

LABORATORIUM NR 5



Celem ćwiczenia jest poznanie metod konfiguracji tras statycznych w protokole IPv6. Pod względem zakresu poruszanych tematów ćwiczenie jest tożsame z ćwiczeniem nr 3. Dzięki temu student ma możliwość porównania zasad konfiguracji routingu statycznego w IPv4 jak i IPv6.

Zapis adresów IPv6 i ich prefiksy.

Długość adresu IPv6 128 bits. Najpopularniejszy jego zapis to zapis szesnastkowo-dwukropkowy, który zawiera 32 szestastkowe wartości, pogrupowane po cztery (w tzw. hextety) i rozdzielone dwukropkiem ($4 \times 32 = 128$). Przykładowa postać adresu to: A

2001:0DB8:0001:0000:0000:0000:0000:0001

Innymi słowami, w adresach IPv6, każdy pojedynczy hextet to 16 bits a osiem hextetów definiuje 128-bitowy adres IPv6.

1111111111111111 = FFFF (pojedynczy hextet)

1111111111111111.1111111111111111.1111111111111111.1111111111111111.
1111111111111111.1111111111111111.1111111111111111.1111111111111111 =
FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF (8 hextetów tworzących adres IPv6)

Typ adresu określony jest za pomocą najstarszych bitów adresu (tzw. prefiksów). Zakres najpopularniejszych prefiksów jest przedstawiony w tabeli poniżej.

First Hextet (Far Left)	Type of IPv6 Address
0000 to 00FF	Loopback address, any address, unspecified address, or IPv4-compatible
2000 to 3FFF	Global unicast address (a routable address in a range of addresses that is currently being handed out by the Internet Assigned Numbers Authority [IANA])
FE80 to FEBF	Link-local (a unicast address which identifies the host computer on the local network)
FC00 to FCFF	Unique-local (a unicast address which can be assigned to a host to identify it as being part of a specific subnet on the local network)
FF00 to FFFF	Multicast address

UWAGI:

1. Istnieją jeszcze inne typy adresów, których wykorzystanie nie jest jeszcze zbyt szerokie. Przykładem mogą być adresy typu anycast.
2. Adresy typu site-local, które w zamierzeniu miały zastępować adresy prywatne IPv4, nie są już wykorzystywane w praktyce i zostały zastąpione przez powszechne korzystanie z adresów typu unique-local.
3. W sieciach bazujących na protokole IPv6 nie stosuje się adresów sieci i adresów broadcast.

Zasady stosowania skrotów w zapisie adresów IPv6.

Zasada 1:

W adresach IPv6, ciąg czterech zer w danym hextecie może zostać skrócony do postaci pojedynczego zera.

2001:0404:0001:1000:**0000:0000**:0EF0:BC00
2001:0404:0001:1000:**0:0**:0EF0:BC00

Zasada 2:

W adresach IPv6, początkowe zera w danym hextecie mogą zostać pominięte. Jednocześnie należy pamiętać, że ostatnie zera nie może być pominięte.

2001:**0**404:**000**1:1000:0000:0000:**0**EF0:BC00
2001:404:1:1000:0:0:EF0:BC00

Zasada 3:

W adresach IPv6, pojedynczy ciąg czterech albo więcej zer (tylko jeden taki ciąg w adresie podlega tej regule) może zostać zapisany w skróconej formie jako dwa dwukropki (::).

2001:0404:0001:1000:**0000:0000**:0EF0:BC00
2001:404:1:1000::**EF0:BC00**

Hierarchia prefiksów w adresacji IPv6

Struktura adresu IPv6 zawiera dwie główne części: część sieciową reprezentowaną przez pierwsze 64 bity adresu (pierwsze cztery hextety) oraz część hosta zawierającą ostatnie 64 bity. Poniżej zilustrowany jest taki podział na przykładzie typowego adresu typu global unicast:

Część sieciowa: 2001:DB8:0001:ACAD:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx
Część hosta: xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:0000:0000:0000:0001

Długość części sieciowej zapisywana jest analogicznie jak długość prefiksu sieciowego w CIDR w IPv4. Poniżej przedstawione są przykładowe adresy IPv6 z częścią sieciową (prefiksem sieciowym) o różnych długościach.

Global unicast address:	2001:DB8:0001:ACAD:0000:0000:0000:0001/64
Loopback address:	::1/128
Multicast address:	FF00::/8
All networks address:	::/0 (similar to a quad zero address in IPv4)
Link-local address	fe80::8d4f:4f4d:3237:95e2%14 (notice that the slash fourteen at the end of the address is represented by a percent sign and the decimal number of fourteen. This address was taken from the output of an ipconfig /all command in the Windows Command Prompt)

Analizując część sieciową adres od lewej do prawej, można odczytać hierarchiczną strukturę adresu IPv6 typu global unicast. Ilustrują to przykłady poniżej:

- IANA Global Routing Number (pierwsze trzy bity ustawione na wartość 001)

200::/12

- Regional Internet Registry (RIR) Prefix (bity od /12 do /23)

2001:0D::/23 (szesnastkowy zapis D to 1101 binarni. Bity 21 tdo 23 to 110 a ostatni bit jest częścią ISP Prefix)

- Internet service provider (ISP) Prefix (bity do /32)

2001:0DB8::/32

- Site Prefix or Site Level Aggregator (SLA), przypisywany do danego odbiorcy przez dostawcę usług sieciowych ISP (bity do /48)

2001:0DB8:0001::/48

- Subnet Prefix (przypisywany przez końcowego odbiorcy; bity do /64)

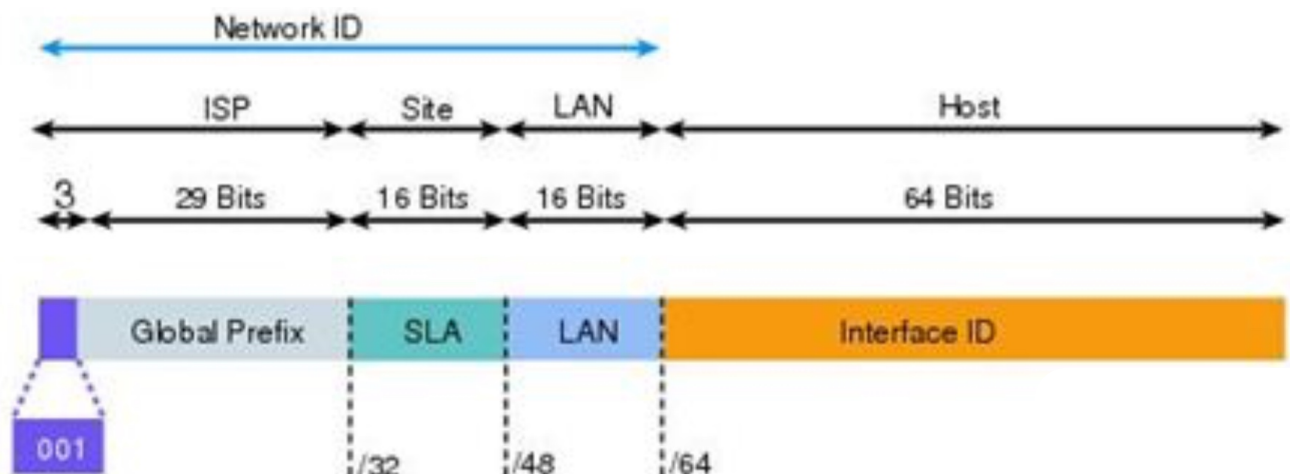
2001:0DB8:0001:ACAD::/64

- Interface ID

2001:DB8:0001:ACAD:8D4F:4F4D:3237:95E2/64

Rysunek poniżej ilustruje prefiksy występujące w adresach IPv6 czyli:

1. Global Routing Prefix /32
2. Site Level Aggregator (SLA) /48
3. Subnet ID (LAN) /64
4. Interface ID (last 64 bits)



UWAGA:

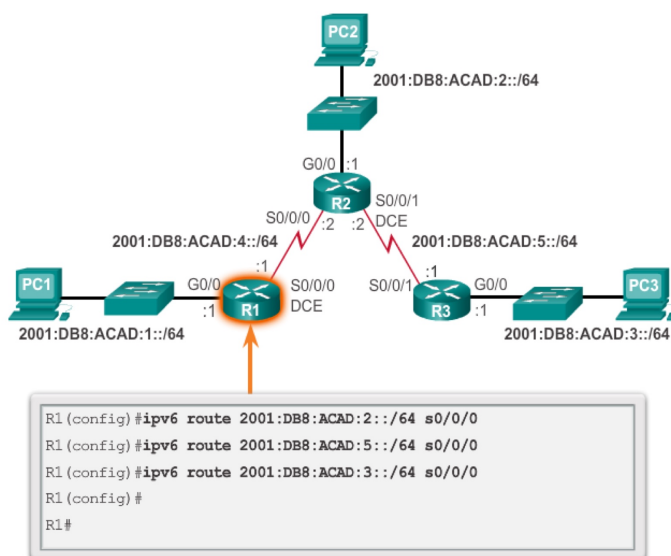
Część hosta w adresie IPv6 powinna być nazywana jako Interface ID, ponieważ nie identyfikuje konkretnego hosta a jego interfejs sieciowy. Dodatkowo, każdy interfejs sieciowy danego hosta może mieć wiele adresów IPv6 a za tym, wiele Interface ID.

Konfiguracja tras statycznych i domyślnych w IPv6

Trasy statyczne w IPv6 można podzielić na pięć podstawowych grup z czego pierwsze trzy odgrywają najważniejsze znaczenie w praktycznych przypadkach konfiguracji routerów:

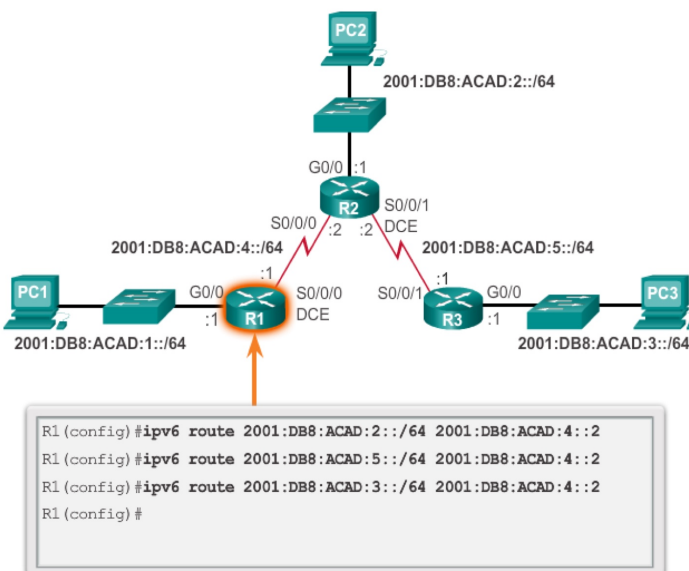
- **Directly Connected IPv6 Static Route** (trasa bezpośrednia) – tworzona jest w przypadku podania interfejsu wyjściowego. Ten typ trasy statycznej jest zazwyczaj wykorzystywany w połączeniach szeregowych typu point-to-point. Składnia polecenia jest następująca:

Router(config)# ipv6 route <ipv6-prefix/prefix-length> <outgoing-interface-type> <outgoing-interface-number>



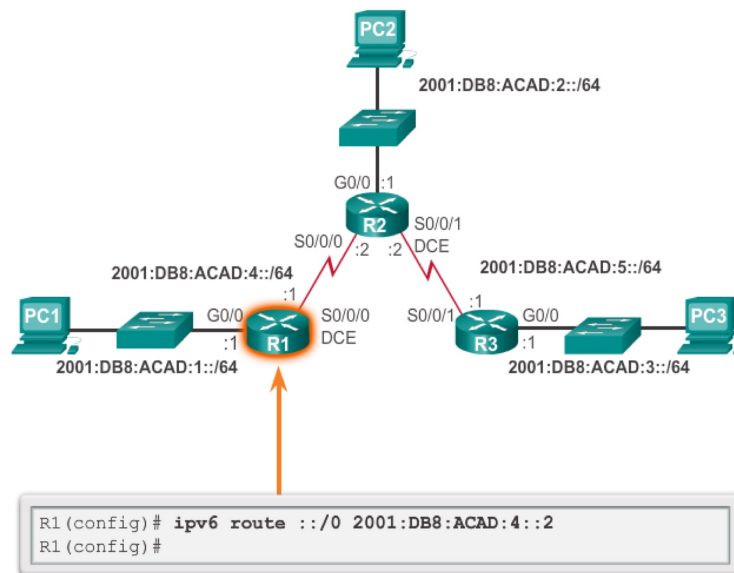
- **Recursive IPv6 Static Route** (trasa rekurencyjna) – tworzona jest w przypadku podania adresu IP następnego skoku. Nazwa pochodzi stąd, że w przypadku takiej trasy router musi dokonać rekurencyjnego przeglądu tablicy routingu by określić interfejs wyjściowy. Składnia polecenia jest następująca:

Router(config)# ipv6 route <ipv6-prefix/prefix-length> <next-hop-ipv6-address>

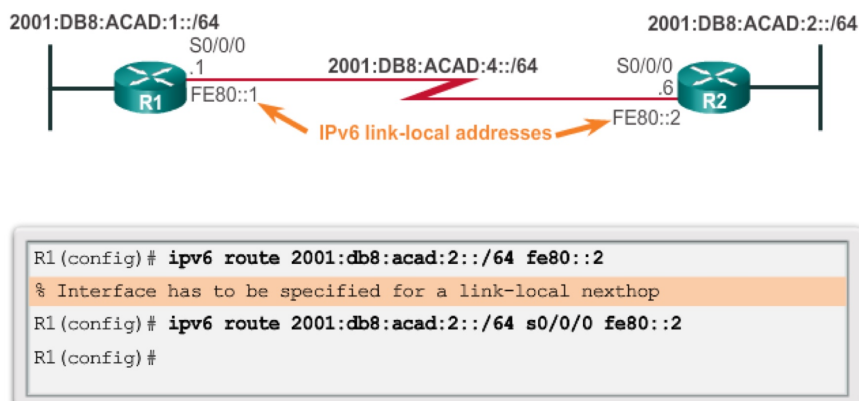


- **Default IPv6 Static Route** (trasa domyślna) – jest odpowiednikiem trasy domyślnej, poznanej dla IPv4. Notacja trasy domyślnej polega na zapisaniu wyzerowanego prefiksu adresu docelowego i wyzerowanej długości prefiksu czyli ::/0. Podobnie jak w IPv4, w składni polecenia można użyć nazwy i numeru interfejsu wyjściowego lub adresu IPv6 następnego skoku.

Router(config)# ipv6 route ::/0 <outgoing-interface-type> <outgoing-interface-number> {and/or} <next-hop-ipv6-address>

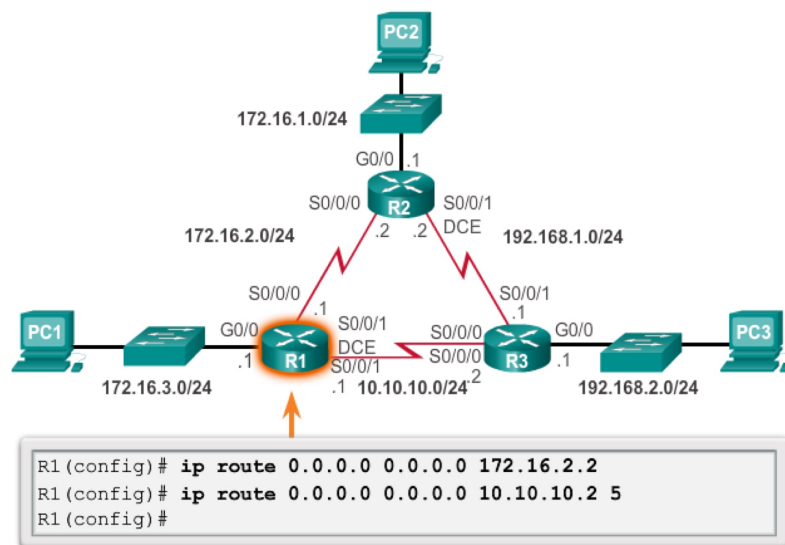


- **Fully specified static IPv6 route** (trasa z pełnym opisem) - tworzona jest w przypadku podania w poleceniu tak adresu IPv6 następnego skoku jak i interfejsu wyjściowego. W praktyce wykorzystywana stosunkowo rzadko, w starszych wersjach systemu IOS na łączach typu punkt-punkt. Przykład konfiguracji trasy statycznej tego typu ilustruje rysunek niżej:



Floating Static Route (trasa zastępcza) - jest to taki rodzaj trasy statycznej, która posiada odległość administracyjną większą niż pozostałe trasy statyczne lub dynamiczne (zagadnienie to było tematem pytania na zakończenie poprzedniego ćwiczenia). Dzięki

temu, w przypadku niedostępności trasy preferowanej jest ona tą, która może przejąć ruch sieciowy. Przykład wykorzystania Floating Static Route przedstawia rysunek poniżej



Sumaryzacja tras w IPv6

Sumaryzacja tras w IPv6 podlega tym samym regułom co poznana wcześniej, sumaryzacja tras w IPv4. Wielokrotne trasy statyczne IPv6 mogą zostać zsumaryzowane do pojedynczej trasy statycznej jeżeli:

- sieci docelowe są ciągłe i mogą zostać zsumowane do pojedynczego adresu sieciowego.
- wielokrotne trasy statyczne wykorzystują ten sam interfejs wyjściowy lub adres IPv6 następnego skoku.

Reguła postępowania przy sumaryzacji tras w IPv6.

Krok 1. Wylistuj wszystkie adresy (prefiksy) i zidentyfikuj te części, które się różnią.

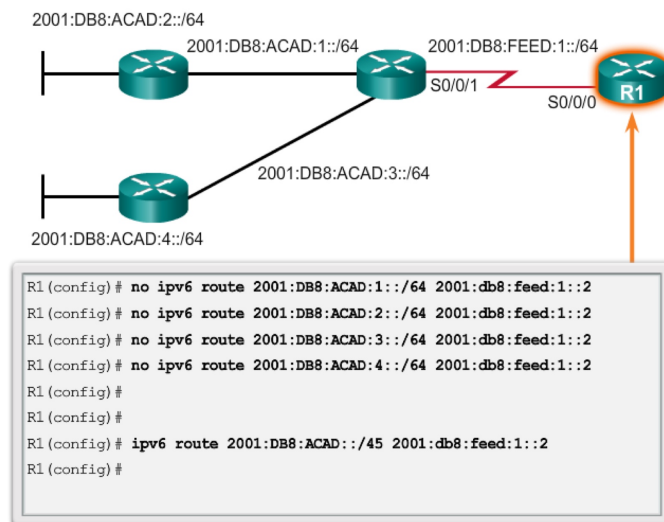
Krok 2. Usuń wszystkie skrócone formy zapisu (jeśli występują) i zamień różniące się fragmenty (hekstety) z zapisu szesnastkowego do binarnego.

Krok 3. Wyznacz od lewej liczbę bitów "niezmieniających się" by określić długość prefiksu dla trasy sumarycznej.

Krok 5. Skopiuj wszystkie "niezmieniające się" bity i dodaj bity zerowe by określić adres zsumaryzowany (prefix).

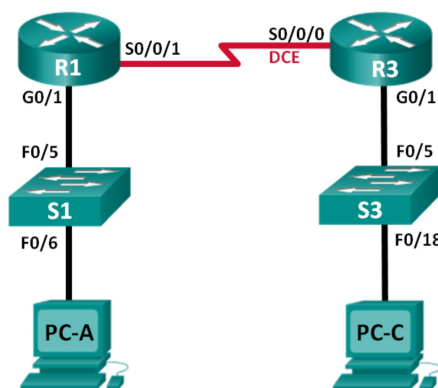
Krok 6. Zamień adres z postaci binarnej do szesnastkowej zgodnej z konwencją zapisu adresów IPv6.

Przykład usunięcia tras wielokrotnych i dodanie trasy sumarycznej ilustruje rysunek poniżej.



PRZEBIEG ĆWICZENIA

UWAGA: W sprawozdaniu muszą znaleźć się wszystkie elementy (pytania, polecenia) wyróżnione kolorem czerwonym.



Uwaga:

podane na rysunku nazwy interfejsów proszę traktować jako przykładowe i w trakcie wykonywania ćwiczenia uwzględniać typ użytych routerów i switchy.

Ćwiczenie należy rozpocząć od utworzenia fizycznej sieci zgodnej z rysunkiem powyżej. Proszę zastosować adresację zgodnie z tabelą poniżej:

Device	Interface	IPv6 Address / Prefix Length	Default Gateway
R1	G0/1	2001:DB8:ACAD:A::/64 eui-64	N/A
	S0/0/1	FC00::1/64	N/A
R3	G0/1	2001:DB8:ACAD:B::/64 eui-64	N/A
	S0/0/0	FC00::2/64	N/A
PC-A	NIC	SLAAC	SLAAC
PC-C	NIC	SLAAC	SLAAC

Krok 1. Konfiguracja adresów IPv6 na interfejsach routerów.

- Przypisz pierwszemu routerowi nazwę R1.
- Zezwól na routing IPv6.
- Skonfiguruj interfejsy sieciowe routera R1 zgodnie z tabelą powyżej.

```
R1(config)# interface g0/1
R1(config-if)# ipv6 address 2001:DB8:ACAD:A::/64 eui-64
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# interface serial 0/0/1
R1(config-if)# ipv6 address FC00::1/64
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
```

- Powtórz punkty a - c dla routera R3.
- Sprawdź czy na komputerach PC-A oraz PC-C ustawione jest automatyczne przypisanie adresów IPv6 i adres serwera DNS. Przeładuj interfejsy sieciowe komputerów PC.
- Z komputera PC-A i PC-C, sprawdź działanie polecenia ping na adres link-local bramy domyślnej.

```
C:\Users\student> ping -6 <default-gateway-address>
```

Czy test ping zakończył się sukcesem ? dla PC-A _____ dla PC_C _____

- Wykonaj test ping z PC-A do PC-C.

```
C:\Users\student> ping -6 PC-C-IPv6-address
```

Czy ping zakończył działanie z sukcesem ? Uzasadnij odpowiedź ?

Krok 2. Weryfikacja ustawień IPv6 na routerach

- Sprawdź status interfejsów na R1 za pomocą polecenia `show ipv6 interface brief`. Odpowiedz na poniższe pytania.

Jakie dwa adresy IPv6 są zarejestrowane na interfejsie G0/1 i jakiego typu są to adresy?

Jakie dwa adresy IPv6 są zarejestrowane na interfejsie S0/0/1 i jakiego typu są to adresy?

b. W celu otrzymania szczegółowszych informacji o ustawieniach IPv6 interfejsów routera R1, wydaj polecenie `show ipv6 interface`. Odpowiedz na poniższe pytania.

Czy do któregoś interfejsu przypisany jest adres multikastowy FF02::1 a jeśli tak to do którego i do czego jest wykorzystywany ?

Czy do któregoś interfejsu przypisany jest adres multikastowy FF02::2 a jeśli tak to do którego i do czego jest wykorzystywany ?

Do czego służą adresy multikastowe FF02::1:FF00:1 oraz FF02::1:FF0D:1A60 ?

c. Wyświetl tablicę routingu IPv6 na routerze R1 za pomocą polecenia `show ipv6 route`.

Czy na podstawie wyświetlonych informacji można uzasadnić niepowodzenie testu ping z PC-A do PC-C ? Jeśli tak, to proszę podać to uzasadnienie poniżej.

Krok 3. Konfiguracja tras statycznych IPv6.

1. Konfiguracja trasy statycznej typu *directly connected*

a. Na routerze R1 skonfiguruj trasę statyczną do sieci 2001:DB8:ACAD:B::/64 na routerze R3, wykorzystując interfejs wyjściowy S0/0/1 na routerze R1.

```
R1(config)# ipv6 route 2001:DB8:ACAD:B::/64 serial 0/0/1
```

b. Umieść w sprawozdaniu tablicę routingu dla R1.

c. Na routerze R3 skonfiguruj trasę statyczną do sieci 2001:DB8:ACAD:A::/64 na routerze, wykorzystując interfejs wyjściowy S0/0/0 na routerze R3.

```
R3(config)# ipv6 route 2001:DB8:ACAD:A::/64 serial 0/0/0
```

d. Wykonaj test ping pomiędzy PC-A i PC-C. Czy zakończył się on sukcesem? Uzasadnij odpowiedź.

2. Konfiguracja trasy statycznej typu *recursive*

a. Na routerze R1 usuń trasę statyczną do sieci 2001:DB8:ACAD:B::/64 i dodaj statyczną trasę typu recursive.

```
R1(config)# no ipv6 route 2001:DB8:ACAD:B::/64 serial 0/0/1
R1(config)# ipv6 route 2001:DB8:ACAD:B::/64 FC00::2
R1(config)# exit
```

b. Na routerze R3 usuń trasę statyczną do sieci 2001:DB8:ACAD:A::/64 i dodaj statyczną trasę typu recursive.

```
R3(config)# no ipv6 route 2001:DB8:ACAD:A::/64 serial 0/0/0
R3(config)# ipv6 route 2001:DB8:ACAD:A::/64 FC00::1
R3(config)# exit
```

c. Umieść w sprawozdaniu tablicę routingu dla R3.

d. Wykonaj test ping pomiędzy PC-A i PC-C.

Czy zakończył się on sukcesem? _____

3. Konfiguracja trasy statycznej typu default.

a. Na routerze R1 usuń statyczną trasę typu recursive i dodaj trasę domyślną

```
R1(config)# no ipv6 route 2001:DB8:ACAD:B::/64 FC00::2
R1(config)# ipv6 route ::/0 serial 0/0/1
R1(config)#
```

b. Powtórz punkt a w odniesieniu do routera R3.

c. Umieść w sprawozdaniu tablicę routingu dla R3.

d. Wykonaj test ping pomiędzy PC-A i PC-C.

Czy zakończył się on sukcesem? _____

ZADANIE DO SAMODZIELNEGO OPRACOWANIA

Przedstaw szczegółowo (według reguł umieszczonych we wstępie do instrukcji) proces sumaryzacji dwóch sieci IPv6:

2001:CC1E:2AB3:1A3C::/64
2001:CC1E:2AB3:1A4D::/64

SPRAWOZDANIE NALEŻY UMIEŚCIĆ NA DROPBOX W KATALOGU
/Laboratorium/Sprawozdania/<dzień tygodnia_godz. rozpoczęcia zajęć>

PLIK SPRAWOZDANIA PROSZĘ NAZWAĆ WEDŁUG SCHEMATU:
Spr5_<nazwisko studenta wykonującego sprawozdanie>.pdf

PREFEROWANY FORMAT PLIKU: PDF

