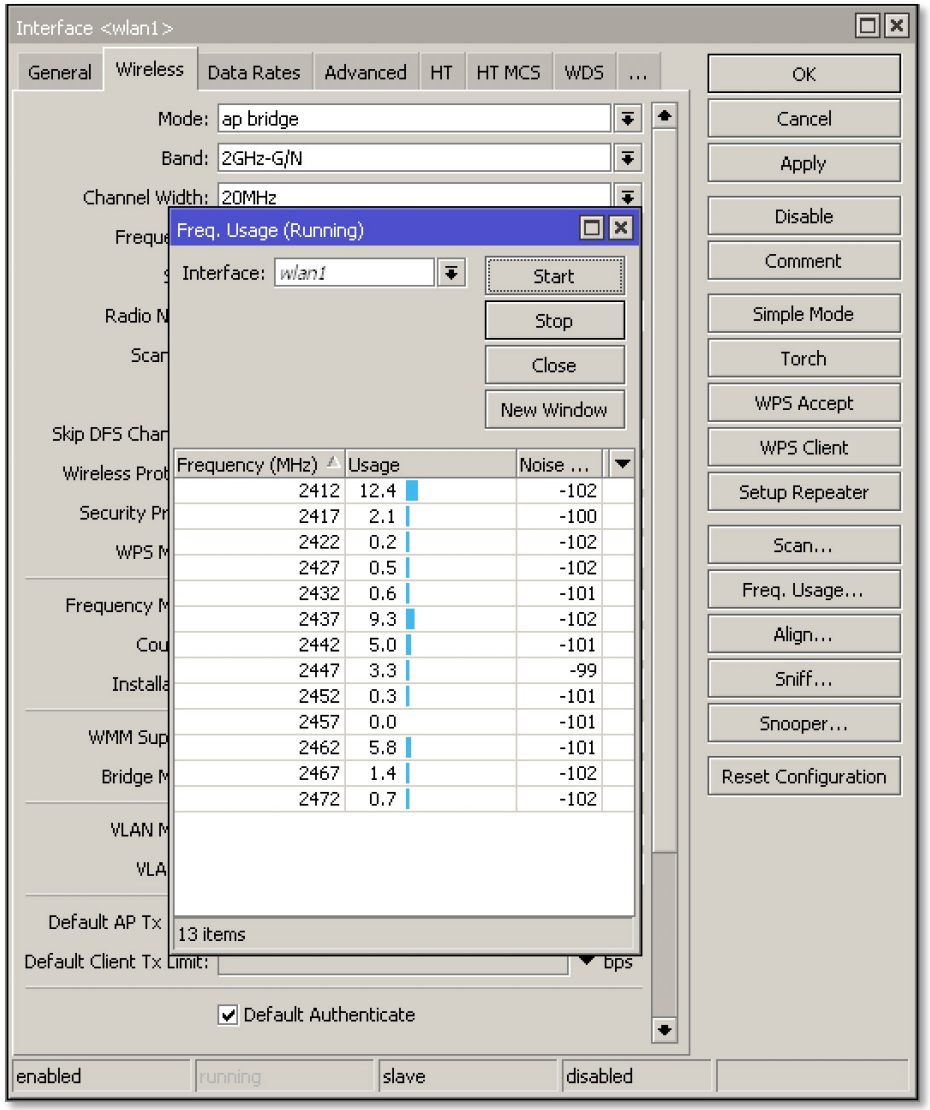


Pokazuje nie tylko Access Point’y ale i klientów którzy są do nich podłączeni

WIRELESS

Narzędzia / Frequency usage

Określamy które częstotliwości są najbardziej wykorzystywane, pokazuje jedynie Access Point'y w standardzie 802.11



FIREWALL

FIREWALL

Zadania

- Filtrowanie ruchu przychodzącego do routera
- Filtrowanie ruchu wychodzącego z routera
- Filtrowanie ruchu przechodzącego przez router (np. z sieci LAN do Internetu)
- Translacja portów/adresów (NAT)
- Logowanie informacji o połączeniach
- Zbieranie statystyk (np. ile ruchu http wyszło z sieci LAN)
- Oznaczanie ruchu na potrzeby innych usług (kolejkowanie QoS, routing)
- Zmiana pól nagłówka IP (DSCP, TTL, …)

Domyślnie firewall pracuje w warstwie 3 i 4 modelu OSI. W systemie RouterOS funkcjonalność firewall'a został rozszerzona między innymi o możliwość pracy w warstwie 7 (znacząco zwiększa zużycie CPU).

FIREWALL

Blokowanie / zezwalanie na ruch
- z router'a
- do router'a
- z sieci LAN
- do sieci LAN
- …

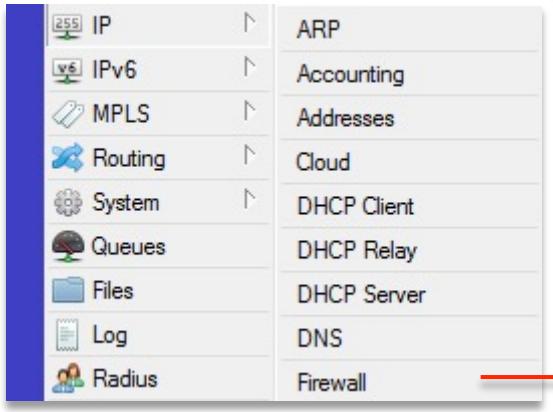
NAT
- przekierowanie portów
- masquerade
- NAT 1:1
- source NAT
- …

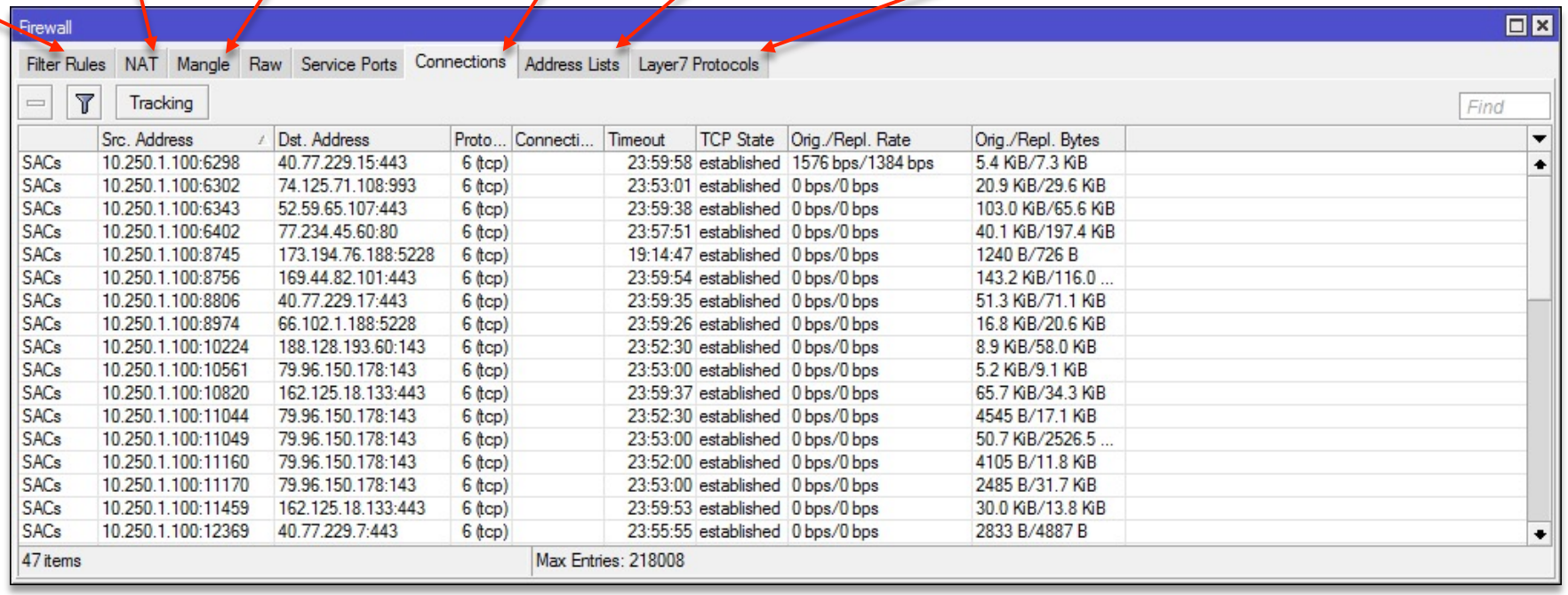
Mangle
- zmiana TTL
- zmiana DSCP
- oznaczanie ruchu
- …

Informacje o stanie połączeń
- tryb stateful
- tryb stateless
- …

Listy adresów
- dynamiczna
- można użyć w tablicach **mangle**, **nat**, **filter**

Filtry warstwy 7

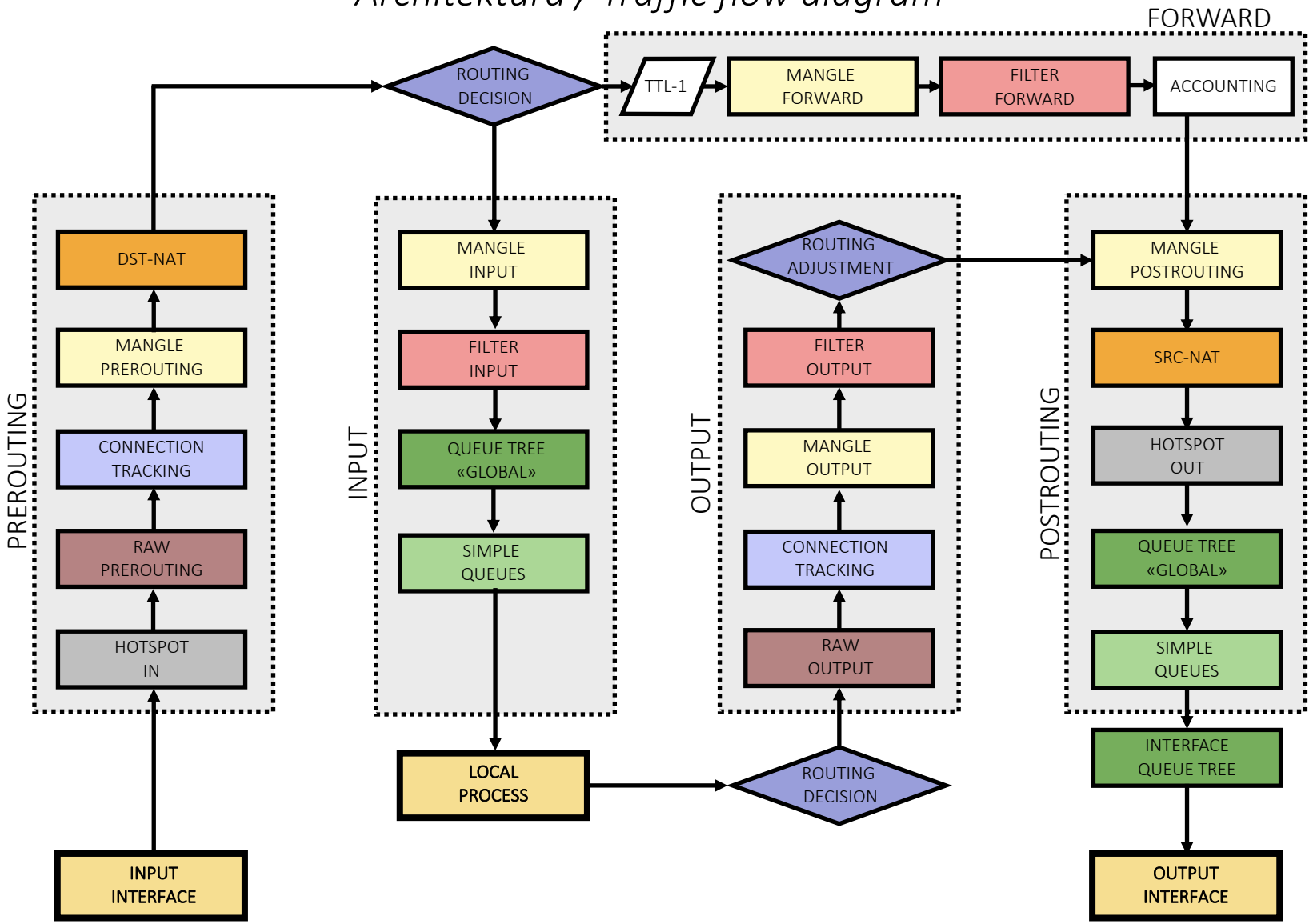




	Src. Address	Dst. Address	Proto...	Connecti...	Timeout	TCP State	Orig./Repl. Rate	Orig./Repl. Bytes
SACs	10.250.1.100:6298	40.77.229.15:443	6 (tcp)		23:59:58	established	1576 bps/1384 bps	5.4 KiB/7.3 KiB
SACs	10.250.1.100:6302	74.125.71.108:993	6 (tcp)		23:53:01	established	0 bps/0 bps	20.9 KiB/29.6 KiB
SACs	10.250.1.100:6343	52.59.65.107:443	6 (tcp)		23:59:38	established	0 bps/0 bps	103.0 KiB/65.6 KiB
SACs	10.250.1.100:6402	77.234.45.60:80	6 (tcp)		23:57:51	established	0 bps/0 bps	40.1 KiB/197.4 KiB
SACs	10.250.1.100:8745	173.194.76.188:5228	6 (tcp)		19:14:47	established	0 bps/0 bps	1240 B/726 B
SACs	10.250.1.100:8756	169.44.82.101:443	6 (tcp)		23:59:54	established	0 bps/0 bps	143.2 KiB/116.0 ...
SACs	10.250.1.100:8806	40.77.229.17:443	6 (tcp)		23:59:35	established	0 bps/0 bps	51.3 KiB/71.1 KiB
SACs	10.250.1.100:8974	66.102.1.188:5228	6 (tcp)		23:59:26	established	0 bps/0 bps	16.8 KiB/20.6 KiB
SACs	10.250.1.100:10224	188.128.193.60:143	6 (tcp)		23:52:30	established	0 bps/0 bps	8.9 KiB/58.0 KiB
SACs	10.250.1.100:10561	79.96.150.178:143	6 (tcp)		23:53:00	established	0 bps/0 bps	5.2 KiB/9.1 KiB
SACs	10.250.1.100:10820	162.125.18.133:443	6 (tcp)		23:59:37	established	0 bps/0 bps	65.7 KiB/34.3 KiB
SACs	10.250.1.100:11044	79.96.150.178:143	6 (tcp)		23:52:30	established	0 bps/0 bps	4545 B/17.1 KiB
SACs	10.250.1.100:11049	79.96.150.178:143	6 (tcp)		23:53:00	established	0 bps/0 bps	50.7 KiB/2526.5 ...
SACs	10.250.1.100:11160	79.96.150.178:143	6 (tcp)		23:52:00	established	0 bps/0 bps	4105 B/11.8 KiB
SACs	10.250.1.100:11170	79.96.150.178:143	6 (tcp)		23:53:00	established	0 bps/0 bps	2485 B/31.7 KiB
SACs	10.250.1.100:11459	162.125.18.133:443	6 (tcp)		23:59:53	established	0 bps/0 bps	30.0 KiB/13.8 KiB
SACs	10.250.1.100:12369	40.77.229.7:443	6 (tcp)		23:55:55	established	0 bps/0 bps	2833 B/4887 B

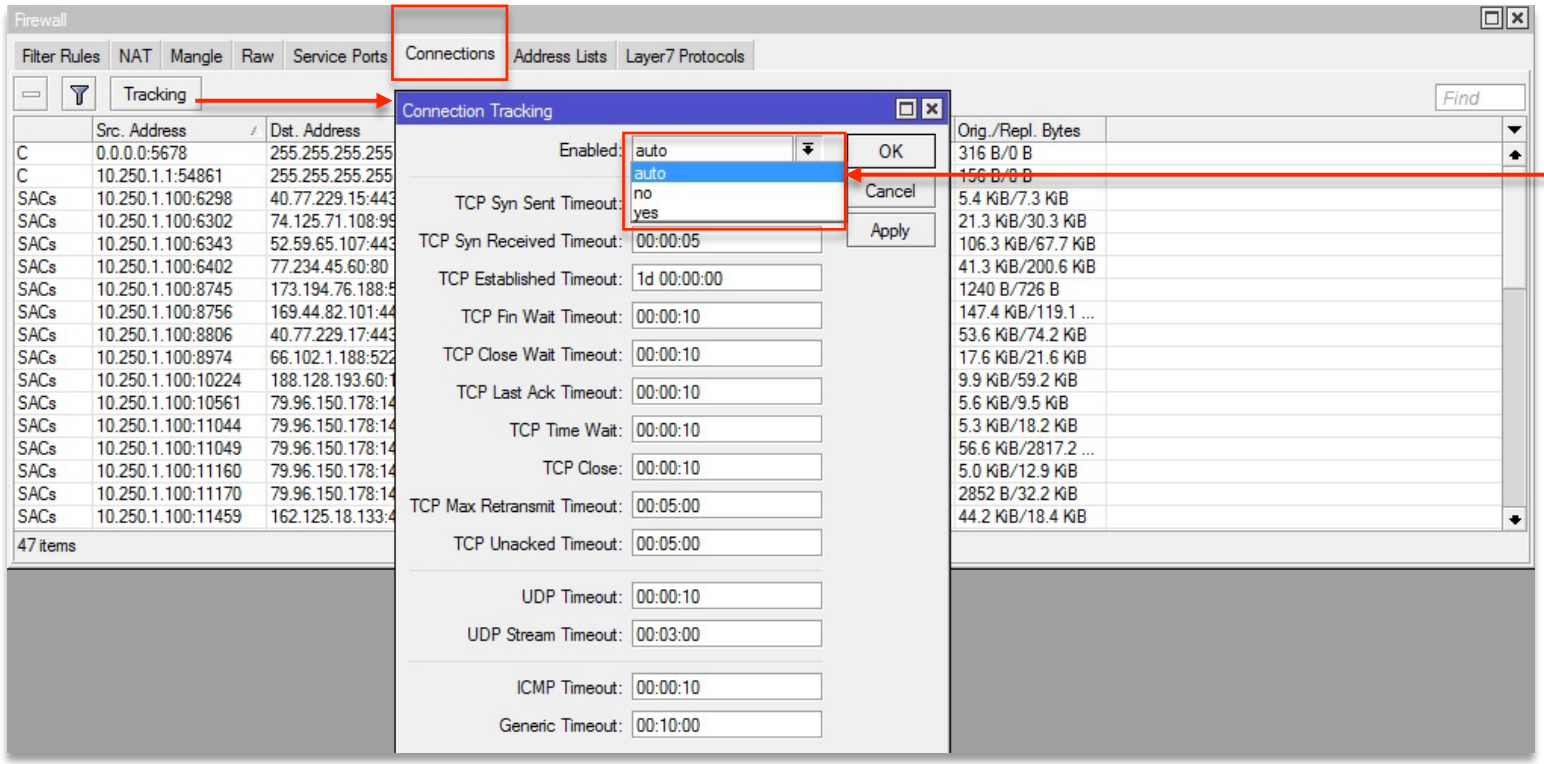
FIREWALL

Architektura / Traffic flow diagram



FIREWALL

Statefull/Stateless



- **auto** – pojawienie się choćby jednej reguły NAT przełączy firewall'a w tryb stanowy
- **enable** – bez względu czy są reguły NAT czy nie, firewall zawsze pracuje stanowo
- **disable** – tryb *stateless*, **NAT nie będzie działał**

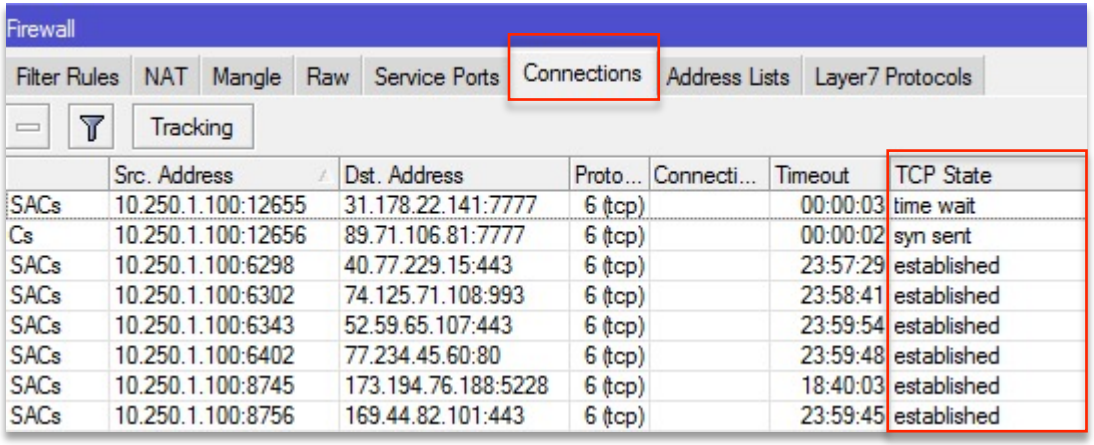
W przypadku filtrowania ruchu możemy zdecydować, czy chcemy aby firewall był stanowy czy bezstanowy. W przypadku funkcjonalności NAT nie mamy takiego wyboru, firewall musi pracować w trybie stanowym!!! Tryb stanowy zwiększa zużycie zasobów.

Firewall może pracować w dwóch trybach:

- **Statefull (śledzenie stanu połączeń)** – urządzenie jest świadome czy przychodzące, wychodzące pakiety są częścią już istniejącego połączenia, czy stanowią dopiero jego początek
- **Stateless (brak śledzenia stanu połączeń)** – router nie ma wiedzy, czy dany pakiet jest częścią już istniejącego połączenia, czy dopiero pierwszym, inicjującym połączenie, pakietem

FIREWALL

Statefull/Stateless

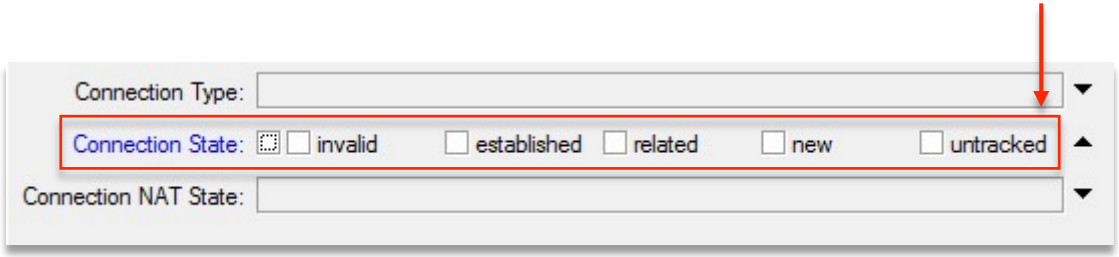


	Src. Address	Dst. Address	Proto...	Connecti...	Timeout	TCP State
SACs	10.250.1.100:12655	31.178.22.141:7777	6 (tcp)		00:00:03	time wait
Cs	10.250.1.100:12656	89.71.106.81:7777	6 (tcp)		00:00:02	syn sent
SACs	10.250.1.100:6298	40.77.229.15:443	6 (tcp)		23:57:29	established
SACs	10.250.1.100:6302	74.125.71.108:993	6 (tcp)		23:58:41	established
SACs	10.250.1.100:6343	52.59.65.107:443	6 (tcp)		23:59:54	established
SACs	10.250.1.100:6402	77.234.45.60:80	6 (tcp)		23:59:48	established
SACs	10.250.1.100:8745	173.194.76.188:5228	6 (tcp)		18:40:03	established
SACs	10.250.1.100:8756	169.44.82.101:443	6 (tcp)		23:59:45	established

TCP State

- **established** – każdy pakiet po zakończonej procedurze 3-way handshake, przed wysłaniem prośby o rozłączenie
- **time-wait** – klient wysyła flagę FIN, serwer odpowiada ACK oraz FIN, klient odpowiada ACK
- **close** – procedura zakończenia połączenia
- **syn-sent** – pierwszy pakiet TCP z flagą SYN
- **syn-received** – odpowiedź na SYN, SYN/ACK wysłana przez serwer

TCP jest protokołem stanowym, wiemy kiedy połączenie się rozpoczyna i kiedy kończy. W przypadku innych protokołów np. UDP nie mamy tej informacji przekazanej wprost. Jednakże firewall także jest w stanie określić który z pakietów jest pierwszy i czy kolejne należą do już istniejącego połączenia. Firewall określa to na podstawie **IP źródłowe, IP docelowe, port źródłowy, port docelowy**. Z informacji o stanie połączenia możemy korzystać bezpośrednio, budując reguły w **filter**, **nat**, **mangle**.

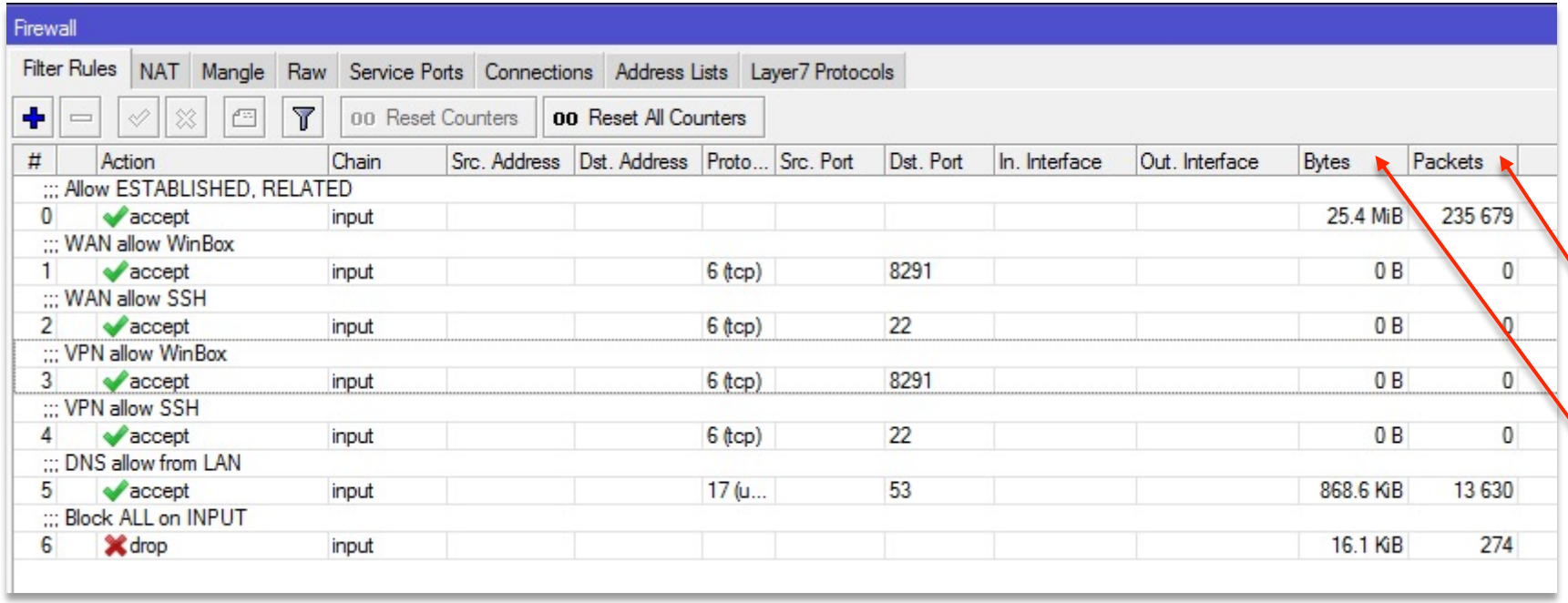


established – pakiety należą do istniejącego połączenia
related – pakiety należą do istniejącego połączenia
new – pierwszy pakiet, inicjujący połączenie
invalid – pakiet bez flagi SYN, jednocześnie nie należy do żadnego istniejącego połączenia

Connection State dotyczy połączeń TCP, UDP oraz ICMP

FIREWALL

Reguły / Tablica Filter



#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto...	Src. Port	Dst. Port	In. Interface	Out. Interface	Bytes	Packets
;;; Allow ESTABLISHED, RELATED											
0	accept	input								25.4 MiB	235 679
;;; WAN allow WinBox											
1	accept	input			6 (tcp)		8291			0 B	0
;;; WAN allow SSH											
2	accept	input			6 (tcp)		22			0 B	0
;;; VPN allow WinBox											
3	accept	input			6 (tcp)		8291			0 B	0
;;; VPN allow SSH											
4	accept	input			6 (tcp)		22			0 B	0
;;; DNS allow from LAN											
5	accept	input			17 (u...		53			868.6 KiB	13 630
;;; Block ALL on INPUT											
6	drop	input								16.1 KiB	274

Ile pakietów zostało obsłużonych przez daną regułę

Ile ruchu przewinęło się przez daną regułę

Powyższy zestaw reguł zablokuje cały ruch na łańcuchu INPUT do routera, za wyjątkiem: połączeń wcześniej nawiązanych, połączeń do WinBox, połączeń SSH, zapytań DNS z sieci lokalnej

- Reguły filtrujące decydują czy dany ruch ma zostać zablokowany czy jest dozwolony
- Reguły są przetwarzane sekwencyjnie
- Pierwsza pasująca reguła kończy przetwarzanie pozostałych (wyjątek stanowią akcji: passthrough, log)

FIREWALL

Reguły / Chains / Łańcuchy

Łańcuchy (*Chains*) w tablicy Filter

- **input** – ruch skierowany bezpośrednio do routera (vpn, winbox, web-proxy, ssh, telnet, ping, …)
- **output** – ruch wychodzący z routera
- **forward** – ruch przechodzący przez router (wchodzi jednym interface'em, wychodzi drugim) np. z jednej sieci do drugiej, z sieci LAN do Internetu

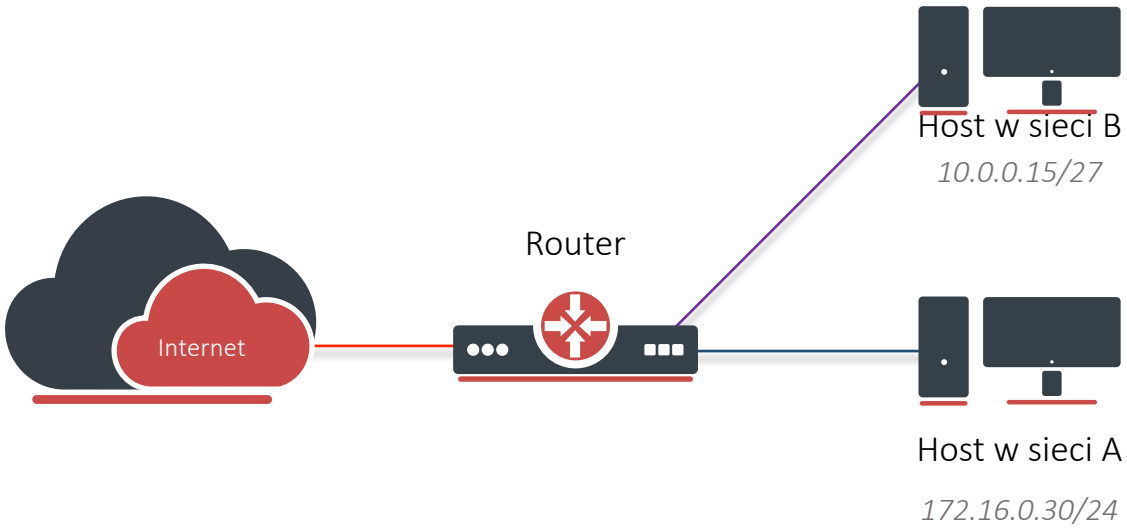
Przykład:

Ruch z Sieci A do sieci B przechodzi przez łańcuch **FORWARD**

Ruch od hosta w sieci B do routera, na usługę WinBox, filtrujemy na łańcuchu **INPUT**

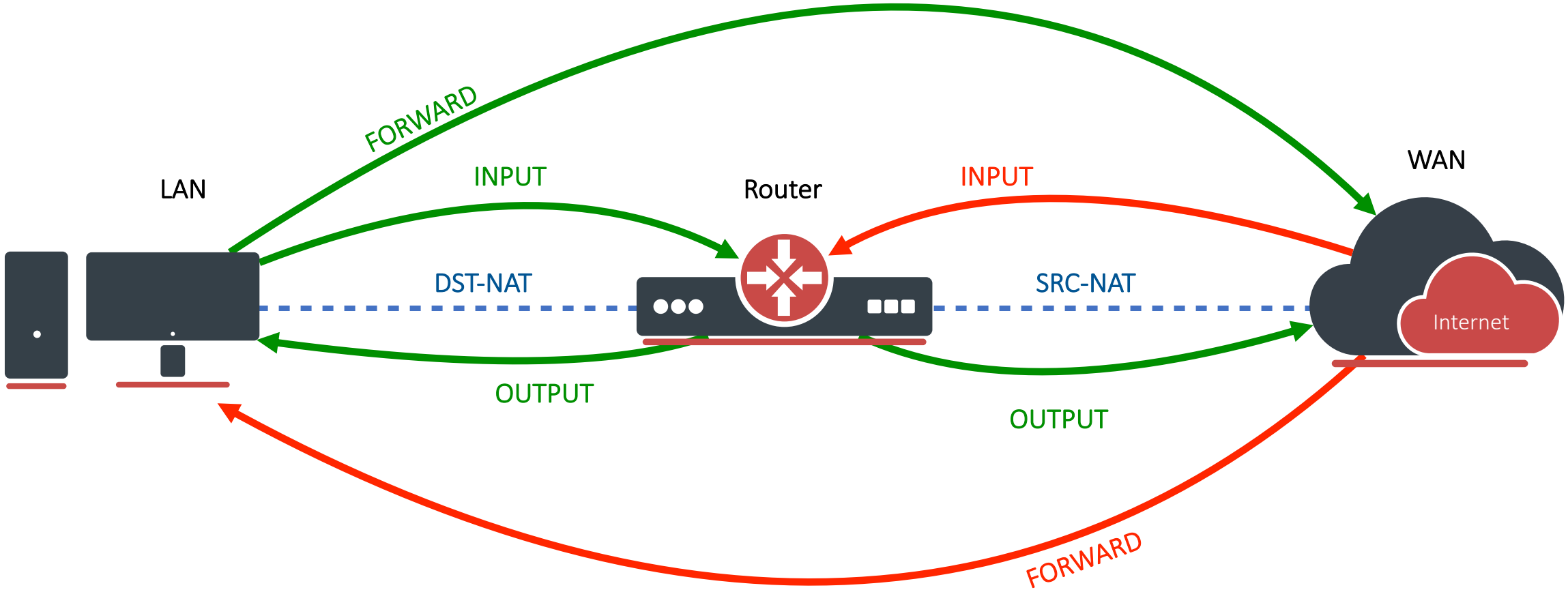
Ruch z sieci A do Internetu filtrujemy na łańcuchu **FORWARD**

Ruch z Internetu do naszego router'a, na port SSH, filtrujemy na łańcuchu **INPUT**



FIREWALL

Ogólne zasady



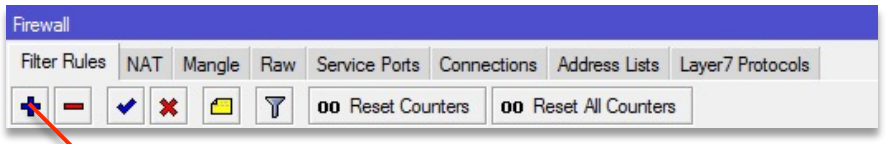
Dozwolony ruch (warunkowo bezpieczny)

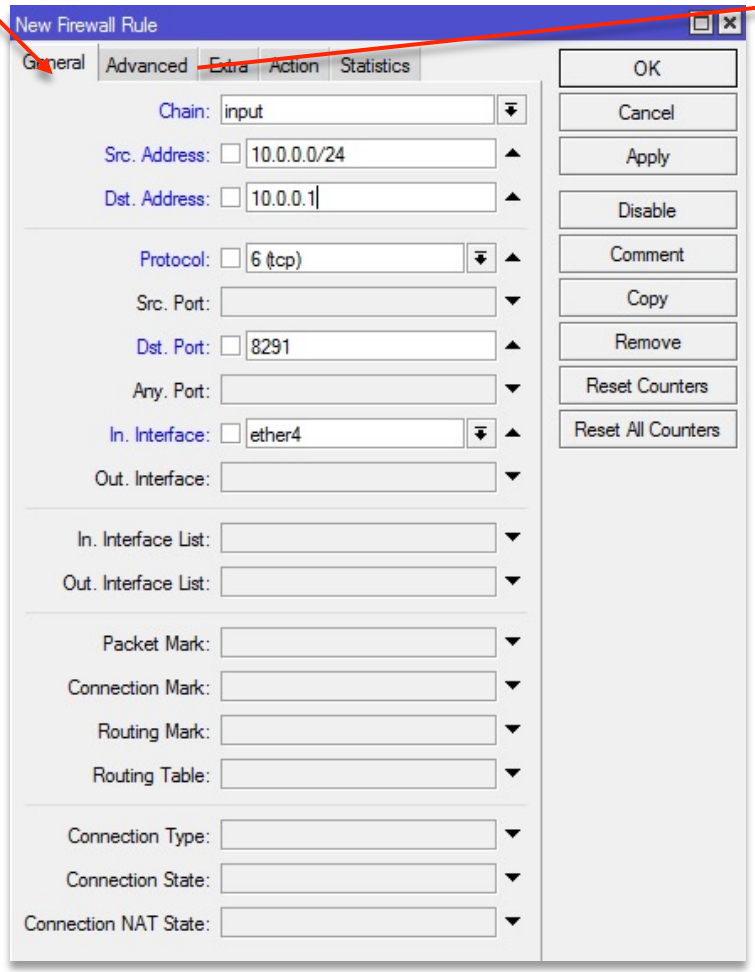
Ruch zabroniony (warunkowo niebezpieczny)

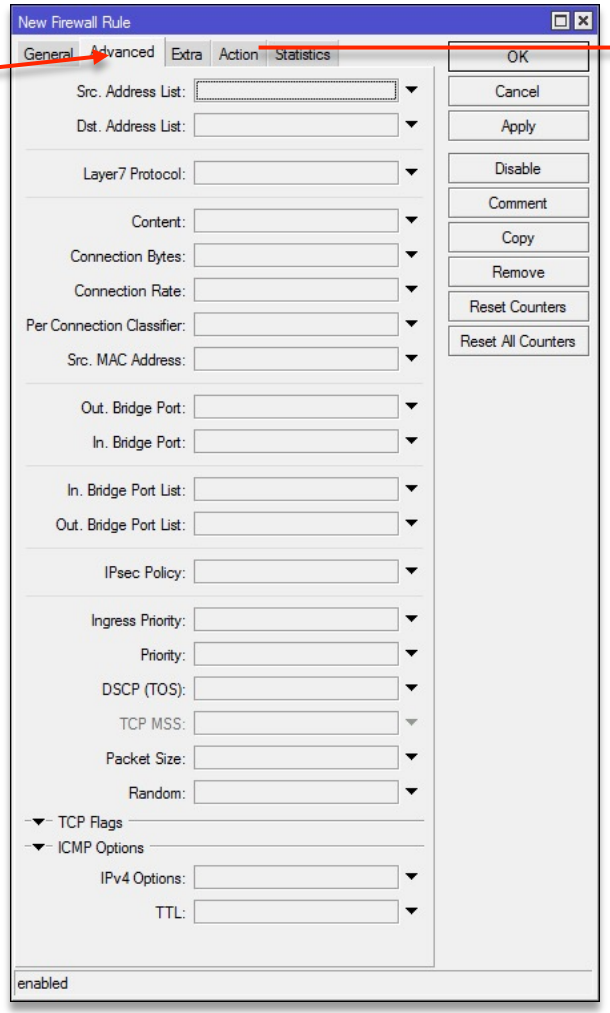
** Dany schemat jest przykładowym*

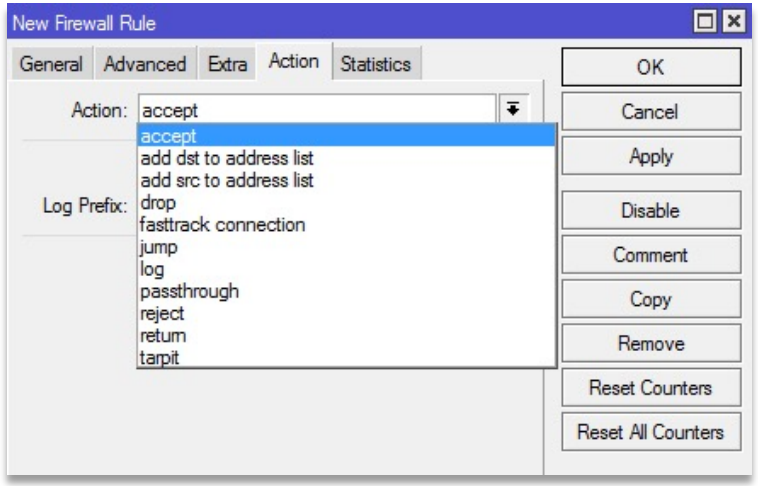
FIREWALL

Reguły filter / dodanie reguły









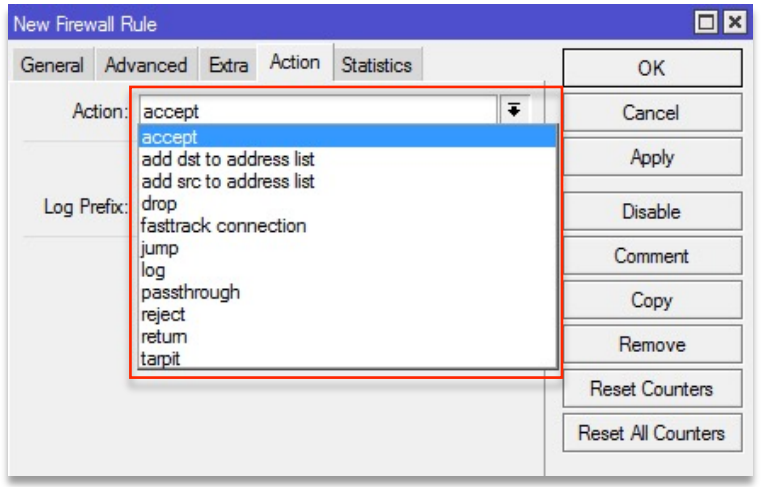
W zakładkach **General**, **Advanced**, **Extra** definiujemy jaki ruch pasuje do naszej reguły. Aby pakiet pasował do danej reguły muszą być spełnione wszystkie warunki. W powyższym przykładzie dla połączeń z sieci **10.0.0.0/24** do naszego routera na adres **10.0.0.1**, przychodzących na interfejs **ether4**, na port **8291/TCP** zdefiniowaliśmy akcję **accept**

W zakładce **Action** konfigurujemy co z danym pakietem należy zrobić.

FIREWALL

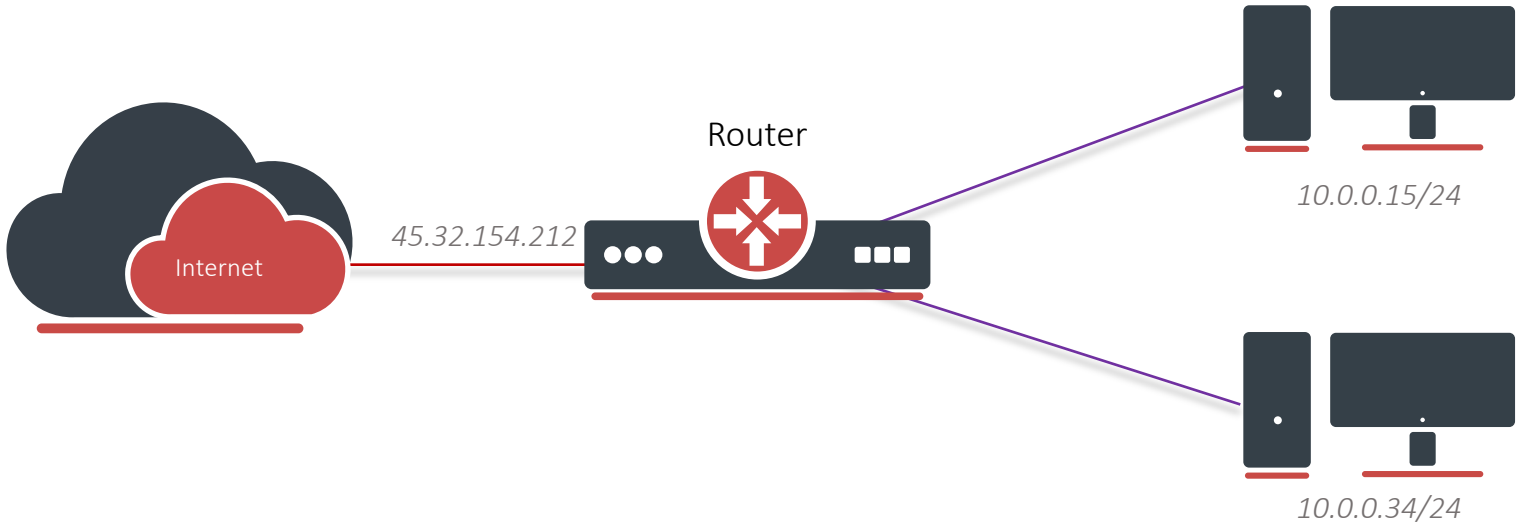
Reguły filter / Akcji

- **accept** – akceptuj pakiet
- **add dst to address list** – dodaj adres docelowy do address list
- **add src to address list** – dodaj adres źródłowy do address list
- **drop** – zablokuj pakiet, nie informuj strony która go wysłała
- **jump** – przejdź do innego zdefiniowanego przez użytkownika łańcucha
- **log** – loguje informacje o pakiecie (in-interface, out-interface, src-mac, protocol, src-ip:port, dst-ip:port, długość pakietu), nie kończy przetwarzania dalszych reguł
- **passthrough** – wykorzystywane do zebrania statystyk, nie kończy przetwarzania innych reguł
- **reject** – zablokuj pakiet, wyślij komunikat ICMP z przyczyną odrzucenia
- **return** – w przypadku gdy przetwarzamy reguły znajdujące się w przez nas utworzonym łańcuchu, opcja nakazuje powrót do łańcucha źródłowego
- **tarpit** – pośredniczy w TCP procedurze 3-way handshake dzięki czemu spowalnia ataki na serwery usług TCP (odpowiada na pakiet SYN pakietem SYN/ACK i dopiero po zakończeniu procedury 3-way przekaże połączenie dalej)



FIREWALL

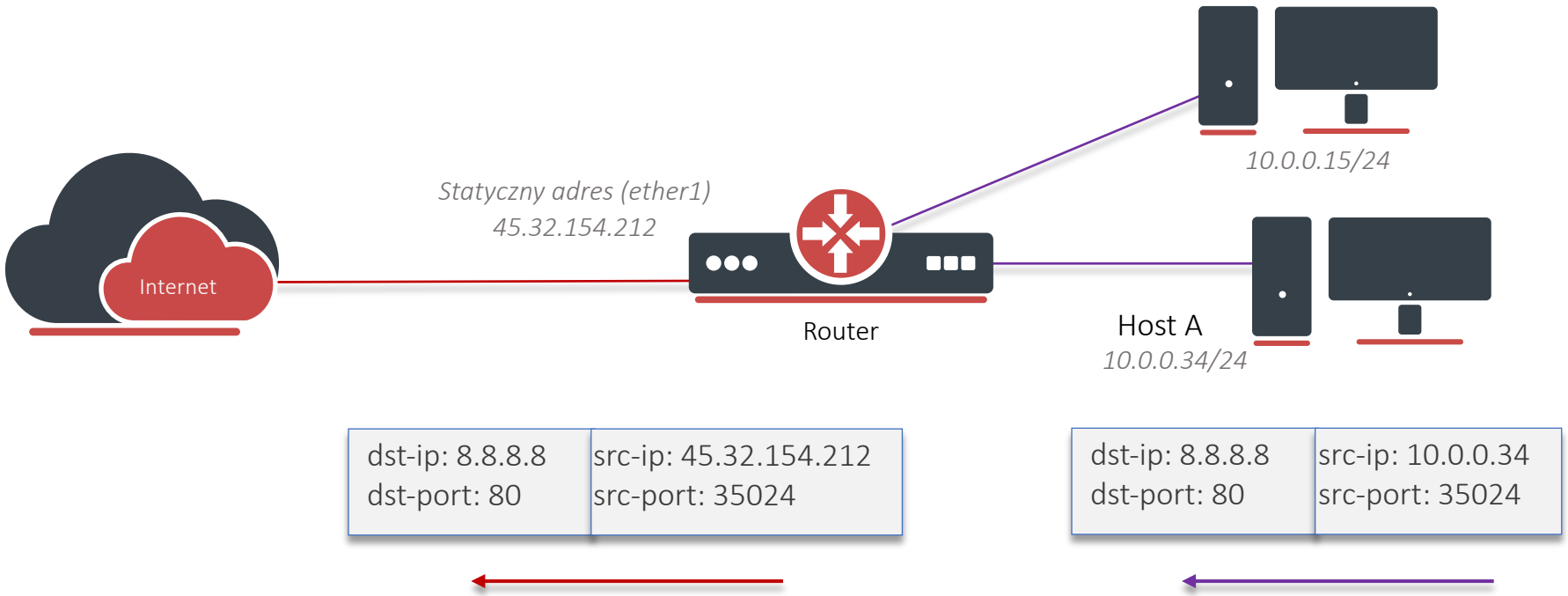
NAT - Network Address Translation



Nasz router posiada jeden adres zewnętrzny, w sieci lokalnej mamy kilka komputerów. Aby wszystkie urządzenia mogły komunikować się ze światem muszą zaprezentować się na zewnątrz naszej sieci zewnętrznym adresem IP. W tym celu stosuje się technologię NAT. Router będzie odpowiedzialny za podmianę adresów źródłowych naszych komputerów (10.0.0.34, 10.0.0.15, …) na adres 45.32.154.212 za każdym razem gdy komputer będzie łączył się do zasobów sieci Internet. Tablica NAT posiada dwa łańcuchy **srcnat** i **dstnat**.

FIREWALL

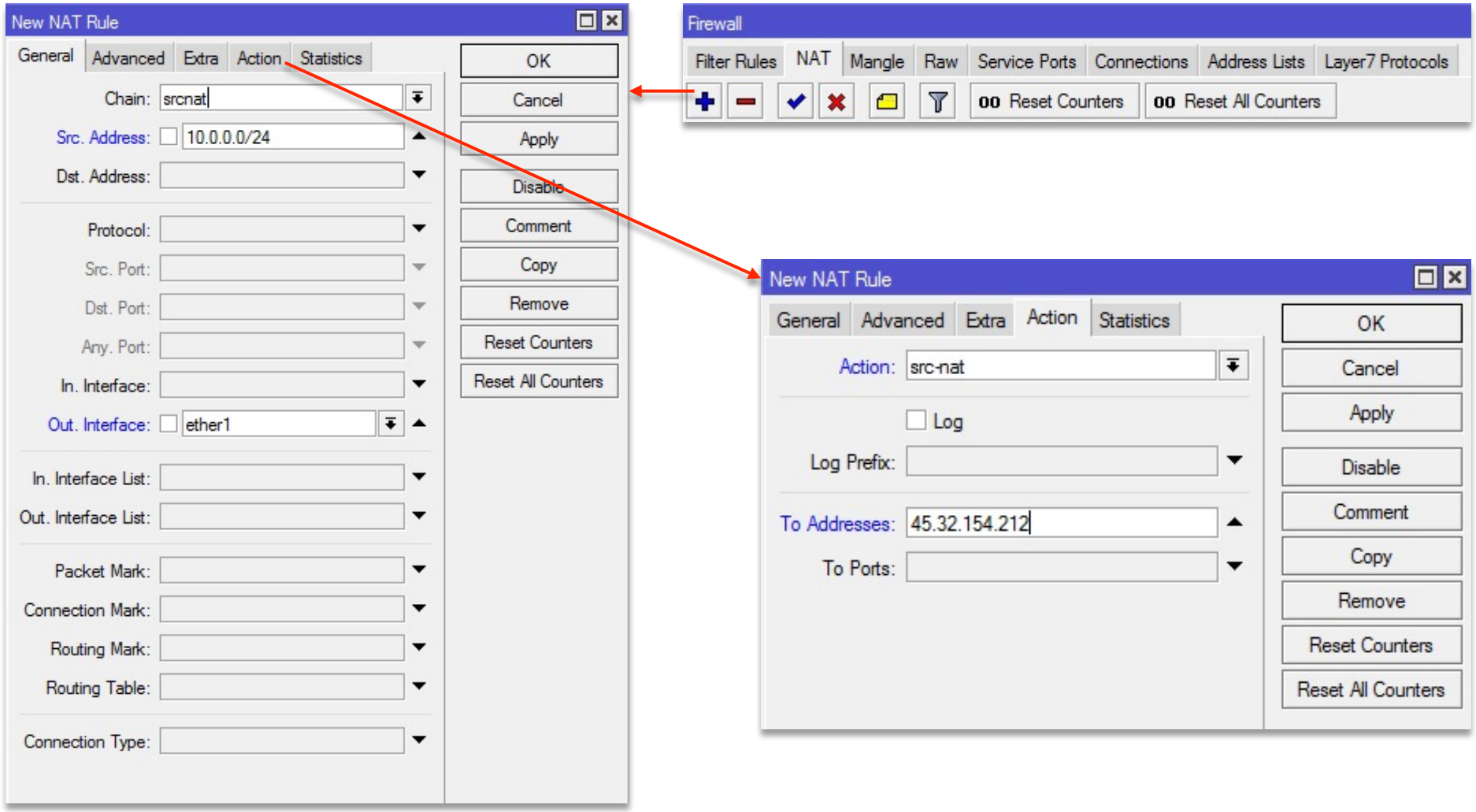
NAT / srcnat



Host A chciał nawiązać połączenie z adresem 8.8.8.8 na port 80-http, pakiet trafił do routera i router, aby móc przesłać go dalej, podmienił adres źródłowy pakietu. Jednocześnie umieszcza informację o tej podmianie w tablicy Connection Tracking. Jeżeli przyjdzie odpowiedź z serwera 8.8.8.8 router na podstawie wpisu w Connection Tracking podmieni adres docelowy i skieruje pakiet do Host A.

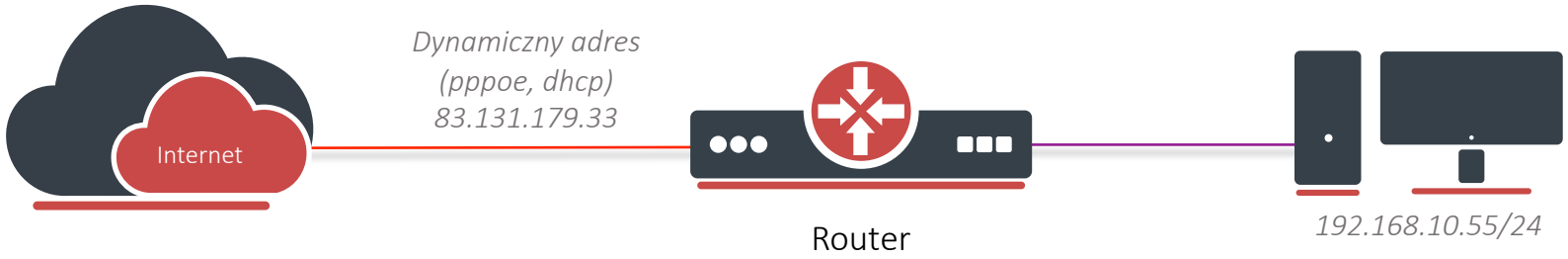
FIREWALL

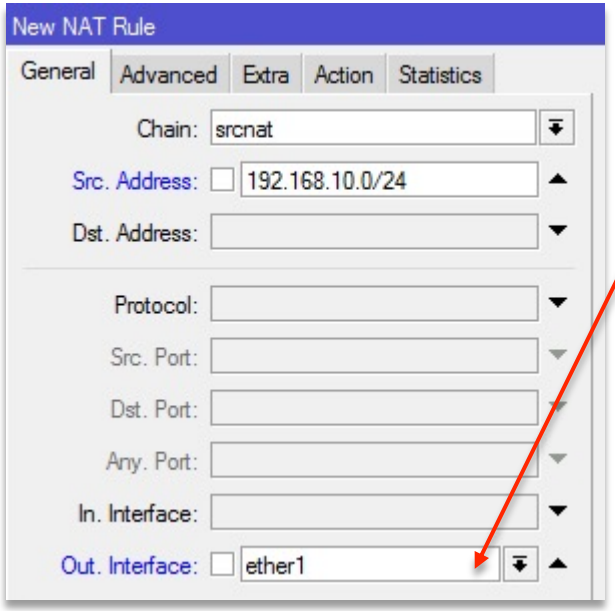
NAT / srcnat



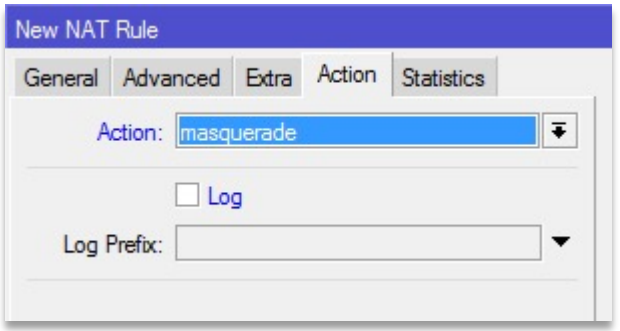
FIREWALL

NAT / masquerade



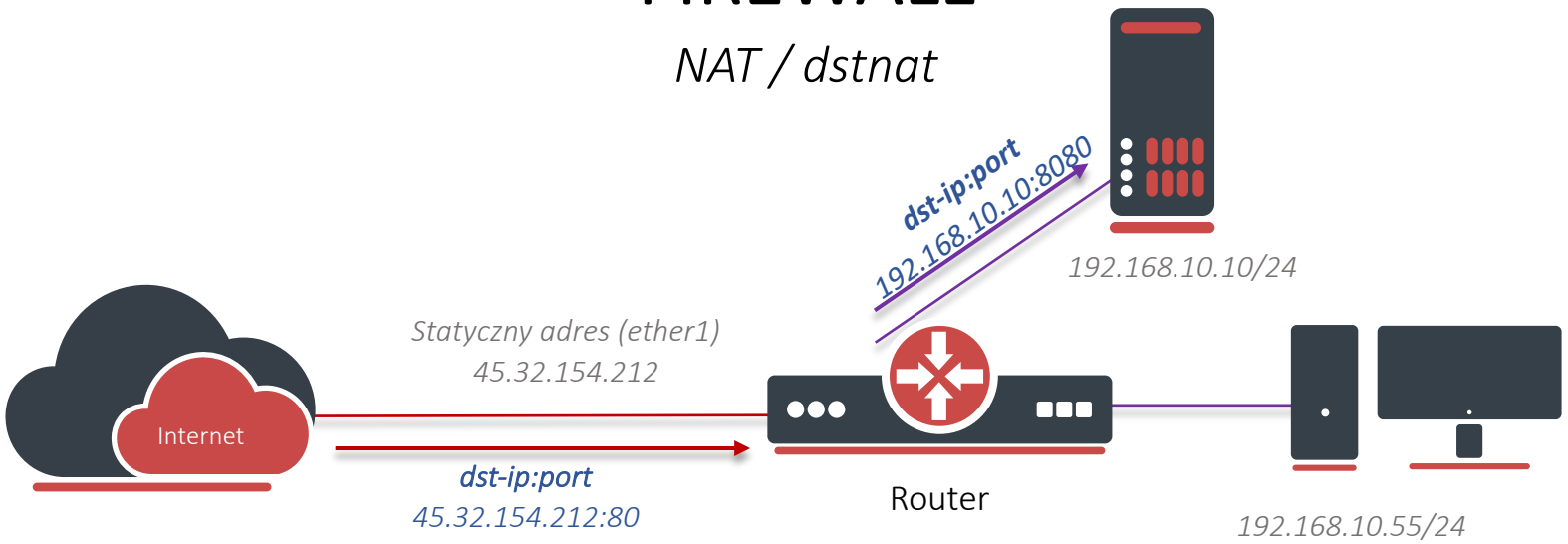


Akcja **masquerade** działa podobnie do src-nat, z tą różnicą, iż w przypadku **masquerade** zewnętrzny adres IP jest określany przez router na podstawie interfejsu (**out-interface**) na jakim działa ta reguła.

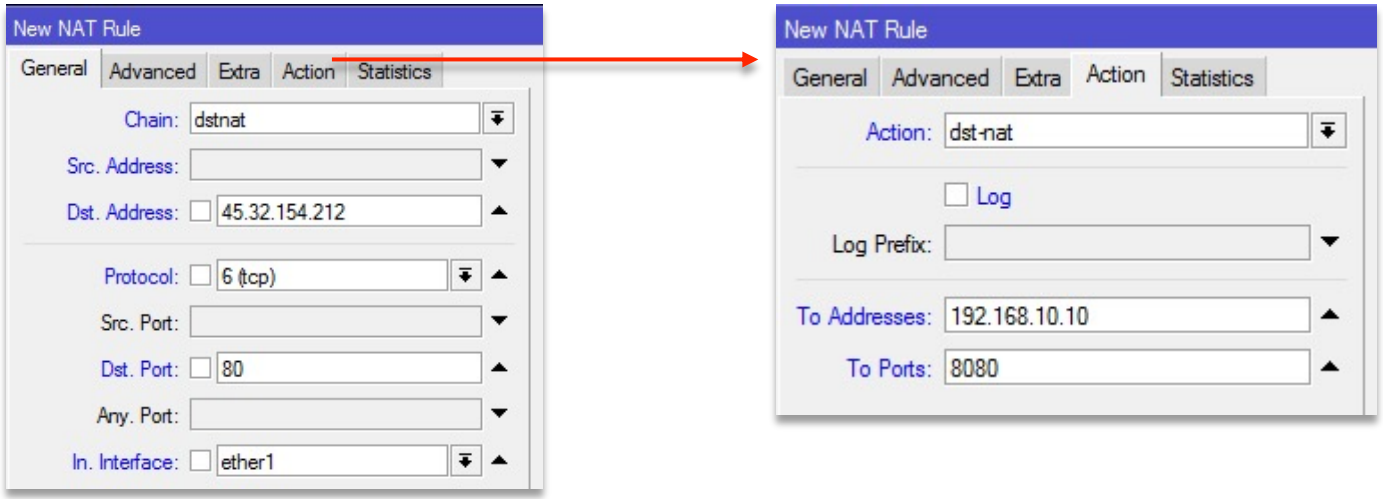


FIREWALL

NAT / dstnat



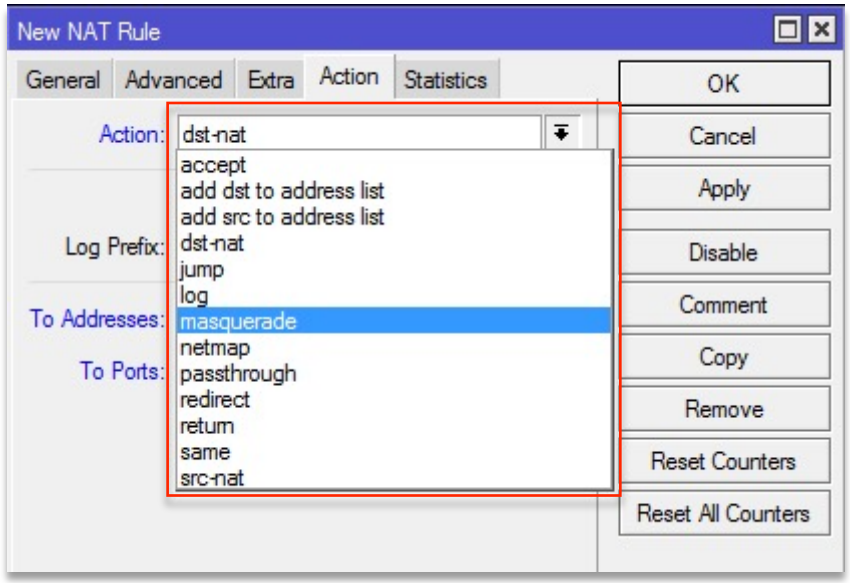
W sieci lokalnej posiadamy serwer www, chcemy aby był on dostępny z zewnątrz.
W tym celu musimy stworzyć regułę na łańcuchu *dstnat*



FIREWALL

NAT / Akcji

- **accept** – akceptuj pakiet, nie stosuj mechanizmu NAT
- **add dst to address list** – dodaj adres docelowy do address list
- **add src to address list** – dodaj adres źródłowy do address list
- **drop** – zablokuj pakiet, nie informuj strony która go wysłała
- **jump** – przejdź do innego zdefiniowanego przez użytkownika łańcucha
- **log** – loguje informacje o pakiecie (in-interface, out-interface, src-mac, protocol, src-ip:port, dst-ip:port, długość pakietu), nie kończy przetwarzania dalszych reguł
- **passthrough** – wykorzystywane do zebrania statystyk, nie kończy przetwarzania innych reguł
- **redirect** – przekieruj połączenie do **router'a** (chain: dstnat), przydatne gdy wdrażamy na MikroTik'u transparentny web-proxy lub cache DNS
- **return** – w przypadku gdy przetwarzamy reguły znajdujące się w przez nas utworzonym łańcuchu, opcja nakazuje powrót do łańcucha źródłowego
- **same** – w przypadku, gdy mamy wiele zewnętrznych adresów IP i chcemy aby użytkownik lokalny zawsze wychodził tym samym adresem
- **netmap** – nat 1:1, przydatne gdy mamy tyle samo adresów w sieci lokalnej co zewnętrznych, wpis trzeba uruchomić zarówno na łańcuchu srcnat jak i dstnat
- **src-nat** – podmienia adres źródłowy pakietu z sieci lan na zewnętrzny adres routera, podobnie jak **masquerade**, z tą różnicą że musimy podać zewnętrzny IP adres
- **dst-nat** – pozwala na przekierowanie portów do hostów znajdujących się w sieci wewnętrznej
- **masquerade** – podmienia adres źródłowy pakietu z sieci lan na zewnętrzny adres routera, najbardziej powszechny typ NAT



FIREWALL

FastTrack

Ze względu na złożoną architekturę firewall'a (dużo tablic oraz łańcuchów) w środowiskach zorientowanych na dużą wydajność można skorzystać z okrojonej wersji firewall'a, zwanej FastTrack.
Odbywa się to z kosztem mniejszej funkcjonalności:

- wspiera jedynie TCP, UDP
- jest wsparcie dla srcnat, dstnat
- nie działają kolejki SIMPLE QUEUE oraz QUEUE TREE
- nie działa IPSEC
- nie działa Hotspot

Aby uruchomić mechanizm dla ruchu z naszej sieci LAN wystarczy dodać dwie reguły:

```
/ip firewall filter add chain=forward action=fasttrack-connection connection-state=established,related
/ip firewall filter add chain=forward action=accept connection-state=established,related
```

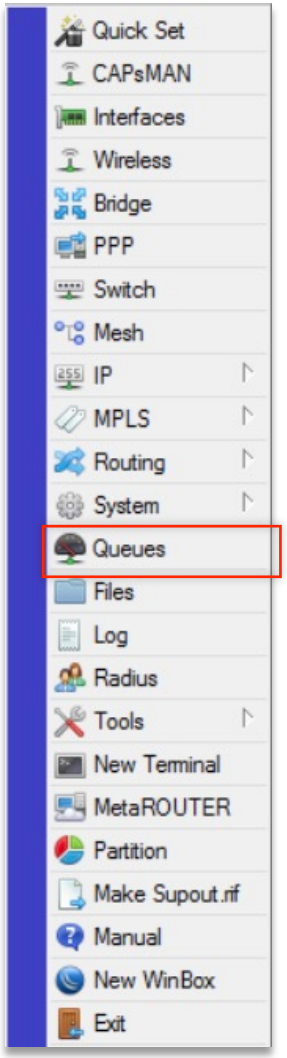
Mechanizm FastTrack działa jedynie na wybranych architekturach:

- RB6XX porty: ether1,2
- RB7XX porty: wszystkie
- RB800 porty: ether1,2
- RB9XX porty: wszystkie
- RB1000 porty: wszystkie
- RB1100 porty: ether1-11
- RB2011 porty: wszystkie
- RB3011 porty: wszystkie
- CRS porty: wszystkie
- CCR porty: wszystkie
- Dla pozostałych architektur wsparcie jest jedynie dla interfejsów wireless

QoS

QoS

Quality of Service



Zastosowanie:

- Ograniczenie zużycia pasma
- Priorytetyzacja ważnego ruchu
- Może być zastosowana dla:
  - konkretnych hostów
  - konkretnych usług (http, VoIP)
  - konkretnych sieci
  - rozmiaru pakietów

W jaki sposób określić i oznaczyć ruch, który powinien mieć pierwszeństwo w naszej sieci?

- na poziomie samego routera możemy skorzystać z mechanizmu **Queues** i oznaczyć ruch za pomocą reguł **mangle** (oznaczone w ten sposób pakiety będą mogły być wykorzystane jedynie w ramach danego routera, znacznik **mangle** nie przechodzi pomiędzy urządzeniami !!!)

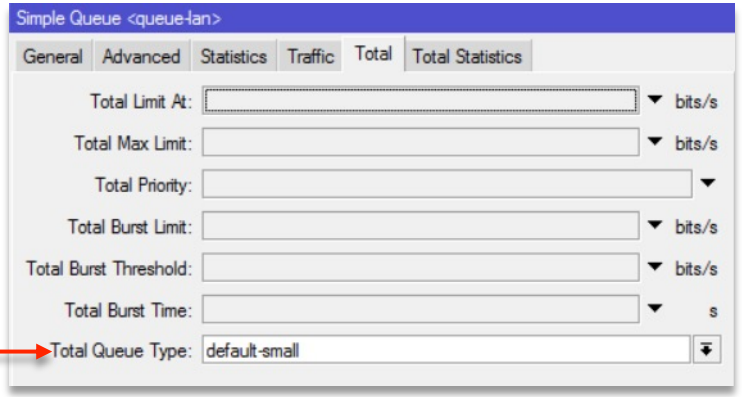
- w przypadku gdy w naszej sieci używamy również sprzętu innych dostawców możemy oprzeć się na polu **TOS** (nagłówek IP). Uwaga aby w naszej sieci operować na atrybucie **TOS** musimy mieć zaufanie do wszystkich urządzeń jakie w niej pracują.

QoS

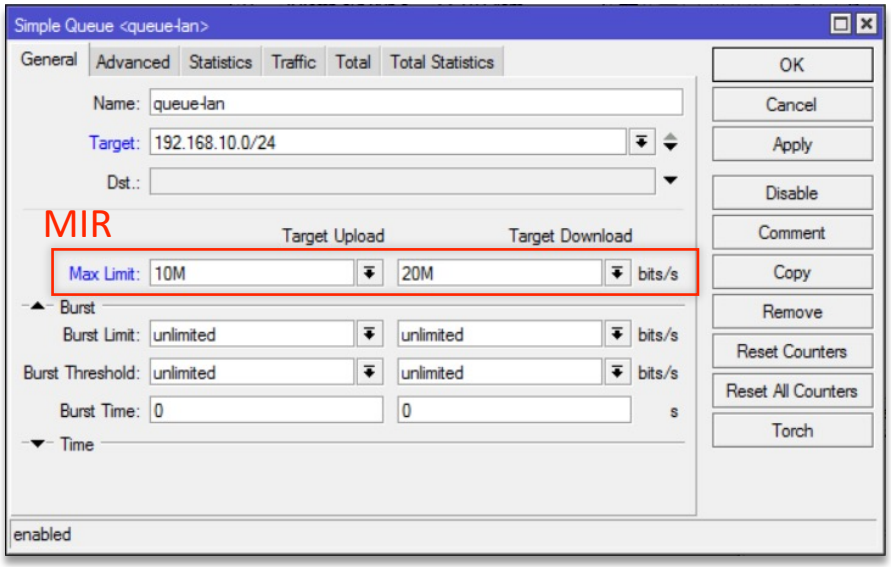
Quality of Service

Teoretyczne pojęcia:

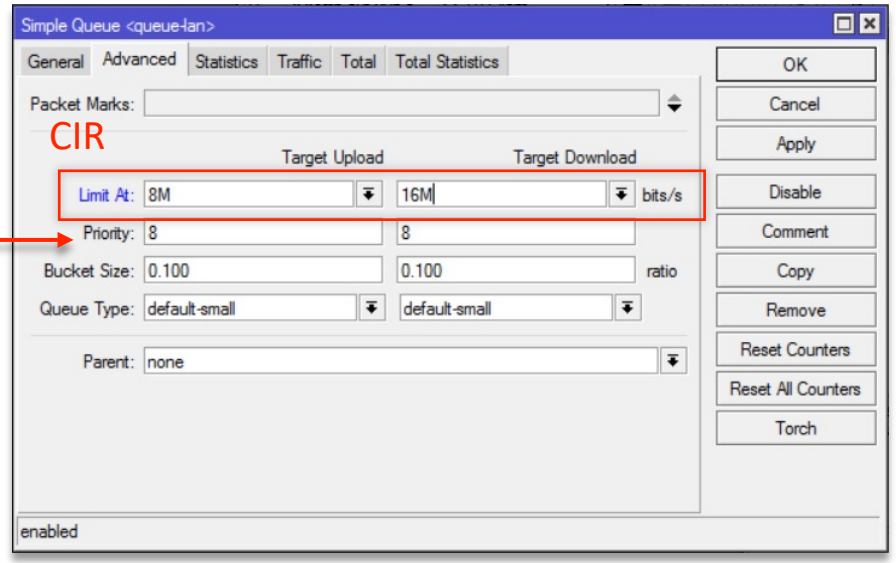
- **CIR (Committed Information Rate)** – w systemie RouterOS oznaczone jako **Limit At**, minimalne zagwarantowane pasmo jakie otrzyma dany użytkownik lub usługa
- **MIR (Maximum Information Rate)** – w systemie RouterOS oznaczone jako **Max Limit**, jeżeli użytkownik lub usługa wykorzystał swój CIR ale mamy zapas, jego transfer zostaje zwiększony do podanej tu wartości



Total = download + upload



W przypadku, gdy mamy równorzędne kolejki, parametr **Priority** będzie bramy pod uwagę przy podjęciu decyzji, która kolejka może wykorzystać MIR. **Priority** nie ma wpływu na CIR.



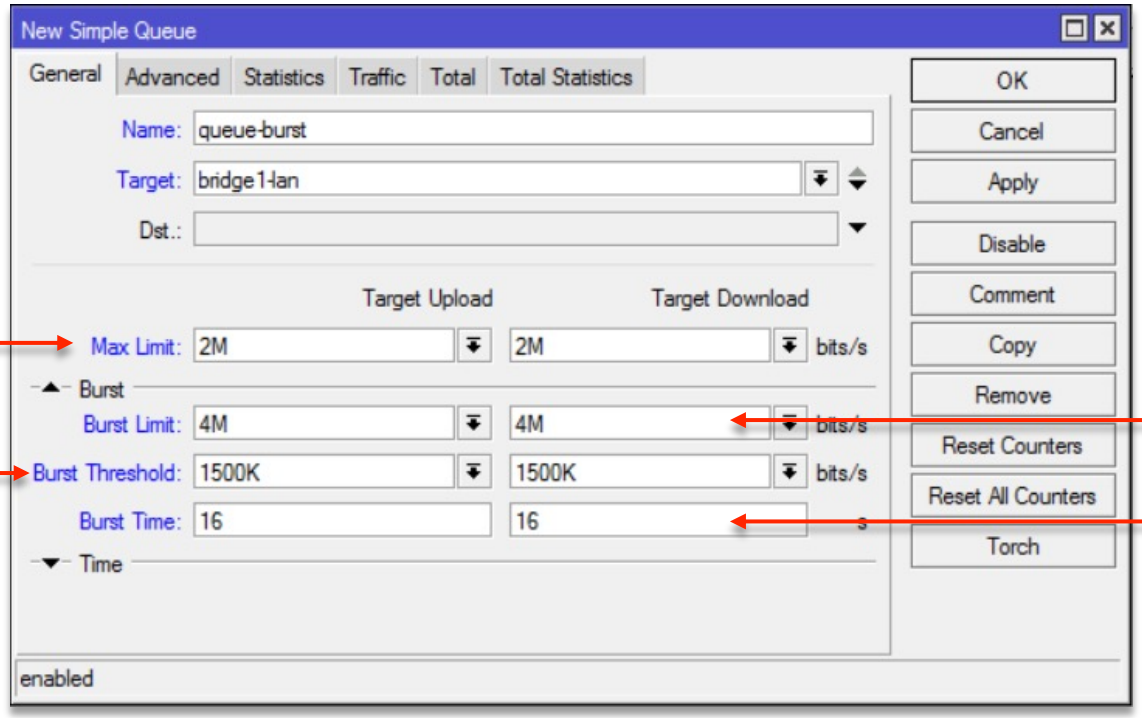
QoS

Burst

Opcja **Burst** pozwala, na pewien okres czasu, zwiększyć transfer powyżej limitu MIR (max-limit), przydatne gdy chcemy pozwolić użytkownikom na komfortowe korzystanie np. z serwisów www, gdzie po załadowaniu się strony użytkownik nie pobiera dużych ilości danych, możemy więc «nagrodzić go» za to, iż nie obciąża łącza, w postaci «gratisowej przepustowości» na krótki czas

Max-limit – Maksymalna prędkość, gdy nie działa Burst

Burst-treshhold – wartość decydująca o przyznaniu lub odebraniu dodatkowej przepustowości



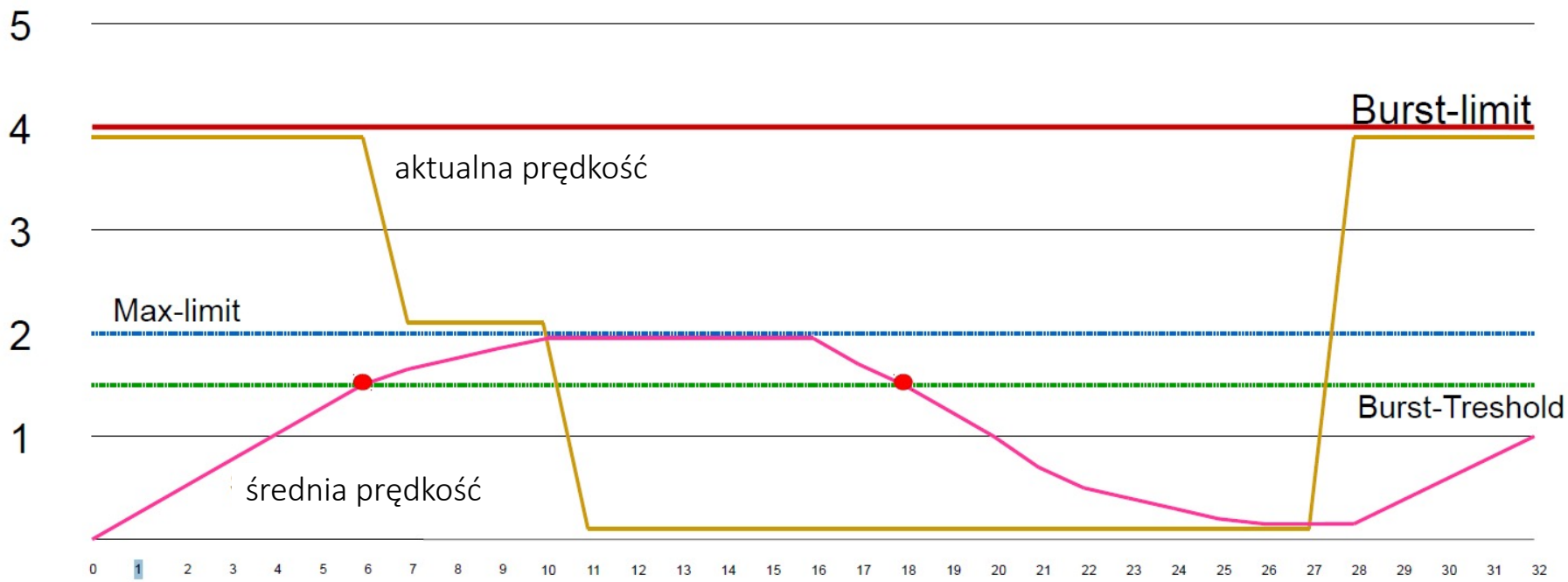
Burst-limit maksymalna wartość transferu w momencie gdy **Burst** jest przyznany

Burst-time – okres czasu (w sekundach) z jakiego obliczana jest średnia wartość transferu

QoS

Burst

burst-time=16, max-limit=2M, burst-treshold=1500K, burst-limit=4M



- **Burst-limit** maksymalna wartość transferu w momencie gdy burst jest dozwolony
- **Burst-time** – okres czasu (w sekundach) z jakiego obliczana jest średnia wartość transferu
- **Average-rate** – średnia wartość obliczana dla **Burst-time**
- **Actual-rate** – aktualna wartość transferu
- **Burst-treshhold** – wartość poniżej, której użytkownik pracuje na swoją nagrodę

QoS

Burst / Obliczenia

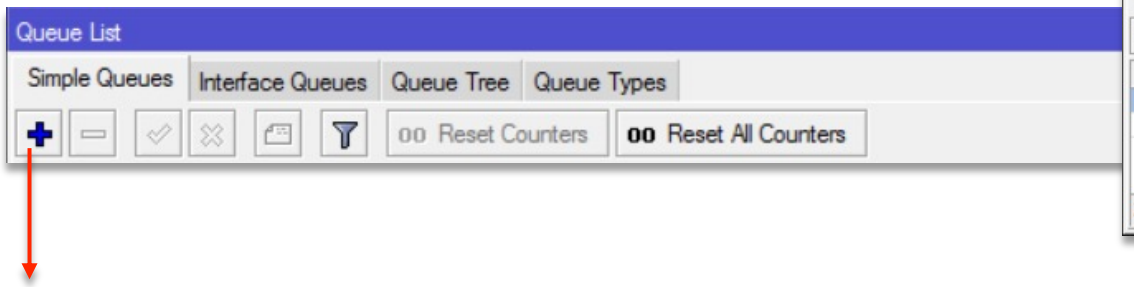
Średnia z ostatnich 16 sekund (Burst-time=16)

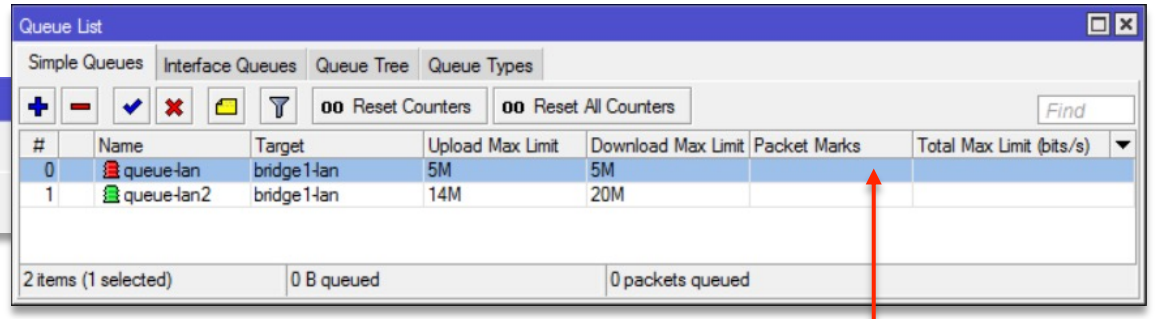
```
Sekunda 0 (0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0)/16=0Kbps     average-rate < burst-threshold  # Burst is allowed  4Mbps
Sekunda 1 (0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+4)/16=250Kbps   average-rate < burst-threshold  # Burst is allowed  4Mbps
Sekunda 2 (0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+4+4)/16=500Kbps   average-rate < burst-threshold  # Burst is allowed  4Mbps
Sekunda 3 (0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+4+4+4)/16=750Kbps   average-rate < burst-threshold  # Burst is allowed  4Mbps
Sekunda 4 (0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+4+4+4+4)/16=1000Kbps  average-rate < burst-threshold  # Burst is allowed  4Mbps
Sekunda 5 (0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+4+4+4+4+4)/16=1250Kbps  average-rate < burst-threshold  # Burst is allowed  4Mbps
Sekunda 6 (0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+4+4+4+4+4+4)/16=1500Kbps  average-rate > burst-threshold  # Burst not allowed 2Mbps
```

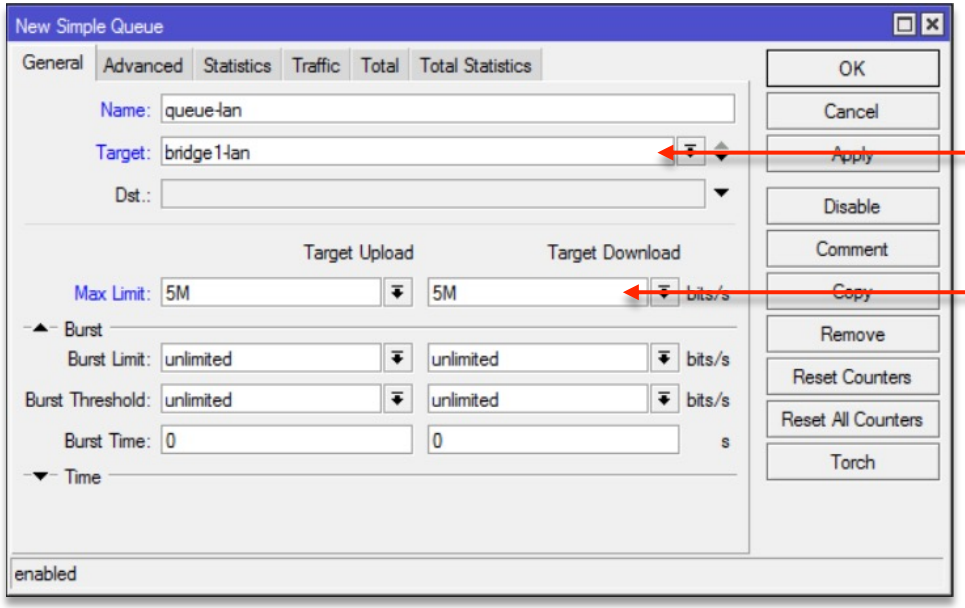
Aktualnie dozwolona prędkość

QoS

Simple Queue







Możemy określić:

- interfejs
- adres IP hosta 192.168.10.56
- adres sieci 192.168.10.0/24

Max-limit – maksymalna prędkość upload/download dla użytkowników podłączonych do interface bridge1-lan wyniesie 5M/5M

Simple Queue przetwarzane są sekwencyjnie. Widzimy, iż mamy dwie kolejki dla tego samego interfejsu. Tylko pierwsza zadziała

QoS

PCQ / Przykład

Per Connection Queue (PCQ) rodzaj kolejki wykorzystywany do sprawiedliwego wykorzystania pasma, w przypadku, gdy mamy zmieniającą się liczbę użytkowników. PCQ stworzy strumienie na podstawie klasyfikatora (dst-address, src-address, dst-port, src-port)

SRC: 192.168.10.10-> DST: 8.8.8.8

SRC: 192.168.10.14 -> DST: 213.161.100.9

SRC: 192.168.10.10 -> DST: 15.176.23.11

SRC: 192.168.10.21-> DST: 8.8.8.8

SRC: 192.168.10.10 -> DST: 45.32.154.212

SRC: 192.168.10.21 -> DST: 45.32.154.212

Ruch IP

src-address

SRC	192.168.10.10	192.168.10.14	192.168.10.21
DST	*8.8.8.8* *15.176.23.11* *45.32.154.212*	*213.161.100.9*	*8.8.8.8* *45.32.154.212*

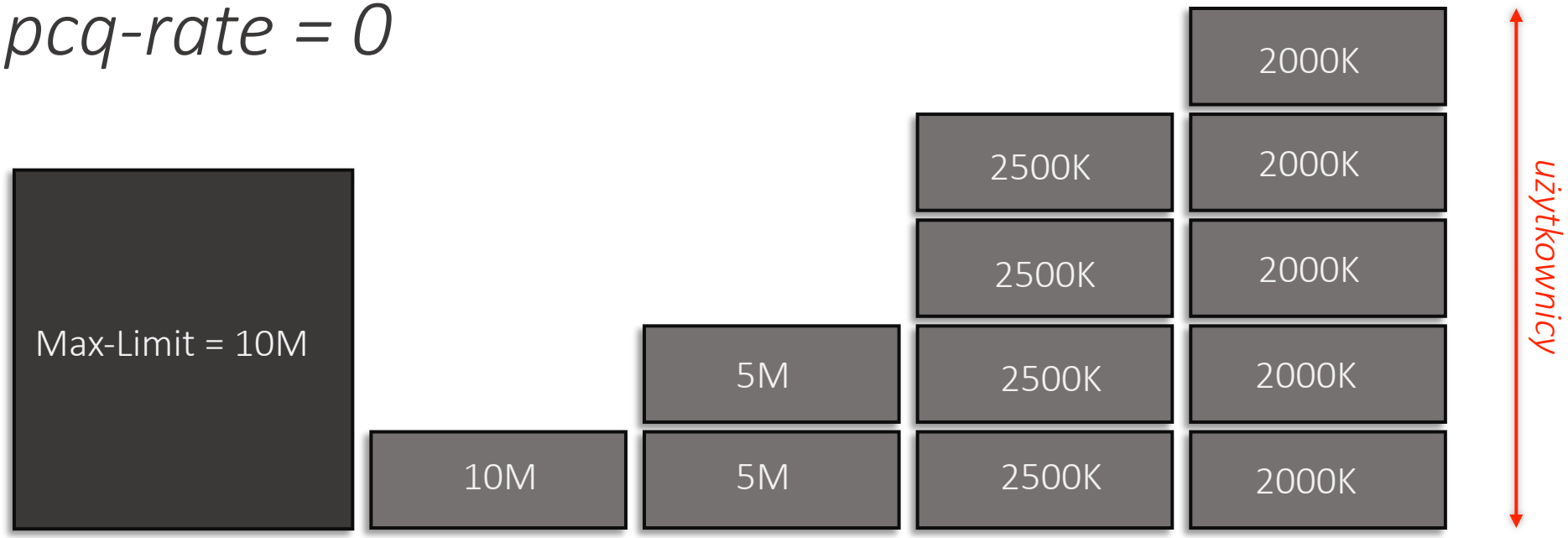
PCQ podzieli ruch na 3 strumienie

Powyżej mechanizm **pcq** dla klasyfikatora src-address
Każdy ze strumieni otrzyma takie samo pasmo do wykorzystania

QoS

pcq-rate

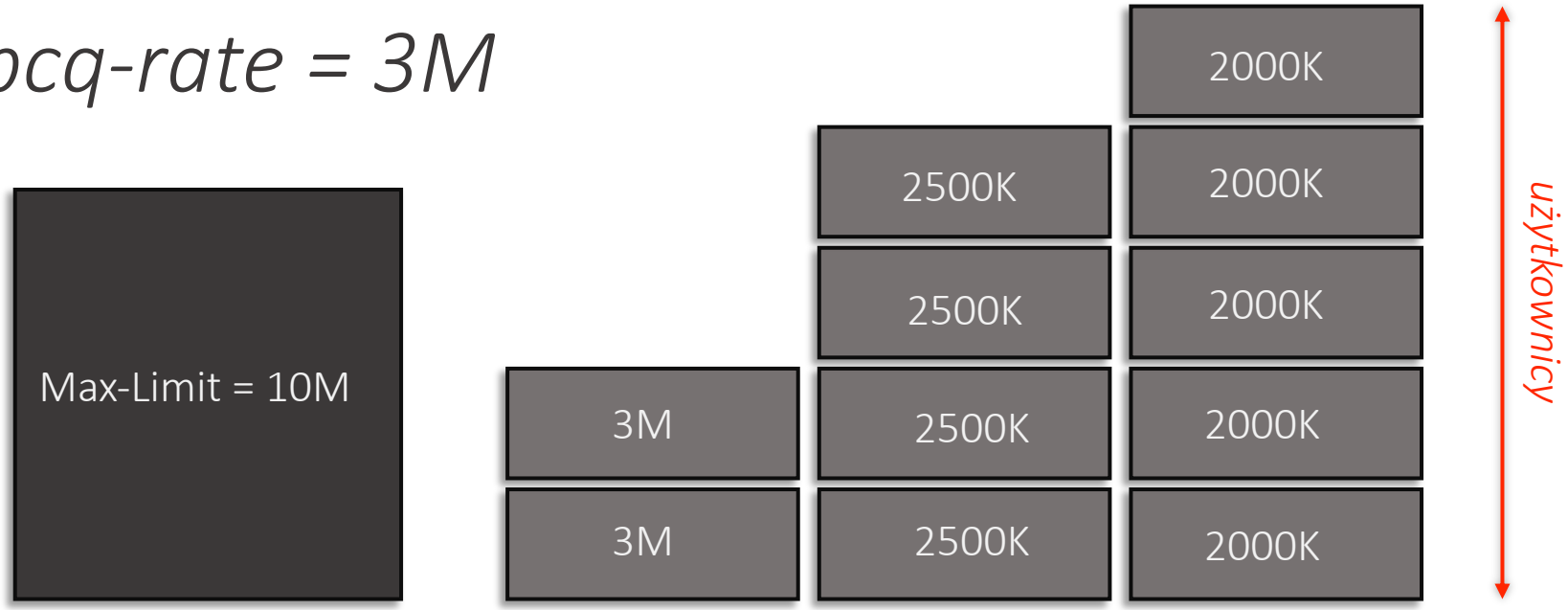
pcq-rate = 0



QoS

pcq-rate

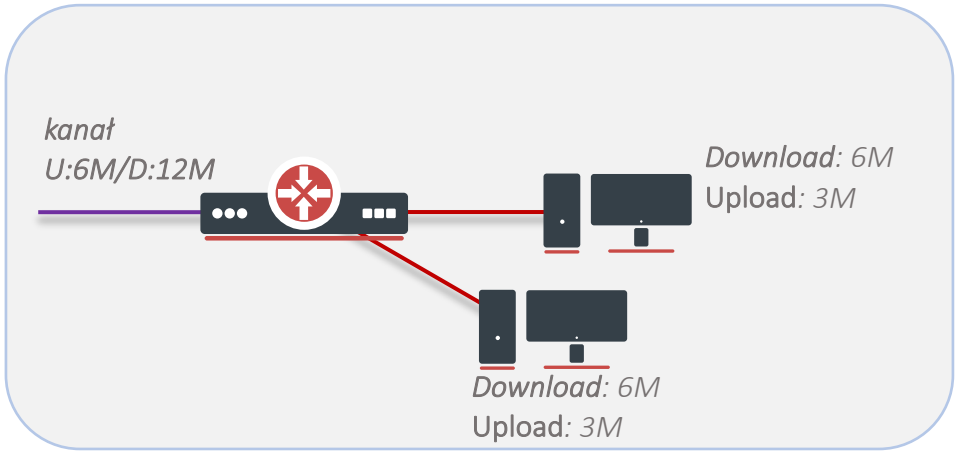
pcq-rate = 3M

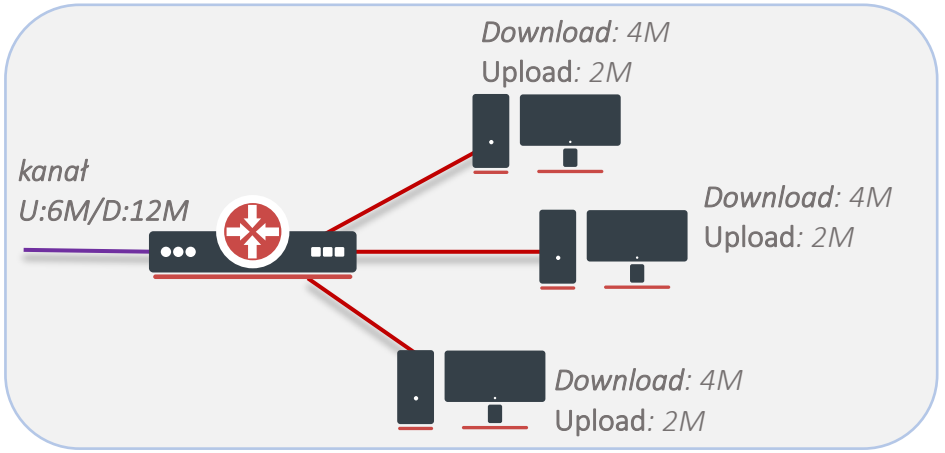


QoS

PCQ / Przykład

W biurze dysponujemy łączem upload 6M, download 12M chcemy aby każdy z użytkowników dostał taką samą przepustowość. Problem polega na tym, że nasi użytkownicy czasami pracują z domu, a czasami z biura. Nie jesteśmy w stanie zdefiniować ilu użytkowników w danym dniu będzie w biurze. Kolejkowanie powinno automatycznie dostosować się do liczby użytkowników i w zależności od ich liczby przydzielić im pasmo na łączu.






```
/queue type add name="PCQ_download„ kind=pcq pcq-rate=0 pcq-classifier=dstaddress
/queue type add name="PCQ_upload" kind=pcq pcq-rate=0 pcq-classifier=src-address
/queue simple add target-addresses=192.168.0.0/24 queue=PCQ_upload/PCQ_download max-limit=6M/12M
```

PPP / VPN / TUNELE

Tunele

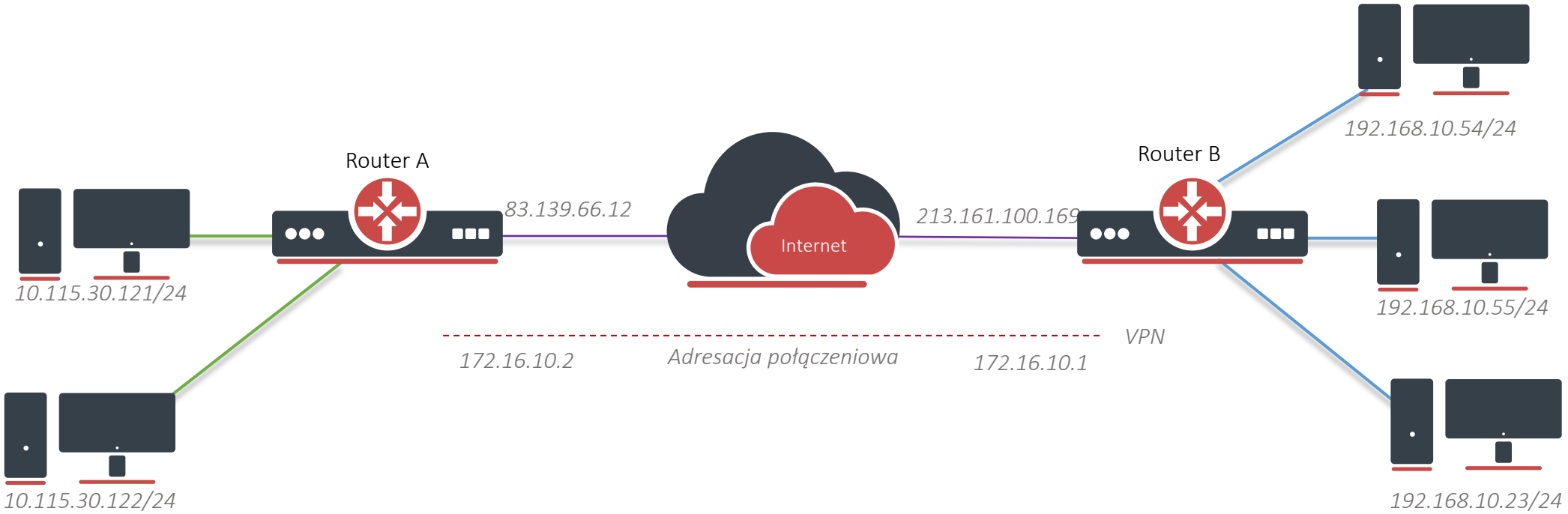
- Pozwala na szyfrowanie komunikacji
- Możliwość połączenia się z zewnątrz do sieci korporacyjnej
- Można wyeliminować problemy z NAT'em (usługi, które słabo przechodzą przez NAT np. VoIP)
- Ułatwia zarządzanie polityką bezpieczeństwa
- Adresacja Punkt-Punkt, wygodny sposób przydzielania klientom adresów IP (np. PPPoE)

Cechy dobrych tuneli:

- Wspiera silne algorytmy kryptograficzne
- Łatwy do implementacji, konfiguracji
- Dostępny dla różnych systemów operacyjnych bez konieczności instalowania dodatkowego oprogramowania
- Sprzętowe wsparcie po stronie routera, koncentratora

Tunele

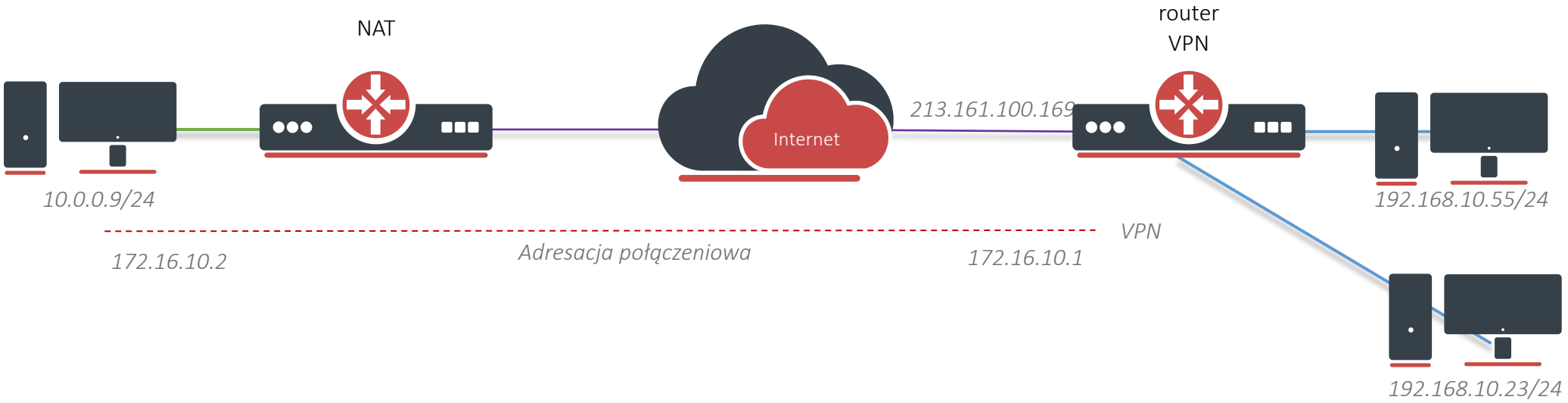
Site to site



Dwa oddziały firmy połączone tunelem typu VPN
Komunikacja pomiędzy sieciami **10.115.30.0/24** a **192.168.10.0/24** odbywa się poprzez kanał VPN.
Oba oddziały posiadają zewnętrzne adresy IP.

Tunele

Dostęp zdalny / Road-Warrior

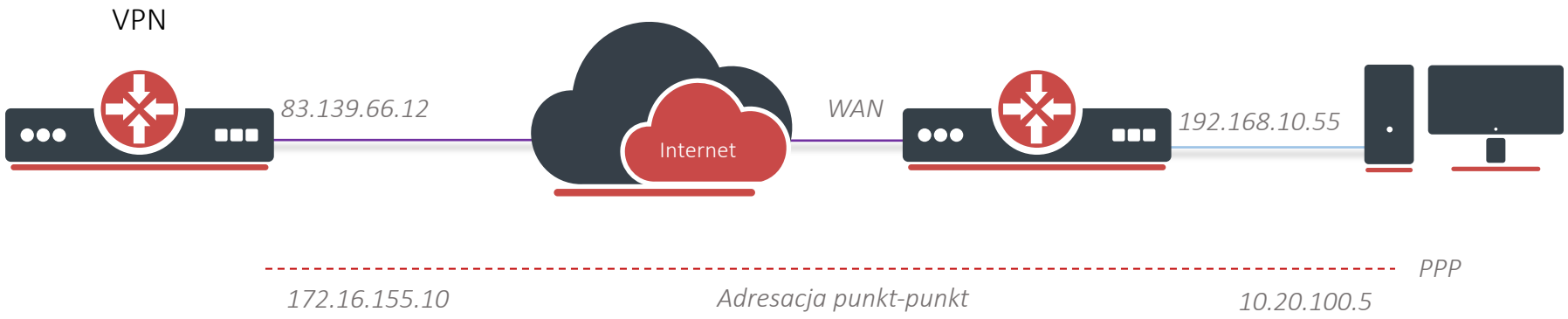


Użytkownik mobilny łączy się z odziałem firmy z dowolnego miejsca (kawiarnia, dom, hotel), może znajdować się za NAT'em. Po poprawnym zalogowaniu się (login, hasło), Router VPN przydzieli mu specjalny adres połączeniowy (**172.16.10.2**). Użytkownik za pomocą tej adresacji będzie miał dostęp do sieci **192.168.10.0/24**. Dodatkowo użytkownik może mieć ustawioną opcję **Add Default Route**, dzięki czemu cały jego ruch będzie teraz obsługiwany za pomocą połączenia VPN

Tunele

Adresacja punkt-punkt

- Specjalny typ adresacji wspierany przez protokoły z grupy PPP
- Adresacja nie wymaga istnienia adresu sieci i adresu rozgłoszeniowego
- Zakończenia tunelu mają adresy z maską /32



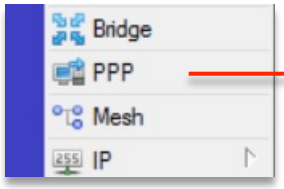
Tunele

Konfiguracja użytkowników (ppp)

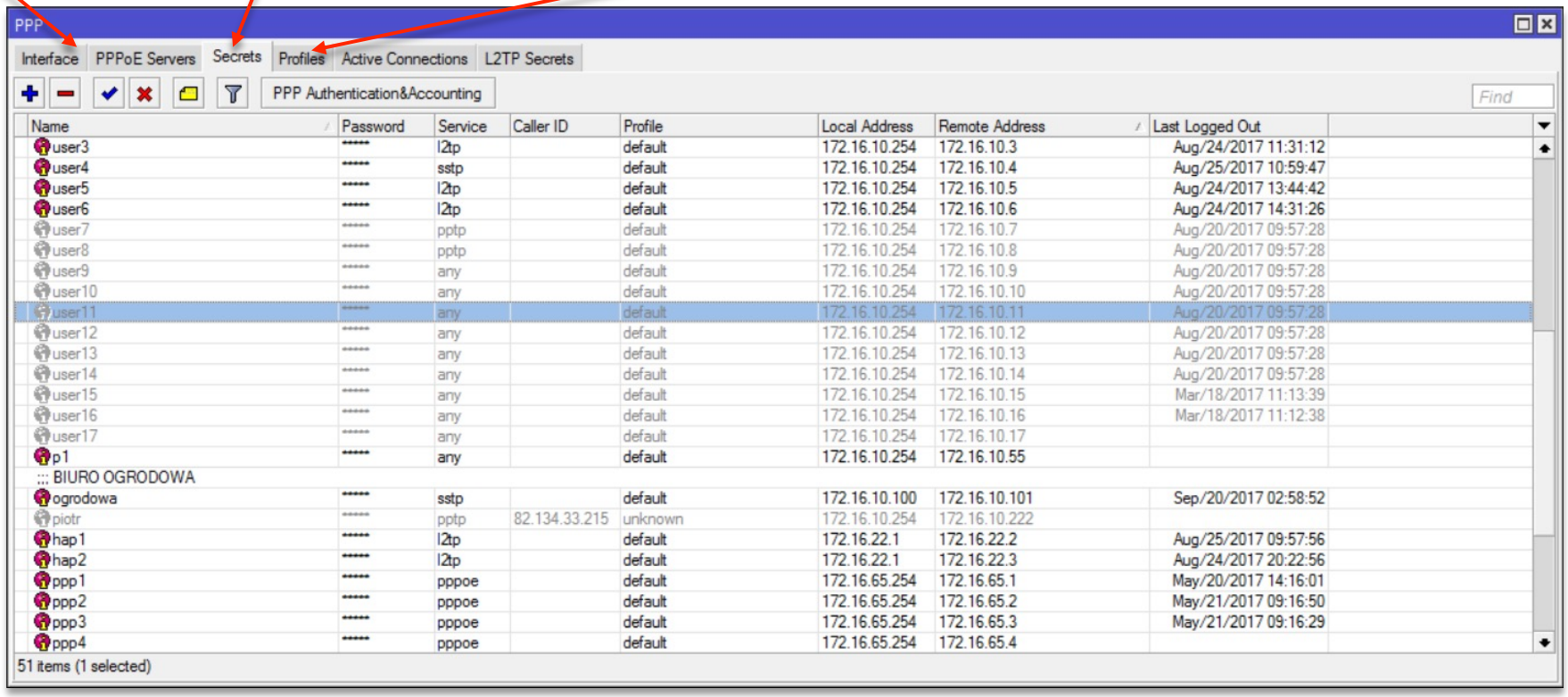
Interface
- podłączeni klienci
- my, jako klienci sieci VPN
- uruchomienie serwerów (PPTP, SSTP, L2TP, OVPN)
- …

Użytkownicy
- login
- hasło
- adresacja ppp
- profil z dodatkowymi ustawieniami
- …

Profiles (dodatkowe ustawienia)
- adresacja ppp
- kompresja
- czy dane powinny być szyfrowane
- …



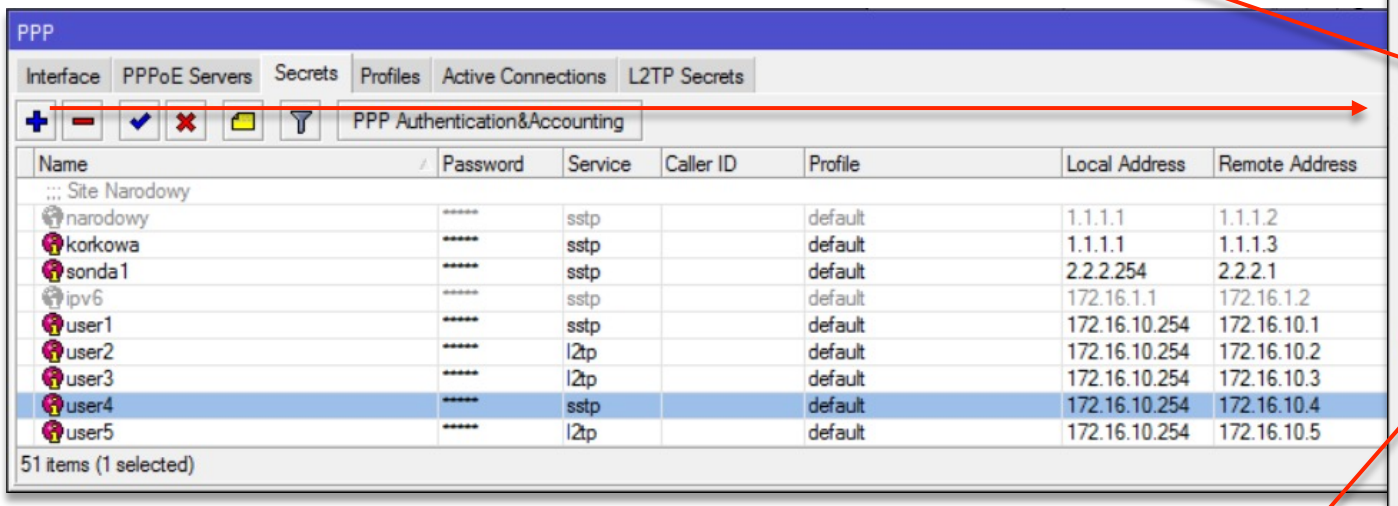
Konieczna jest aktywna paczka **ppp**

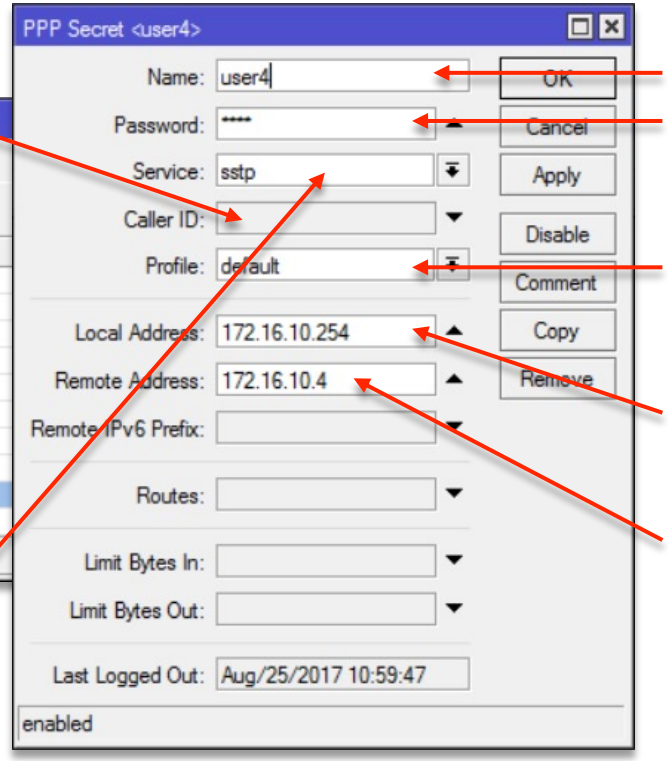


Tunele

Konfiguracja użytkowników (ppp)

ograniczenie adresu IP, z którego klient może się podłączyć





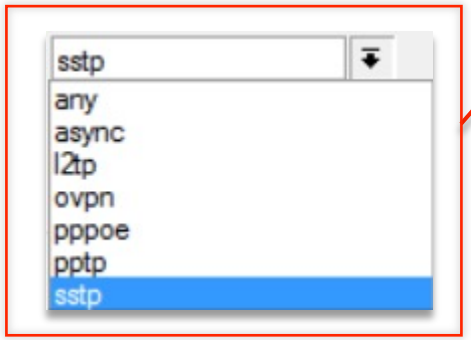
login

hasło

dodatkowe ustawienia

adresacja ppp strona router'a

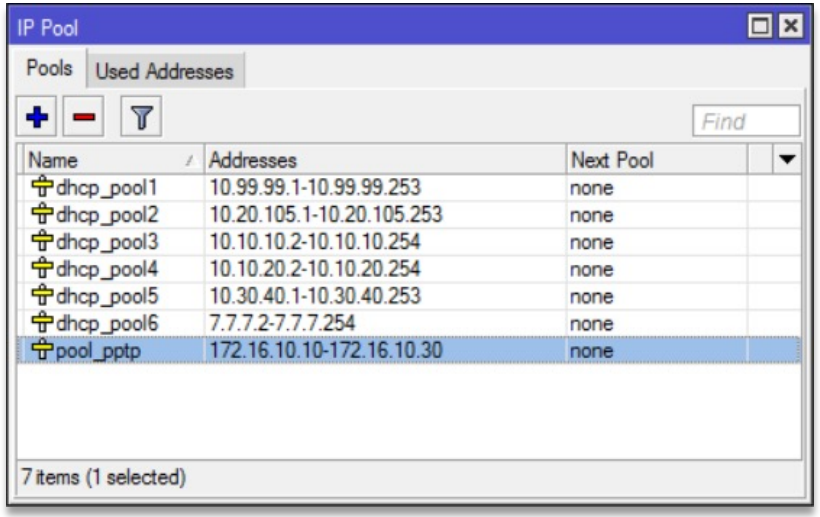
adresacja ppp strona klienta



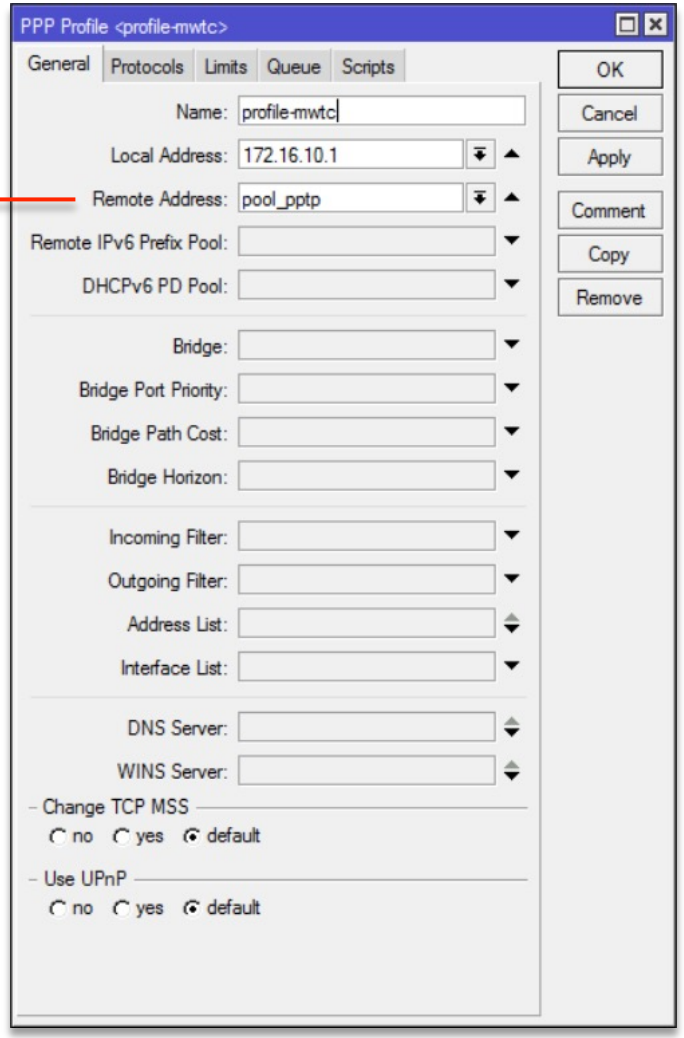
Usługi do jakich klient będzie mógł się podłączyć

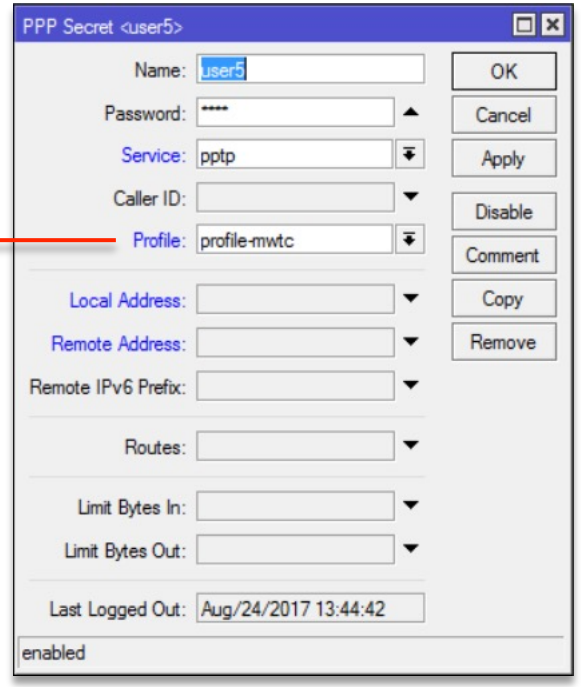
Tunele

ppp / profile



Gdy mamy wielu użytkowników usług PPP możemy zdefiniować zakres (IP pool) adresów (podobnie jak dla DHCP), który będzie przydzielany.



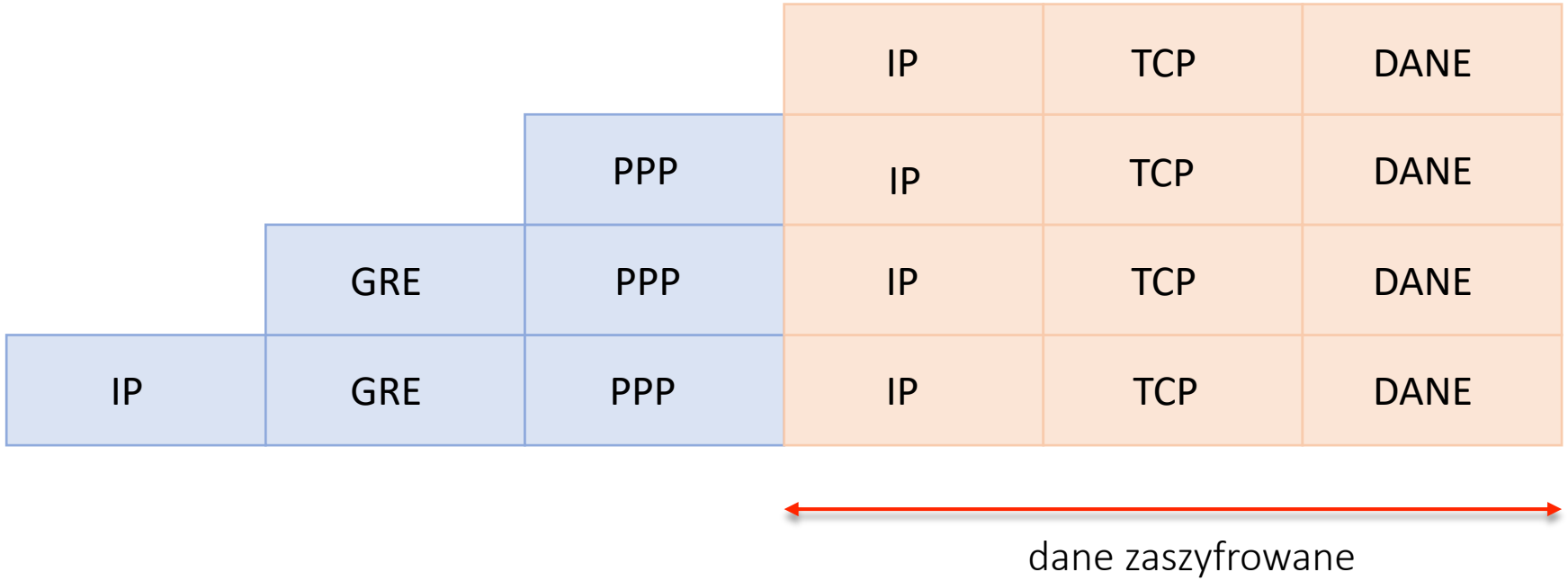


W tym wypadku nie podajemy **Local Address**, **Remote Address**. Dane zostaną pobrane z konfiguracji profilu **profile-mwtc**

Tunele

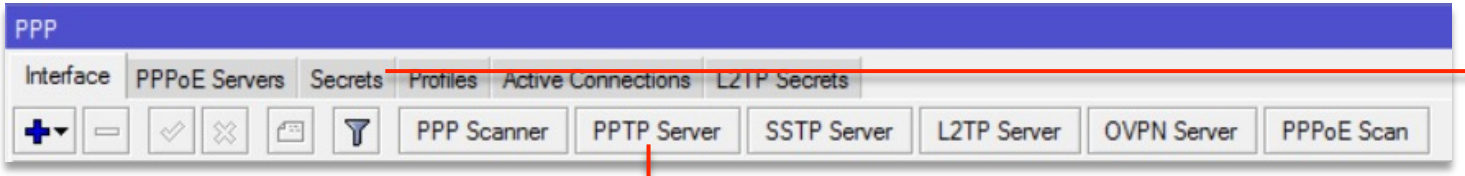
PPTP

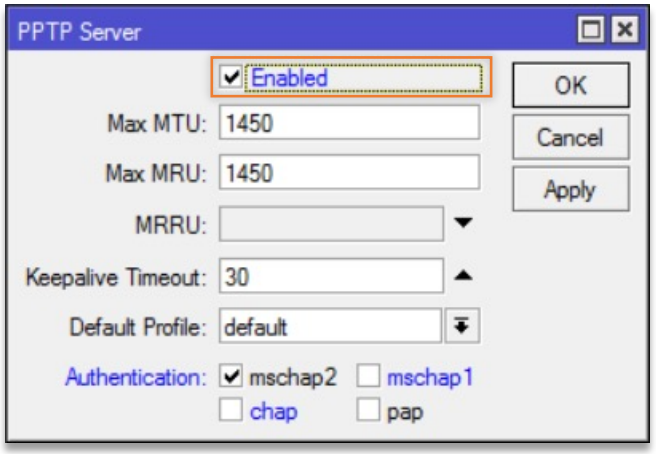
- Używa protokołu ***1723/TCP*** oraz protokołu ***GRE*** *(numer 47)*
- Łatwy w konfiguracji
- Dostępny w wielu systemach operacyjnych
- Mało bezpieczny



Tunele

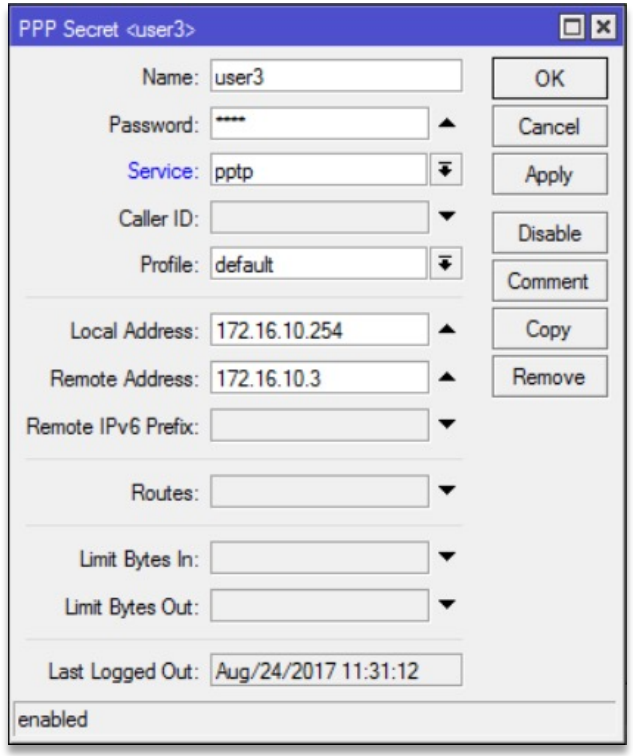
PPTP serwer





Uruchomienie serwera

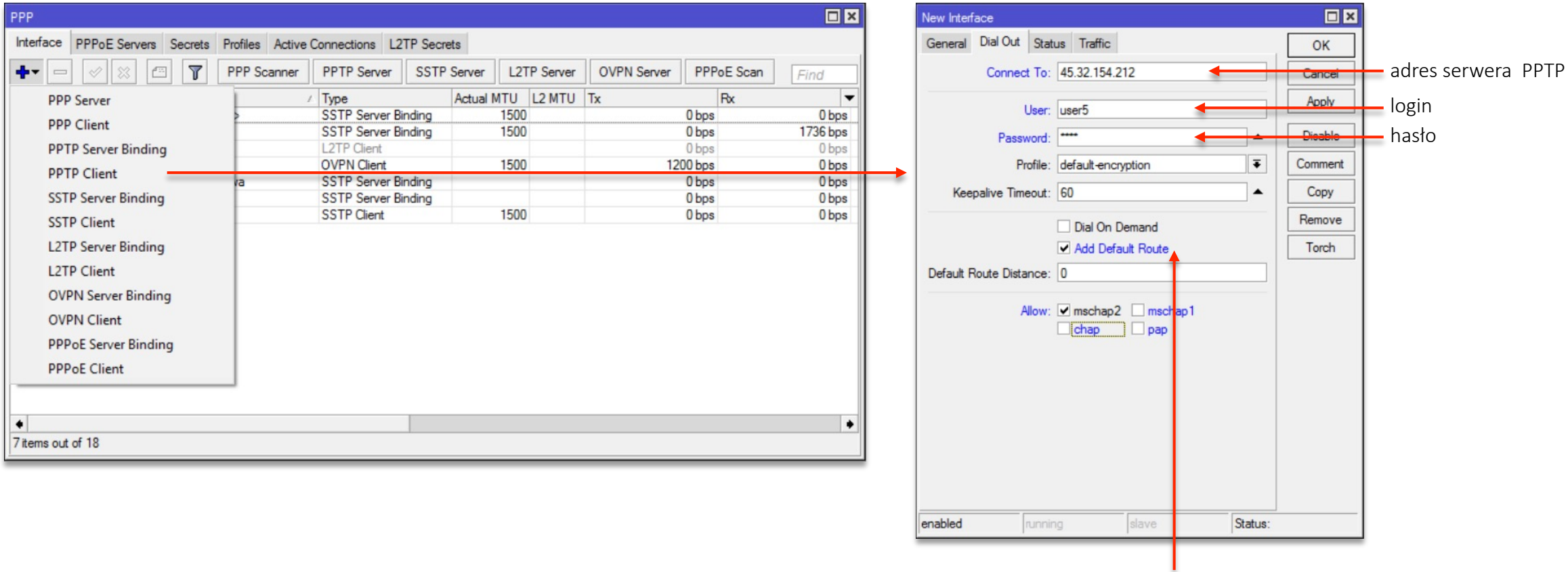
Serwer PPTP nasłuchuje na wszystkich interface'ach naszego routera. Należy zabezpieczyć do niego dostęp, stosując reguły firewall'a. Należy odblokować dostęp dla protokołu ***TCP port 1723****, oraz protokół* ***GRE****, dla interface'ów i adresów, na których zezwalamy na połączenie.*



Dodanie użytkownika

Tunele

PPTP klient



Po nawiązaniu połączenia z serwerem PPTP w tablicy routing'u pojawi się wpis 0.0.0.0/0 wskazujący jako gateway serwer VPN. Przydatne, gdy chcemy aby cały ruch od klienta przechodził przez nasz router.

Tunele

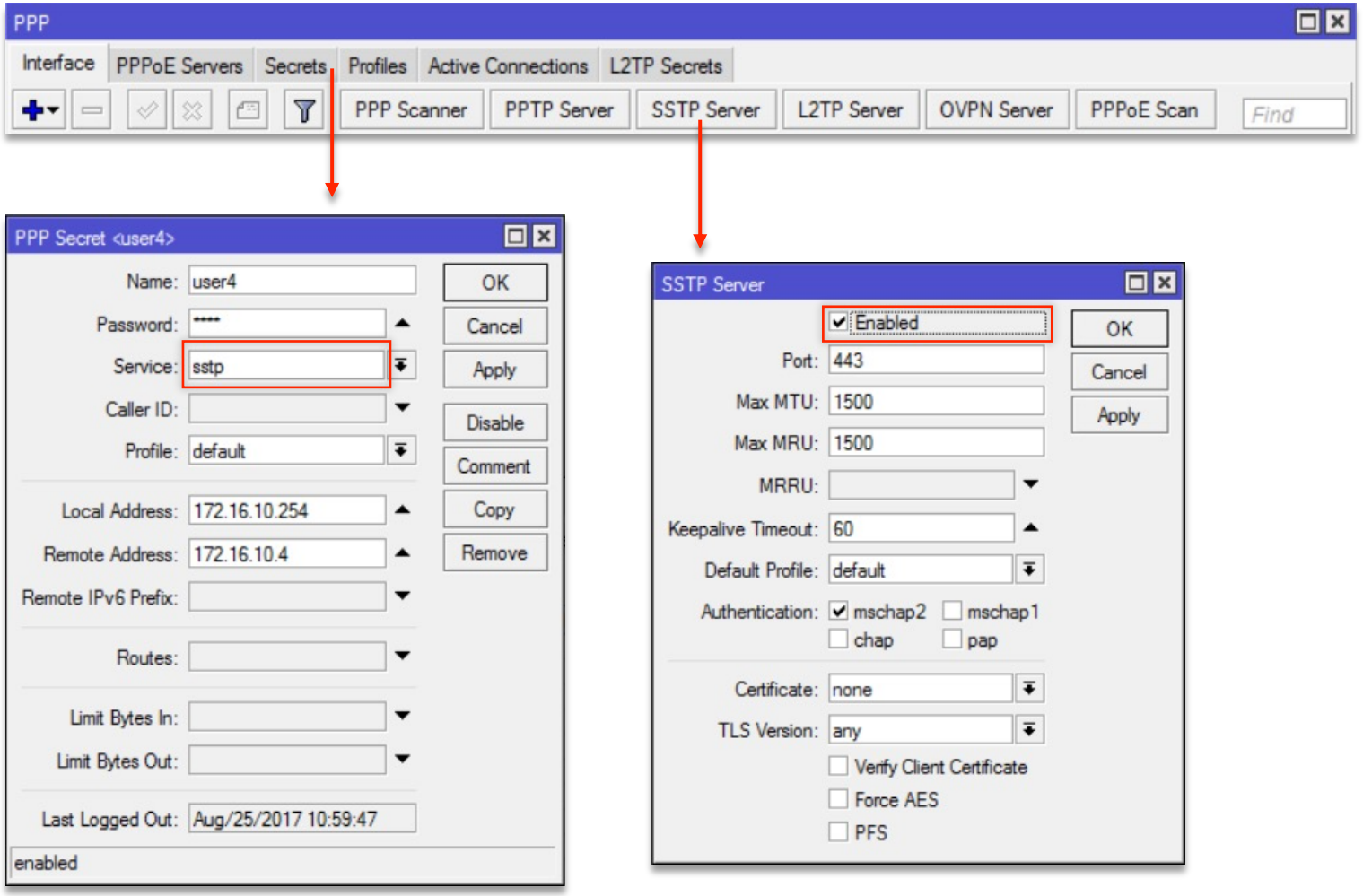
SSTP

- Następca protokołu PPTP
- Autorem rozwiązania jest Microsoft
- Silny algorytm szyfrujący AES
- Słabe wsparcie dla systemów innych niż Windows
- Uwierzytelnienie można oprzeć o hasła lub certyfikaty
- Domyślnie korzysta z 443/TCP, łatwo przechodzi przez firewall

Dwa routery MikroTik można ze sobą połączyć, stosując uwierzytelnienie oparte o hasło (certyfikaty nie są wymagane).
Aby podłączyć się za pomocą klienta wbudowanego w system Windows konieczne jest skonfigurowanie certyfikatu na routerze

Tunele

SSTP serwer



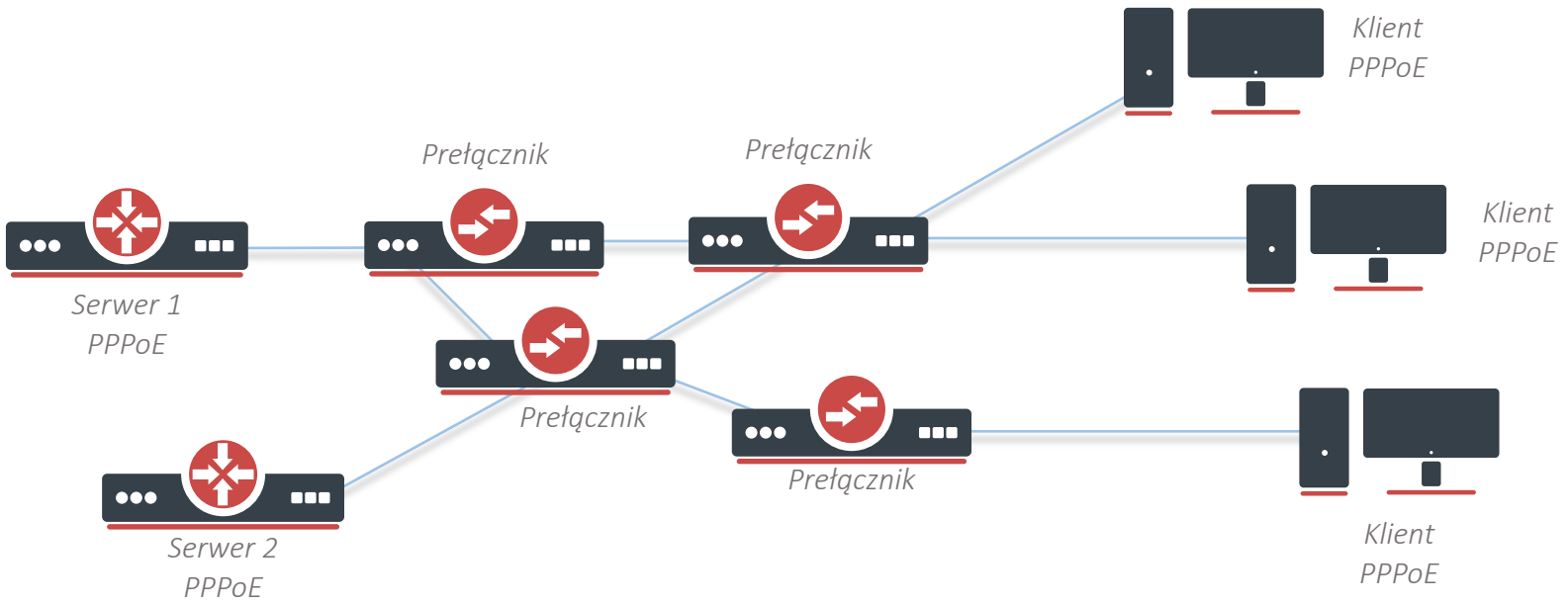
Dodanie użytkownika

Uruchomienie serwera

Tunele

PPPoE

Aby zabezpieczyć sieć lokalną możemy wykorzystać protokół PPPoE. Mając w sieci dużo punktów dostępu (gniazdek) na otwartej przestrzeni możemy uzależnić dostęp użytkownika do sieci od loginów/haseł, bez których użytkownik nie będzie mógł korzystać z sieci pomimo, iż podłączył się do przełącznika.

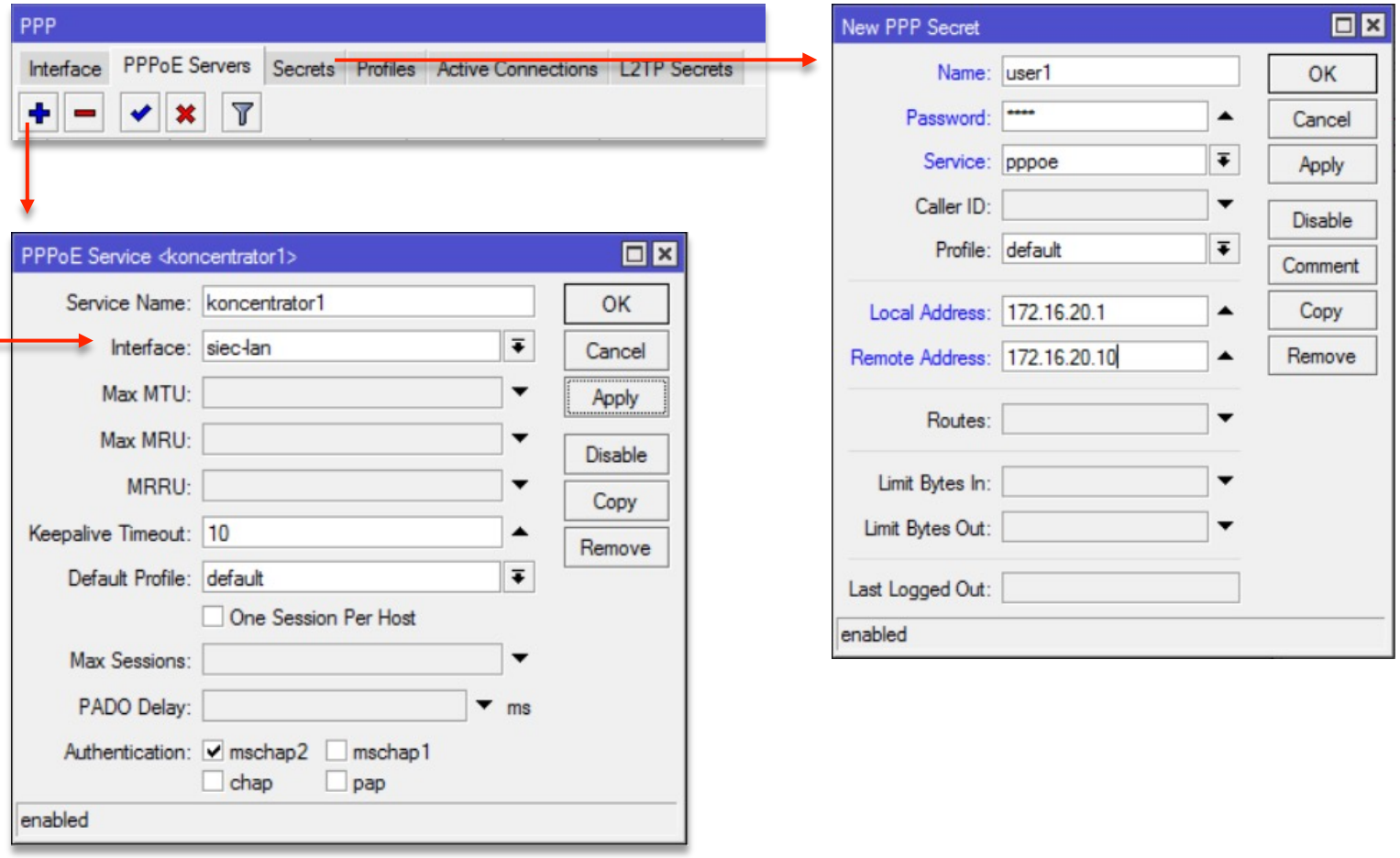


W danym segmencie sieci może znajdować się więcej niż jeden serwer (koncentrator) PPPoE

Tunele

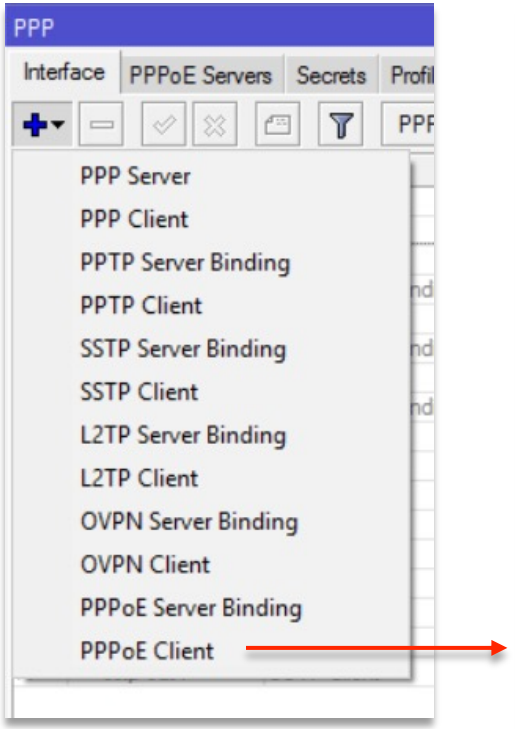
PPPoE serwer

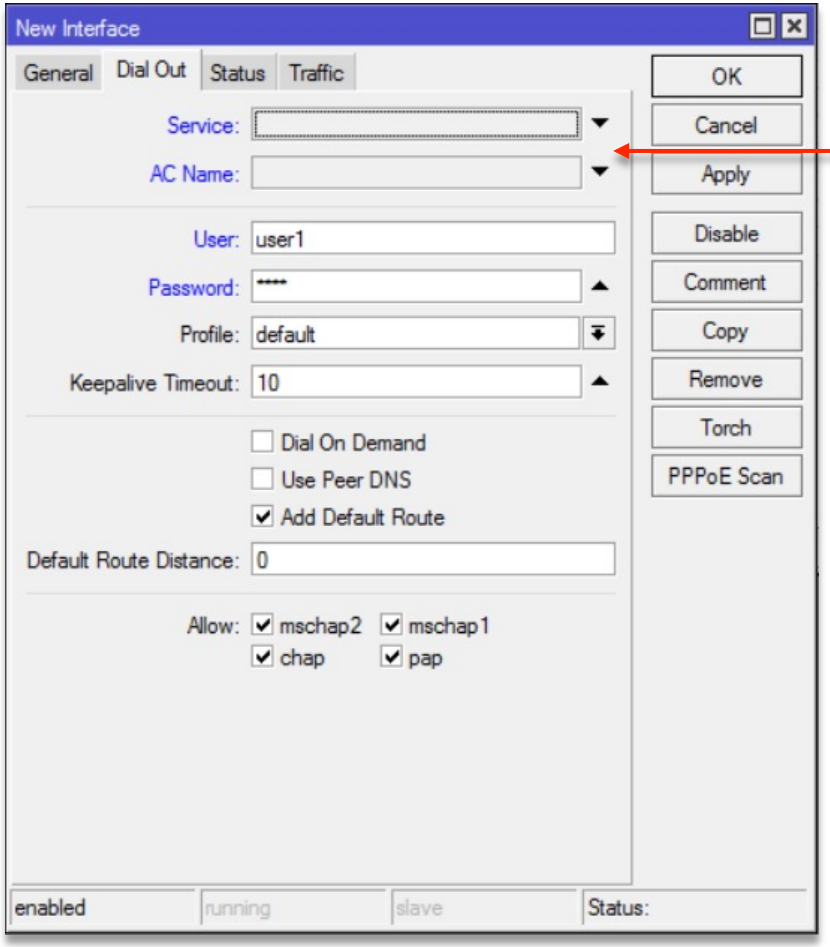
Serwer PPPoE musi być uruchomiony na interface warstwy drugiej (np. ether1, bridge, wlan1, EoIP)



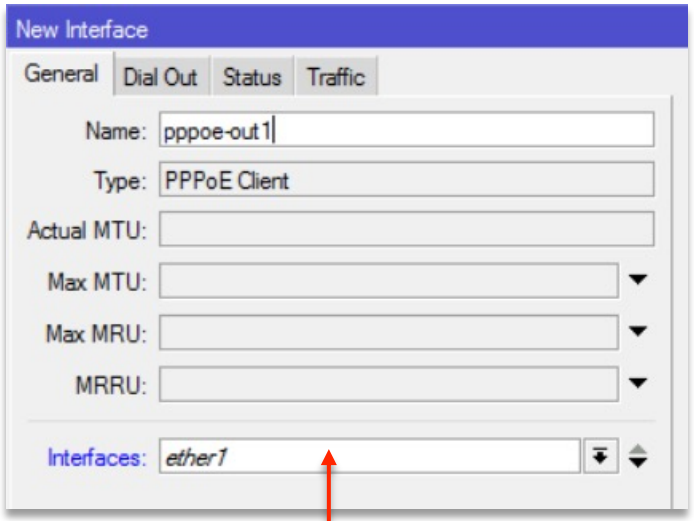
Tunele

PPPoE klient





W przypadku braku **Service** i **AC Name** klient podłączy się do pierwszego koncentratora, który mu odpowie. W przypadku środowisk, w których występuje kilka koncentratorów, klient ma możliwość określenia, do którego chciałby się połączyć.



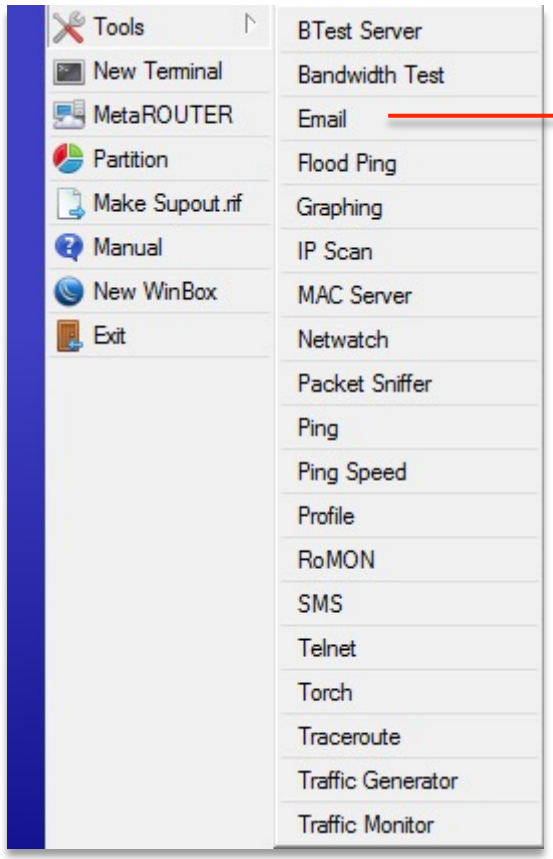
W konfiguracji klienta koniecznie musimy określić interface (warstwy drugiej), na którym zamierzamy uruchomić PPPoE klienta!

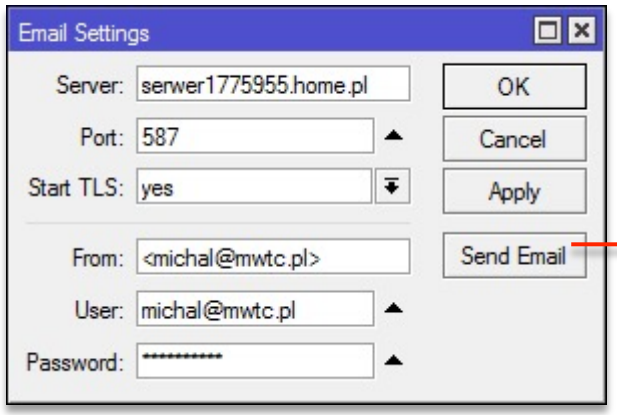
NARZĘDZIA

Narzędzia

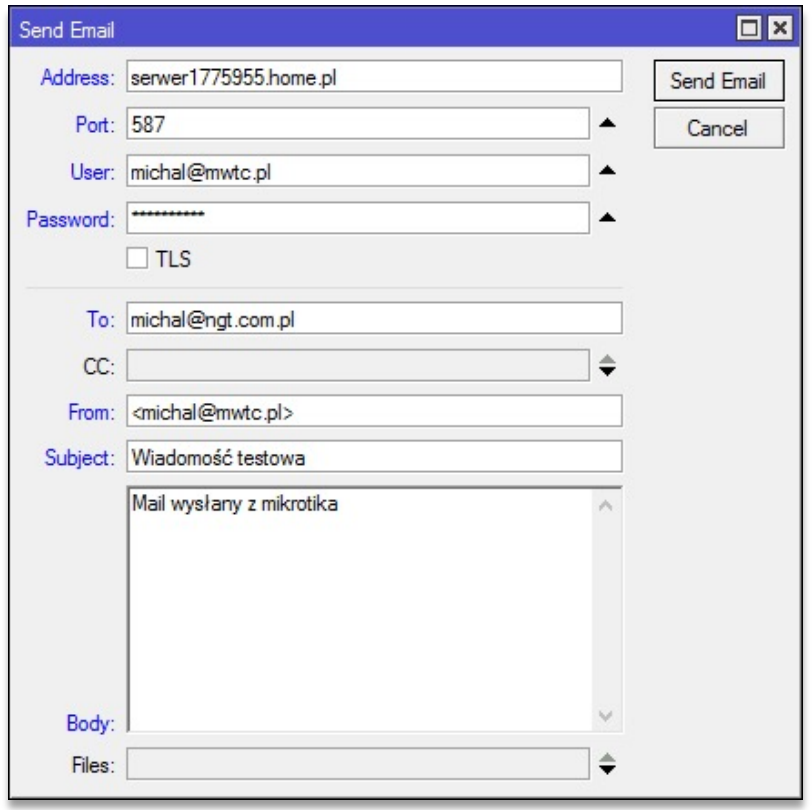
e-mail

MikroTik umożliwia wysyłkę wiadomości email za pomocą zewnętrznego serwera SMTP.
W oknie Tools -> Email należy podać dane dostępowe do konta pocztowego.





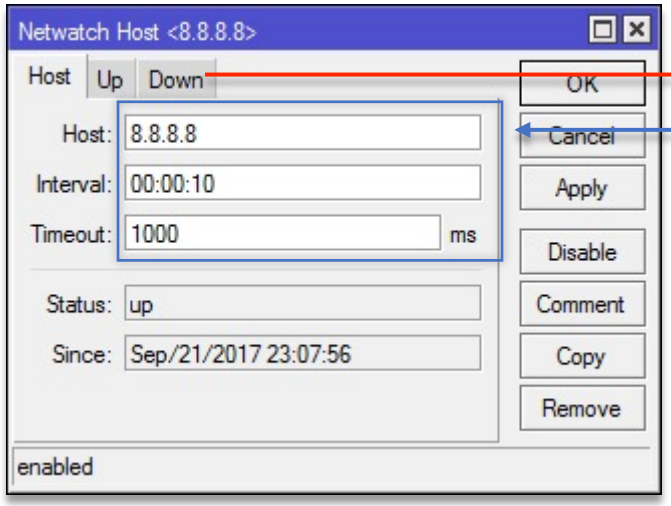
Mail może być również wysłany z linii komend, skryptu



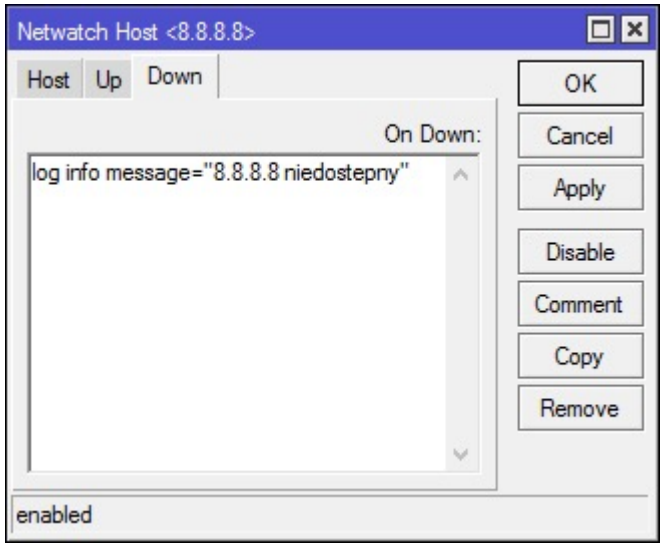
Narzędzia

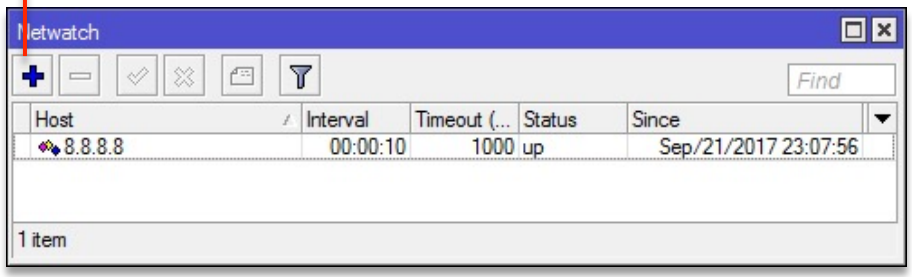
Netwatch

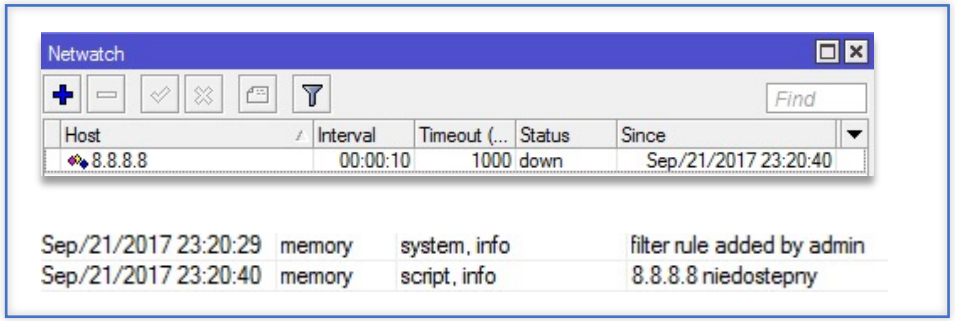
Możemy sprawdzać, czy dany host jest osiągalny, a w momencie gdy przestanie odpowiadać na Echo Request (ping) wykonać skrypt.



- Sprawdzamy, czy 8.8.8.8 odpowiada na ping
- Sprawdzamy co 10 sekund
- Na odpowiedź czekamy 1 sekunde



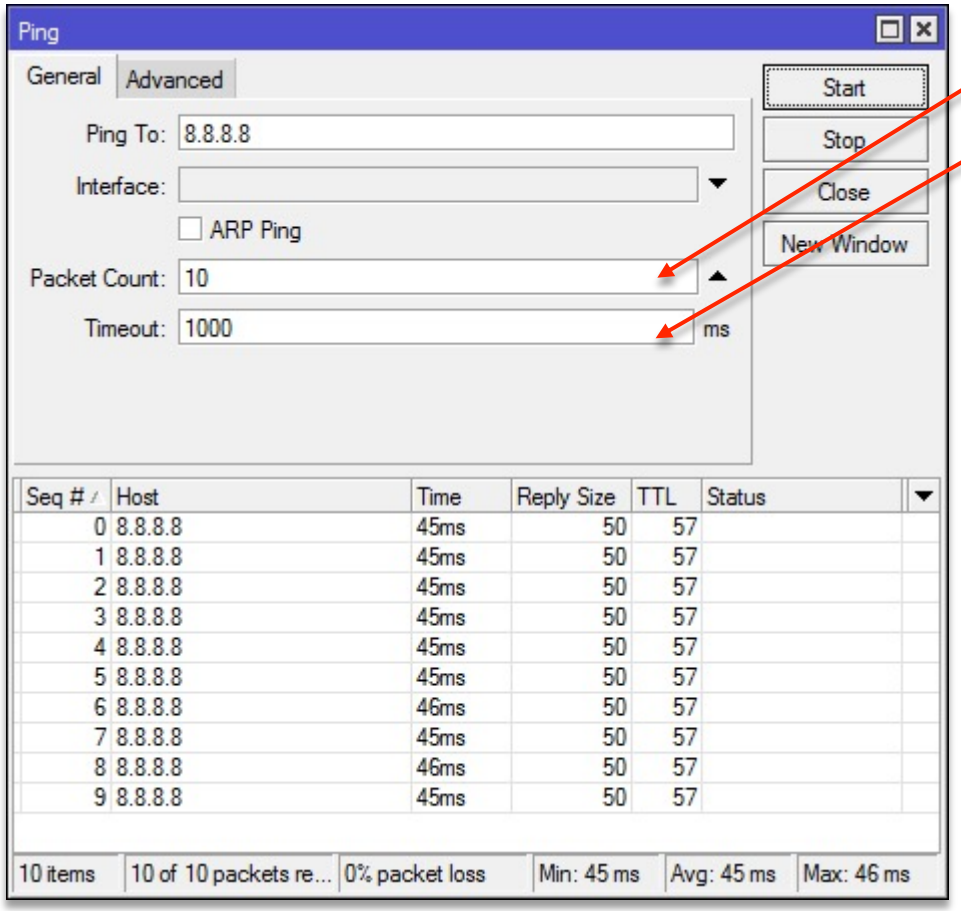




W przypadku niedostępności 8.8.8.8 pojawi się wpis w logu

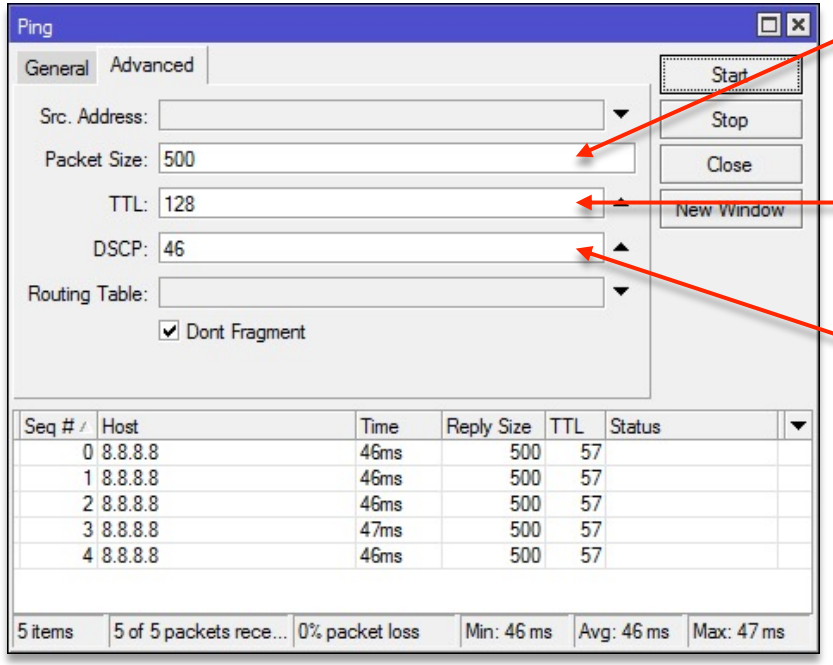
Narzędzia

ping



Ilość zapytań

Maksymalny czas oczekiwania na odpowiedź



Ustawienia zaawansowane

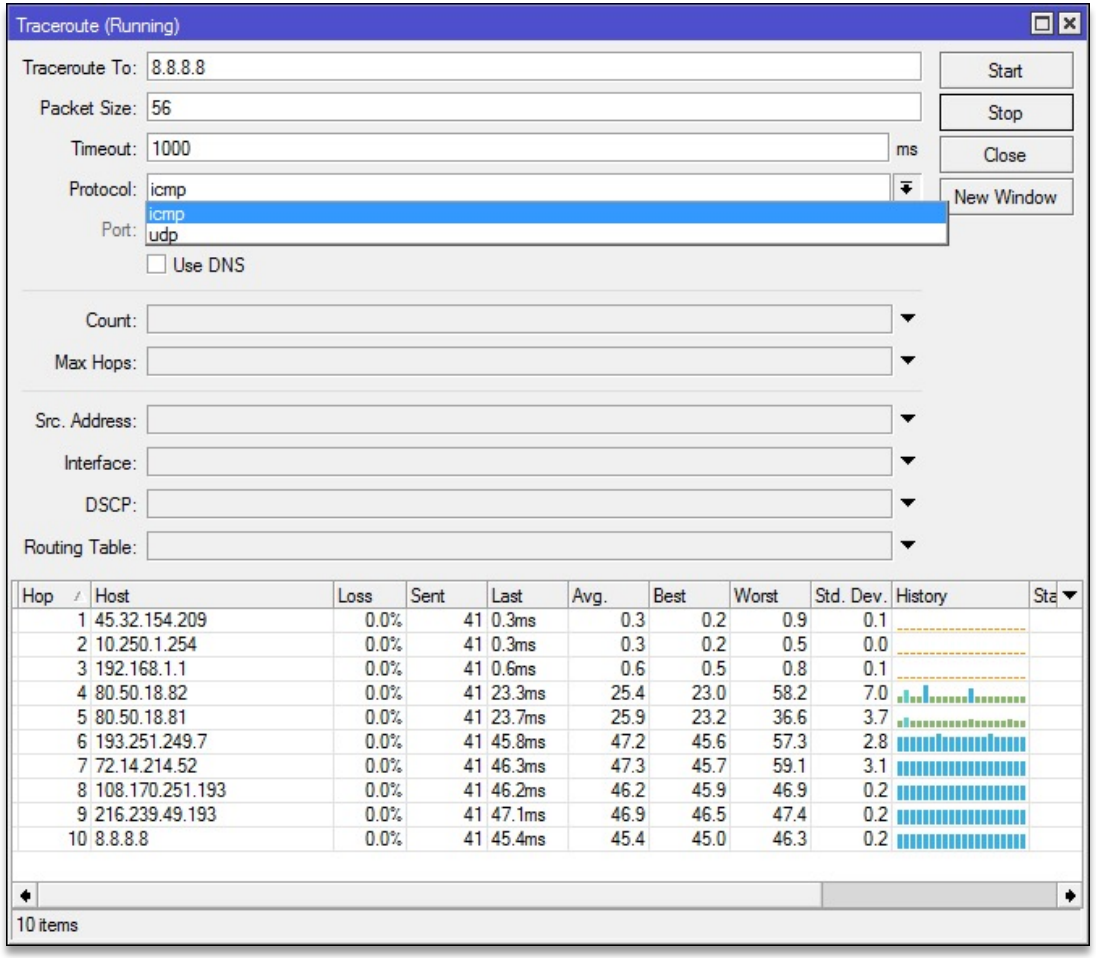
Rozmiar pakietu w połączeniu z flagą **don't fragment** pozwala stwierdzić, jaki maksymalny pakiet można przesłać bez fragmentacji

Time to Live

Sprawdzenie, czy w sieci używane są priorytety

Narzędzia

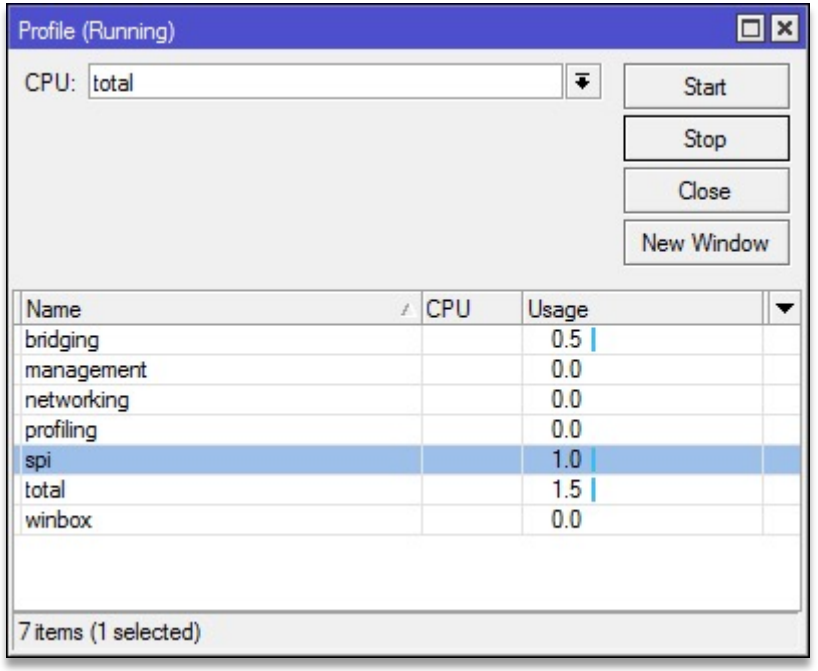
Traceroute



Pozwala zbadać ile routerów (hopów) pośredniczy w dostarczeniu pakietu do celu

Narzędzia

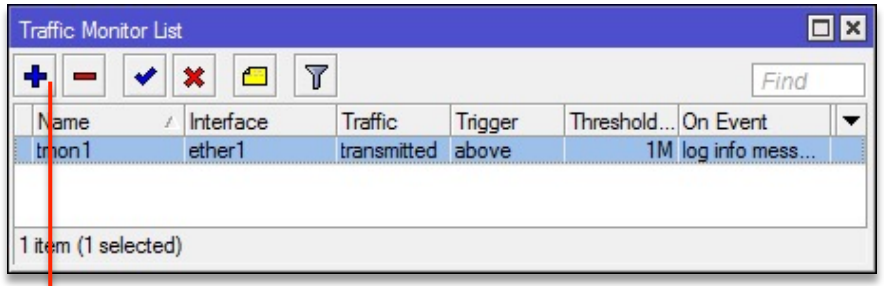
Profiler

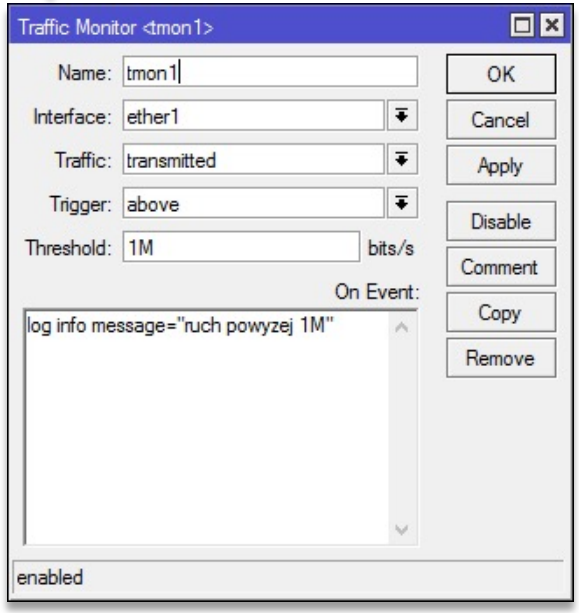


Narzędzie pozwala określić, który z elementów systemu generuje jakie obciążenie.

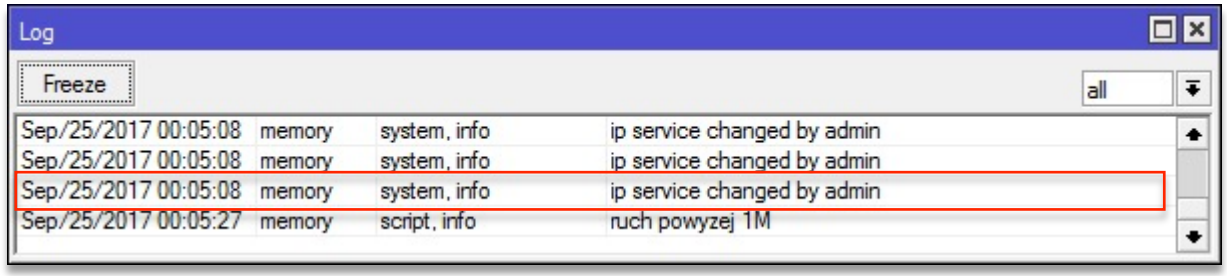
Narzędzia

Interface Trafic Monitor



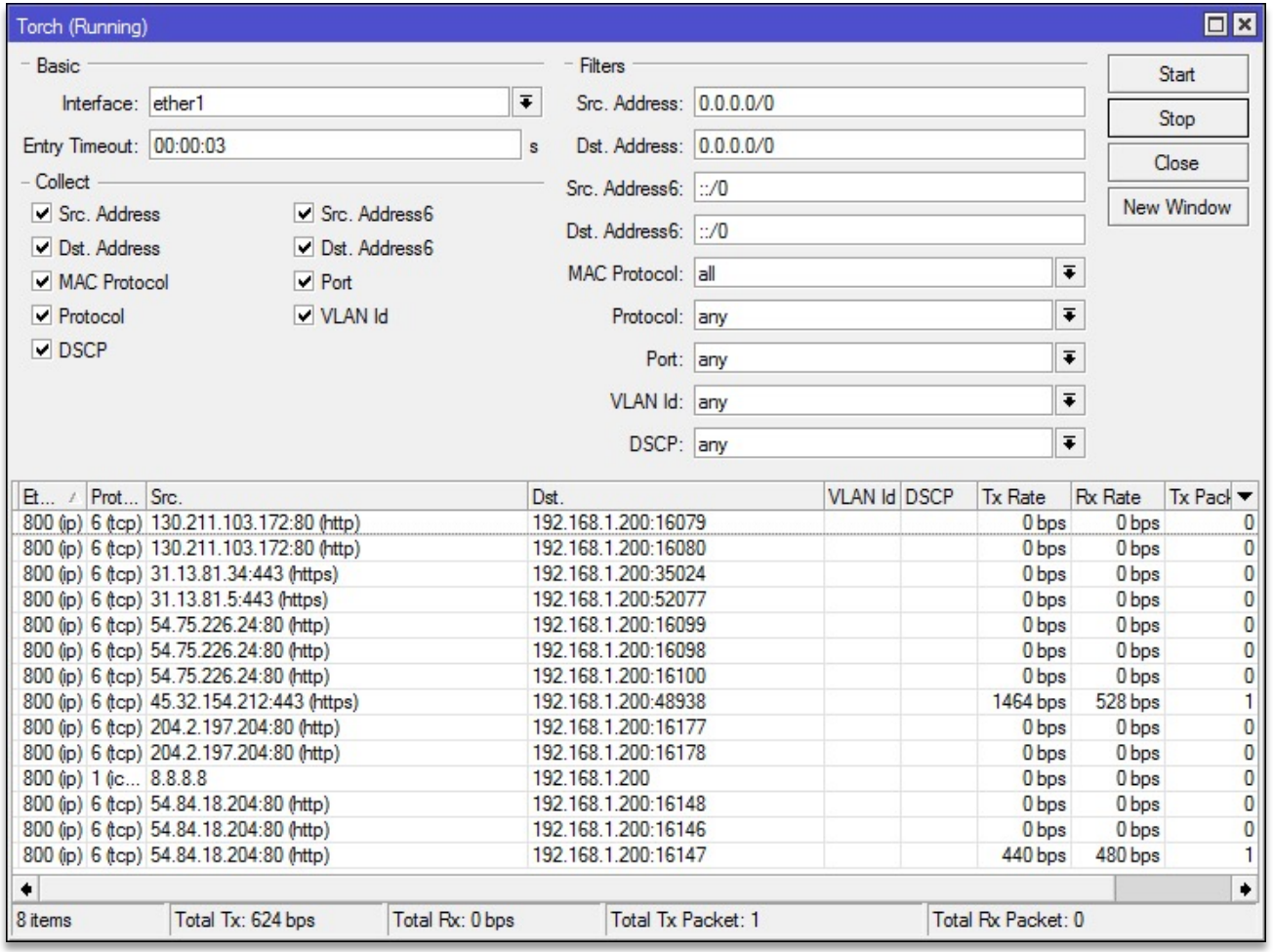


Możemy ustawić alarm dotyczący ilości przesyłanego ruchu na danym interfejsie



Narzędzia

Torch

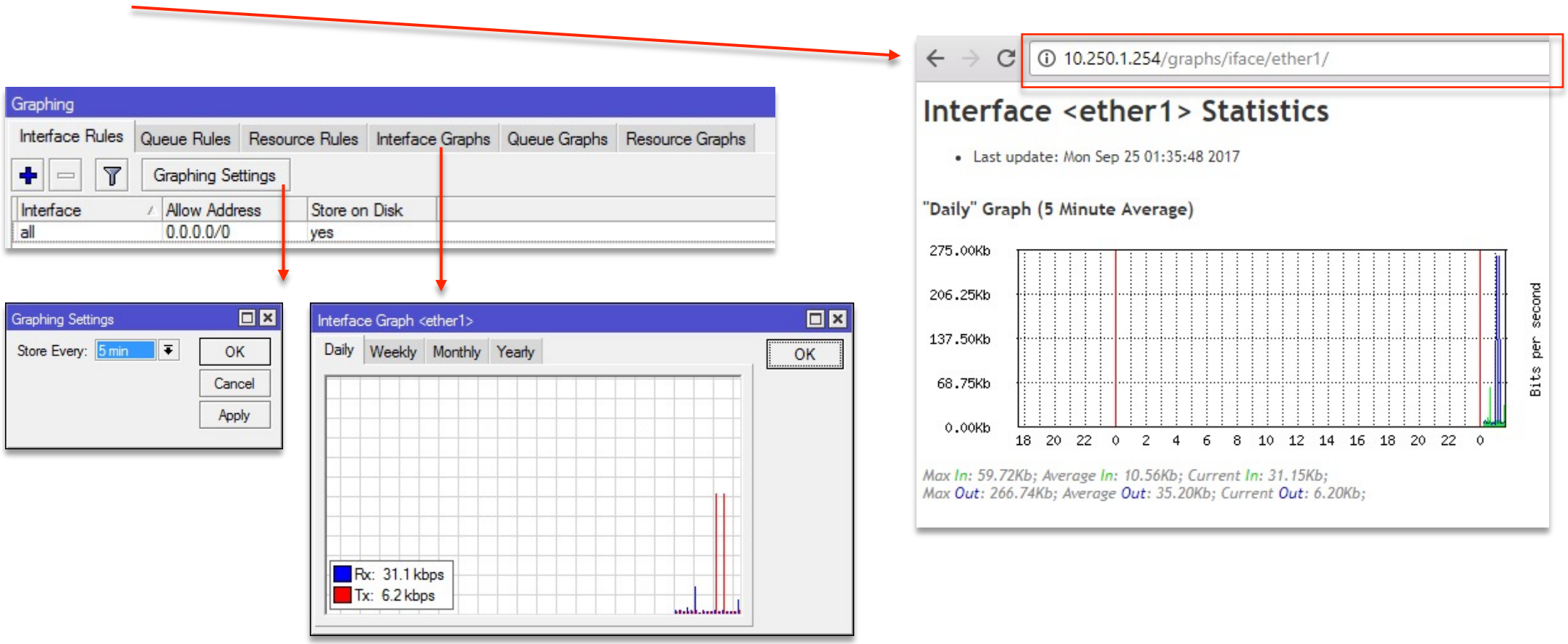


Narzędzie pozwala na sprawdzenie jaki ruch jest przesyłany w czasie rzeczywistym

Narzędzia

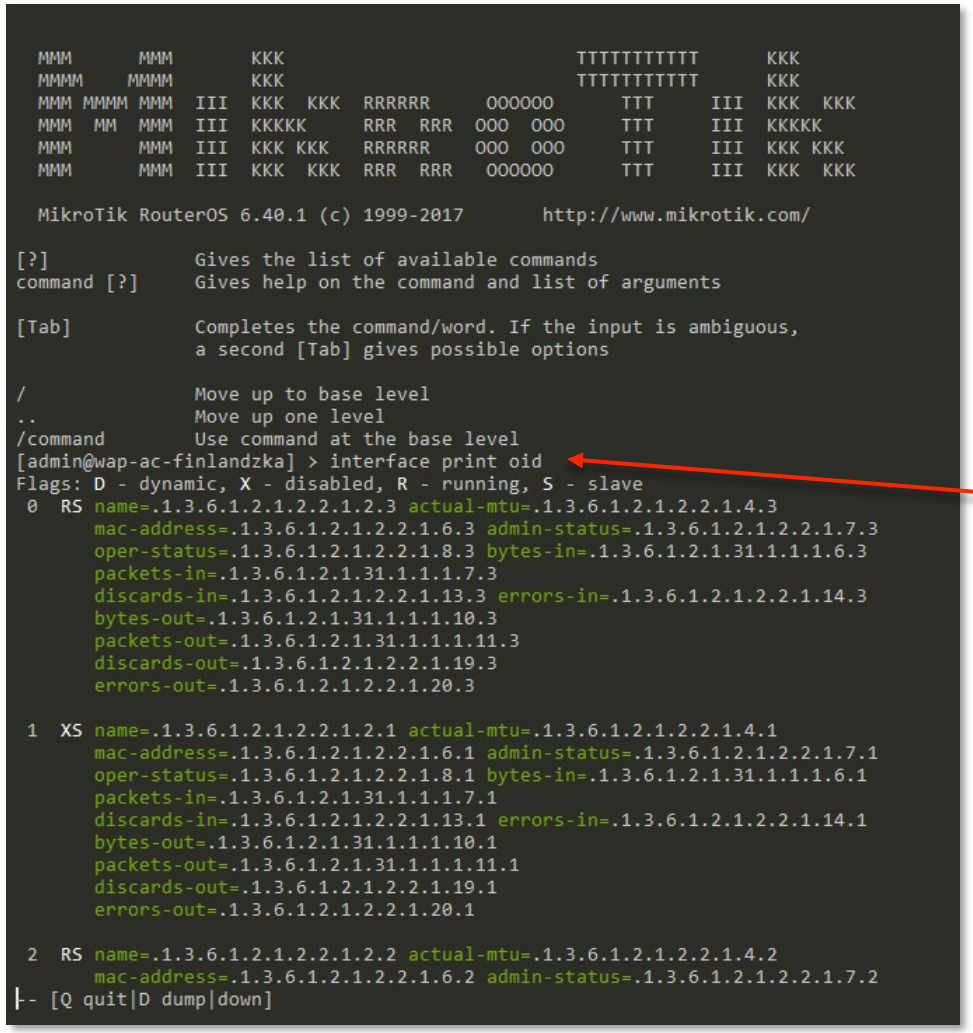
Graphing

Narzędzie pozwala na zapisywanie statyk z obciążenia urządzenia, interfejsów, kolejek do **pamięci nieulotnej** urządzenia i późniejszą analizę. Mechanizm zapisuje **dane uśrednione** za dany okres. Statystyki możemy przeglądać przez stronę www.



Narzędzia

SNMP



Simple Network Management Protocol (SNMP) Simple Network Management Protocol (SNMP) służy do zebrania statystyk z interface'ów, obciążenia systemu, a także innych parametrów. Z protokołu SNMP korzystają systemy monitorujące (Nagios, Zabbix, CACTI, MRTG, The DUDE, …), które cyklicznie odpytują monitorowane urządzenia. W każdym zapytaniu wskazane są OID'y, których stan ma zostać przesłany w odpowiedzi. System monitoringu używa portu **161/UDP** do wysyłania zapytań. System monitorowany, np. router, też może sam zainicjować komunikację do systemu monitorującego, w sytuacji, gdy ma coś pilnego do przekazania, tzw mechanizm TRAP. Trap do komunikacji korzysta z portu **162/UDP**. W RouterOS dostępne są wersje protokołu: v1, v2c, v3. Protokół poza zapytaniami o OID może też wysyłać komendy do routera (w ograniczonym zakresie).

wyświetla listę OID

Przykładowe zapytanie (o MAC adres interfejsu) snmp

root@DESKTOP-Q6NU7KT# snmpget -v2c -c public 10.250.1.1 .1.3.6.1.2.1.2.2.1.6.3

Zwraca:

iso.3.6.1.2.1.2.2.1.6.3 = Hex-STRING: 6C 3B 6B C9 EF 43

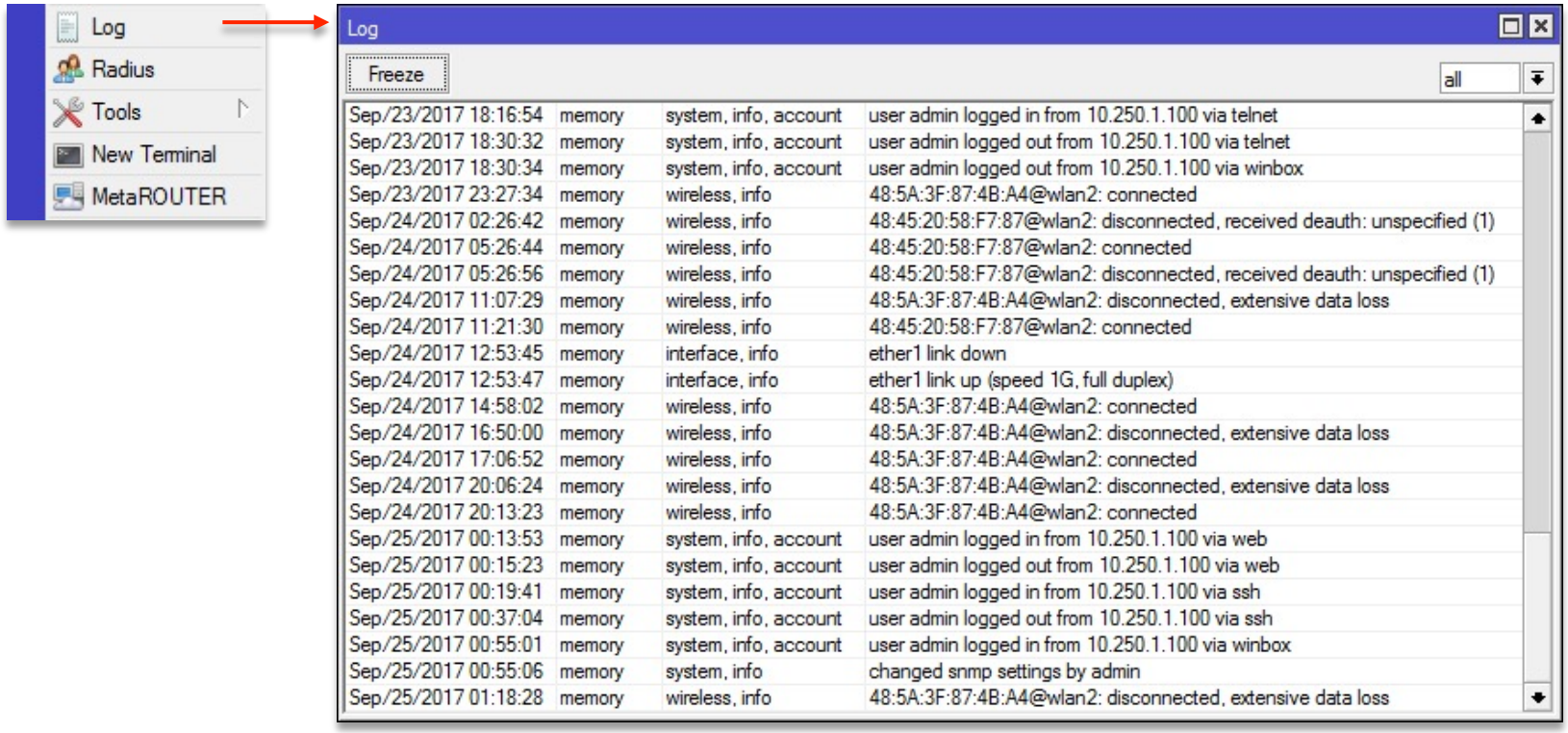
Management Information Base (MIB) dla systemu RouterOS, można pobrać ze strony:

http://download2.mikrotik.com/Mikrotik.mib

Narzędzia

Logowanie

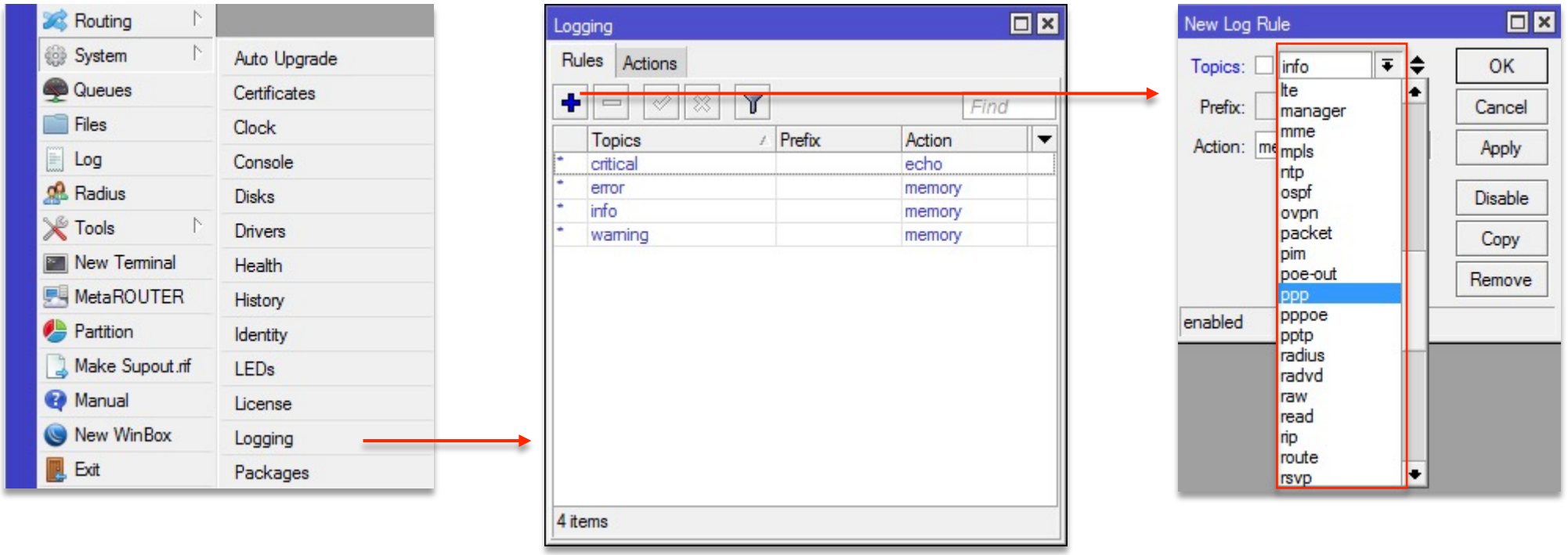
Domyślnie RouterOS loguje zdarzenia w pamięci RAM. Po restarcie urządzenia logi są tracone. Istnieje możliwość zapisywania logów na nieulotną pamięć NAND naszego urządzenia, jednakże nie jest to wskazane. Rodzaj użytych pamięci nie jest przystosowany do dużej liczby zapisów. Jednym z rozwiązań jest dołączenie do naszego urządzenia pamięci na USB i odkładanie na niej logów. Zdecydowanie lepszym sposobem jest wysyłanie logów do zdalnego serwera **syslog**.



Narzędzia

Logowanie

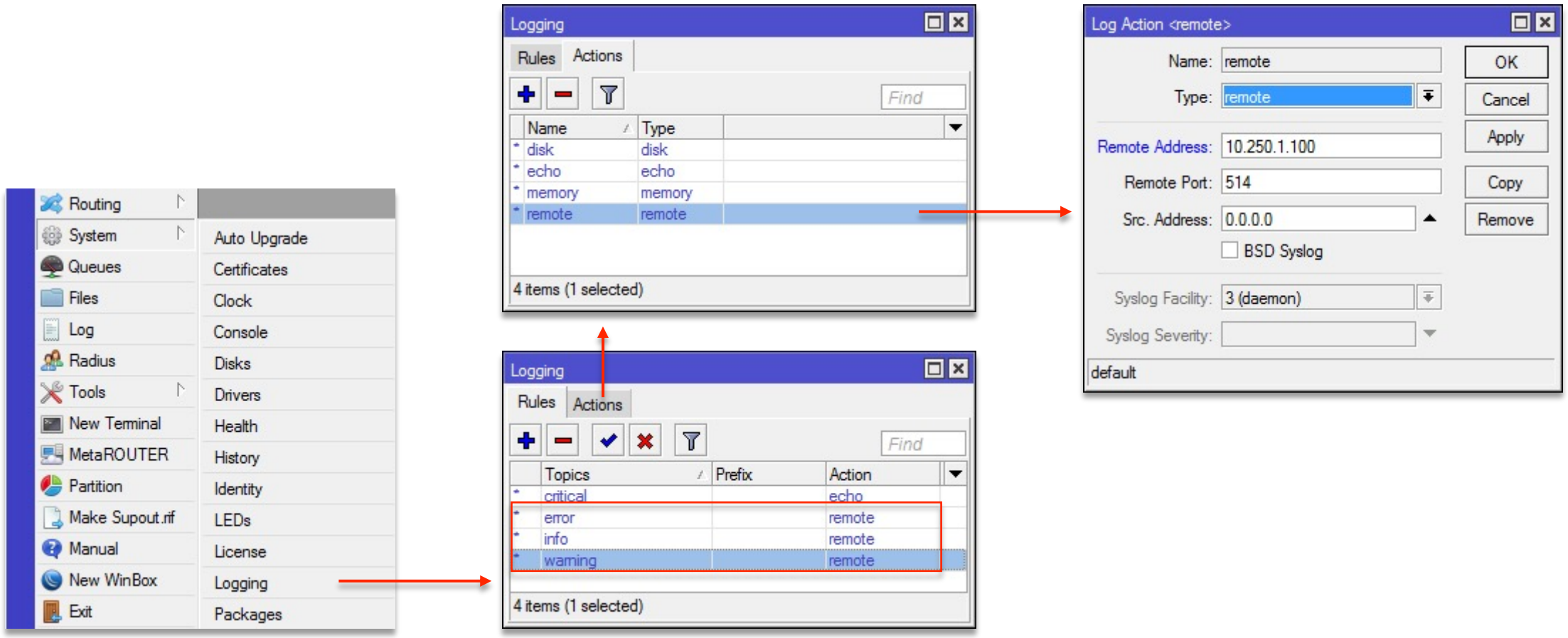
W przypadku gdy potrzebujemy rozszerzone informacje, tzw debug, możemy ustawić bardziej szczegółowe logowanie.



Narzędzia

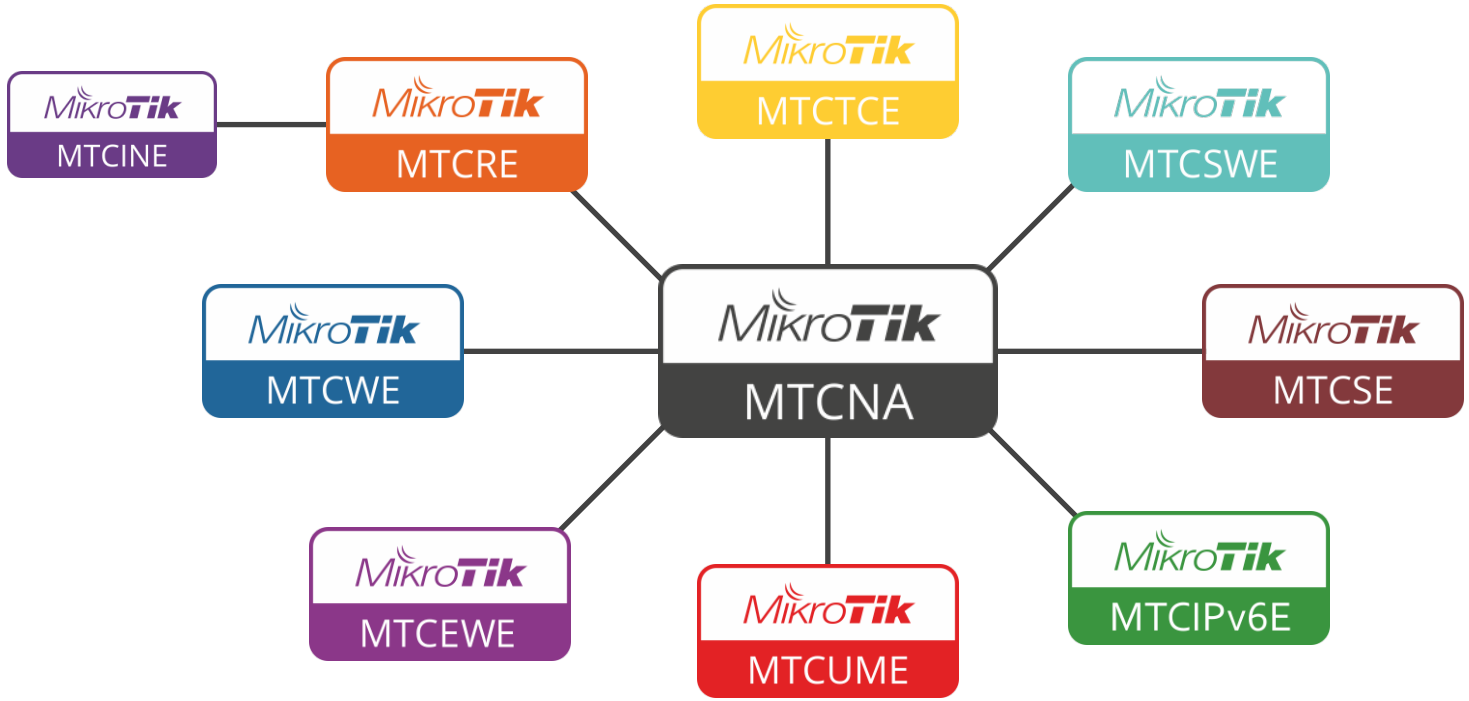
Logowanie

Ustawienie logowania do zewnętrznego serwera *syslog*



Dziękujemy za uwagę!

Certyfikowane szkolenia MikroTik



SCRIPTS

Autorskie warsztaty

Więcej informacji, harmonogram i zapisy na stronie *https://mwtc.pl*