

# Warsztaty z Sieci komputerowych

## Lista 2

### Przed zajęciami

Utwórz cztery maszyny *Virbian1–Virbian4*, każdą z dwiema kartami sieciowymi. Niech pierwsze karty sieciowe maszyn *Virbian1* i *Virbian2* będą połączone wirtualną siecią *remote*, zaś ich drugie karty podłączone do wirtualnych sieci *local1* i *local2* (*Virbian1* do *local1* a *Virbian2* do *local2*). Maszyn *Virbian3* i *Virbian4* na razie nie konfiguruj. Uruchom maszyny *Virbian1* i *Virbian2*.

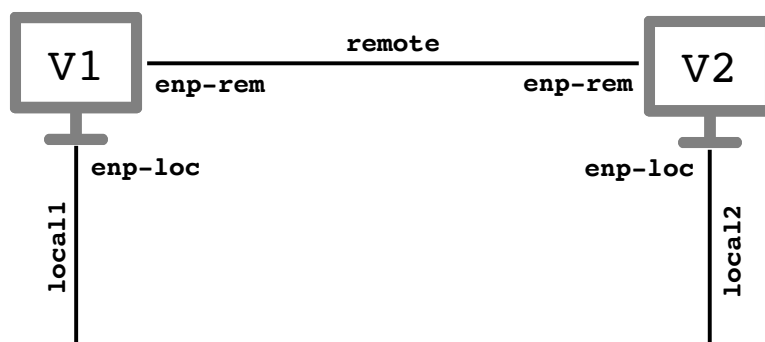
### Tutorial #1

Po uruchomieniu maszyn *Virbian1* i *Virbian2* na każdej z nich dostępne powinny być trzy interfejsy sieciowe (możesz wyświetlić je poleceniem `ip link`): interfejs pętli lokalnej `lo` i dwa interfejsy o nazwach zaczynających się od `enp`.

- ▶ Na maszynie *Virbian1* ustal interfejs `enpxsy` połączony z siecią *remote* oraz interfejs `enpwsz` połączony z siecią *local1*. Dla wygody zmienimy nazwy tych interfejsów poleceniami:

```
V1#> ip link set enpxsy name enp-rem
V1#> ip link set enpwsz name enp-loc
```

Wykonaj analogiczne polecenia na maszynie *Virbian2* zmieniając nazwy jej interfejsów połączonych z sieciami *remote* i *local2* odpowiednio na `enp-rem` i `enp-loc`. Otrzymasz sytuację jak na poniższym rysunku.



- ▶ Poleceniem `ip link` aktywuj karty `enp-rem` a poleceniem `ip addr` przypisz im adresy IP. Na maszynie *Virbian1* przypisz tej karcie adres IP równy `172.16.0.1/16`, zaś na maszynie *Virbian2* adres `172.16.0.2/16`. Poleceniem `ip addr` wyświetl aktualnie skonfigurowane interfejsy. W przypadku błędu wykorzystaj polecenie `ip addr flush`.

- ▶ Wyświetl tablicę routingu poleceniem

```
V1$> ip route
```

a także wykorzystując starsze narzędzie `route`:

```
V1$> route -n
```

Zauważ, że polecenie `ip route` wyświetla przy trasach do sieci opis `proto kernel`. Oznacza to, że trasa do danej sieci została dodana automatycznie przez jądro systemu podczas dodawania adresu do interfejsu.

- ▶ Za pomocą programu `ping` sprawdź, czy połączone ze sobą siecią `remote` maszyny wirtualne *Virbian1* i *Virbian2* „widzą się” wzajemnie.
- ▶ Pingnij adres interfejsu pętli lokalnej `lo` o adresie `127.0.0.1`. Zauważ, że komunikaty dochodzą pomimo tego, że odpowiedni wpis nie jest wyświetlany poleceniem `ip route`. Te dodatkowe wpisy w tablicy można wyświetlić poleceniem

```
V1$> ip route list table local
```

Przeanalizuj poszczególne wiersze. Zwróć uwagę na adresy rozgłoszeniowe i różnice w polach `scope`.

- ▶ Na maszynach *Virbian1* i *Virbian2* włącz Wiresharka i rozpocznij nasłuchiwanie na wszystkich interfejsach. Zaobserwuj, co jest wypisywane w konsoli oraz jakie pakiety są wysyłane i odbierane jeśli pingasz z maszyny *Virbian1*:

- adres `127.0.0.1`;
- swój własny adres IP przypisany do interfejsu `enp-rem`;
- adres IP maszyny *Virbian2* przypisany do interfejsu `enp-rem`;
- adres rozgłoszeniowy sieci podłączonej do interfejsu `enp-rem` (poleceniem `ping -b 172.16.255.255`)<sup>1</sup>;
- adres IP należący do sieci `172.16.0.0/16` nieprzypisany do żadnego interfejsu sieciowego;
- adres IP z sieci, do której maszyna nie jest podłączona, np. `10.10.10.10`.

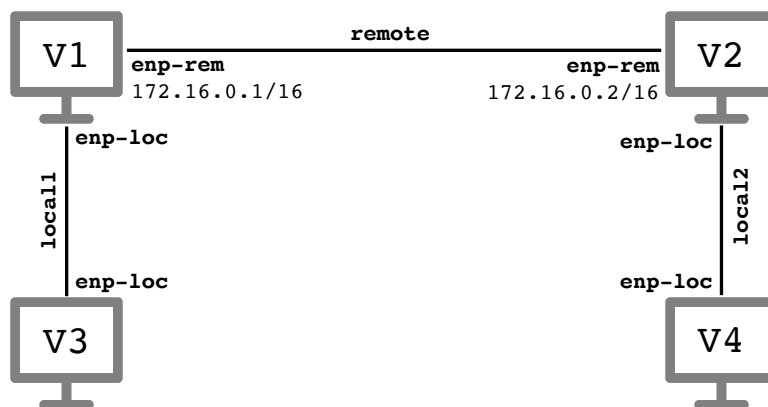
Porównaj otrzymane komunikaty, przesyłane pakiety i czasy reakcji.

## Tutorial #2

Skonfiguruj maszyny *Virbian3* i *Virbian4*, które będą miały po jednej karcie sieciowej połączonej odpowiednio z siecią `local1` i `local2`. Po ich uruchomieniu zmień nazwę wirtualnej karty sieciowej w tych maszynach na `enp-loc`. Dzięki temu osiągniesz konfigurację jak na poniższym rysunku.

---

<sup>1</sup>Jeśli nie otrzymujesz odpowiedzi, na maszynie docelowej sprawdź wynik działania polecenia `sysctl net.ipv4.icmp_echo_ignore_broadcasts`. Jeśli jest on równy 1, to odbierane pingi wysłane na adres rozgłoszeniowy będą ignorowane. W takim wypadku należy wykonać polecenie `sysctl net.ipv4.icmp_echo_ignore_broadcasts=0`.



Celem poniższego zadania jest konfiguracja routingu pomiędzy tymi maszynami wirtualnymi.

- ▶ Na wszystkich maszynach sprawdź wynik polecenia `sysctl net.ipv4.ip_forward` i jeśli zwracaną wartością jest 0, wykonaj polecenie

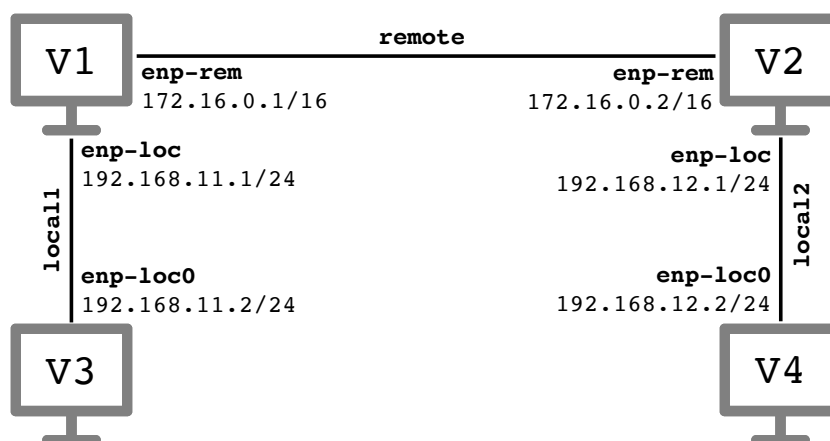
```
V#> sysctl net.ipv4.ip_forward=1
```

Polecenie to włączy przekazywanie pakietów IP pomiędzy interfejsami (maszyna wirtualna będzie mogła pełnić funkcję routera).

- ▶ Aktywuj interfejsy `enp-loc` na maszynach *Virbian1* i *Virbian3* i przypisz im adresy IP równe odpowiednio `192.168.11.1/24` i `192.168.11.2/24`.

Aktywuj interfejsy `enp-loc` na maszynach *Virbian2* i *Virbian4* i przypisz im adresy IP równe odpowiednio `192.168.12.1/24` i `192.168.12.2/24`.

Uzyskana konfiguracja wygląda teraz jak na poniższym rysunku.



- ▶ Na każdej maszynie poleceniem `ping` sprawdź osiągalność najbliższych interfejsów najbliższej położonych maszyn. Przykładowo na maszynie *Virbian1* należy sprawdzić osiągalność interfejsu `enp-loc0` maszyny *Virbian3* oraz interfejsu `enp-rem` maszyny *Virbian2* wydając polecenia

```
V1$> ping 192.168.11.2
```

```
V1$> ping 172.16.0.2
```

- ▶ Z maszyny *Virbian1* sprawdź osiągalność interfejsu `enp-loc` maszyny *Virbian2*, tzn. wydaj na niej polecenie `ping 192.168.12.1`. Analogicznie na maszynie *Virbian2* wydaj polecenie `ping 192.168.11.1`. Takie adresy są nieosiągalne, gdyż nadawca nie wie, jak dostać się do docelowej sieci (odpowiednio `192.168.12.0/24` i `192.168.11.0/24`).
- ▶ Spróbujmy to naprawić dodając na maszynach *Virbian1* i *Virbian2* odpowiednie wpisy w ich tablicach routingu. W tym celu wydaj polecenia:

```
V1#> ip route add 192.168.12.0/24 via 172.16.0.2
V2#> ip route add 192.168.11.0/24 via 172.16.0.1
```

Jeśli pomylił się wpisując polecenie `ip route`, dodaną omyłkowo trasę możesz skasować zamieniając parametr `add` na `del`. Poleceniem `ip route` sprawdź, czy trasy zostały skonfigurowane. Wykonaj polecenia `ping` z poprzedniego punktu; teraz powinny zakończyć się sukcesem.

- ▶ Z maszyny *Virbian1* sprawdź osiągalność interfejsu `enp-loc` maszyny *Virbian4* wydając na niej polecenie `ping 192.168.12.2`

Co jest przyczyną niepowodzenia? Jaki komunikat otrzymujesz? Obejrzyj przesyłane komunikaty ICMP Wiresharkami uruchomionymi na wszystkich maszynach. Zauważ, że komunikat *ICMP echo request* dociera do komputera docelowego. Dlaczego więc nie jest odsyłana odpowiednia odpowiedź?

- ▶ Spróbujmy naprawić sytuację dodając na maszynie *Virbian4* informację pozwalającą trafić do pozostałych dwóch sieci. Zamiast dodawać dwa wpisy do tablicy routingu, określimy, że pakiety mogą dotrzeć w dowolne miejsce, jeśli dostarczymy je do interfejsu `enp-loc` podłączonej bezpośrednio maszyny *Virbian2*. W tym celu wydaj polecenia

```
V4#> ip route add default via 192.168.12.1
```

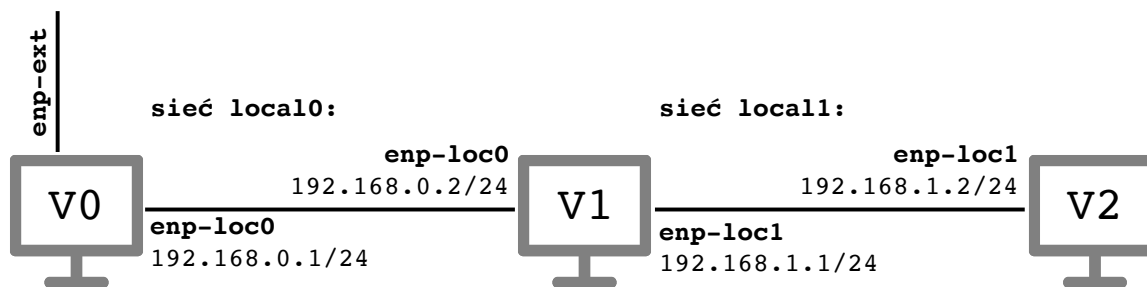
Napis `default` jest skrótem notacyjnym na `0.0.0.0/0`. Dodaj analogiczny wpis na maszynie *Virbian3*.

```
V3#> ip route add default via 192.168.11.1
```

- ▶ Wyświetl bieżącą tablicę routingu na maszynach *Virbian3* i *Virbian4* poleceniem `ip route`. Sprawdź, że z każdej maszyny możesz teraz pingnąć adres dowolnego innego interfejsu. W razie kłopotów zaobserwuj przesyłane pakiety Wiresharkiem.
- ▶ Wyświetl trasę z maszyny *Virbian3* do maszyny *Virbian4* poleceniem `tracert`. Analogicznie wyświetl trasę z maszyny *Virbian4* do maszyny *Virbian3*.
- ▶ Na wszystkich maszynach zdekonfiguruj istniejące interfejsy poleceniami `ip addr flush` i `ip link set down` a następnie wyłącz wszystkie cztery maszyny.

# Wyzwanie #1

Twoim celem jest osiągnięcie konfiguracji z rysunku poniżej.



W tym celu wykonaj następujące kroki.

- ▶ Utwórz maszyny wirtualne:
  - *Virbian0*, która będzie miała dwie karty sieciowe: jedną z domyślną konfiguracją sieciową (NAT), zaś drugą połączoną z wirtualną siecią *local0*;
  - *Virbian1*, która będzie miała dwie karty sieciowe połączoną z wirtualnymi sieciami *local0* i *local1*;
  - *Virbian2*, która będzie miała jedną kartę sieciową połączoną z wirtualną siecią *local1*.

- ▶ Uruchom maszyny i nazwij ich interfejsy tak jak na rysunku powyżej. Uzyskaj konfigurację sieciową dla interfejsu *enp-ext* maszyny *Virbian0* poleceniem

```
V0#> dhclient -v enp-ext
```

- ▶ Przypisz obu interfejsom *enp-loc0* i obu interfejsom *enp-loc1* adresy IP z sieci 192.168.0.0/24 i 192.168.1.0/24 jak na rysunku. Sprawdź osiągalność interfejsów bezpośrednio połączonych maszyn poleceniem *ping*.
- ▶ Skonfiguruj routing:
  - na maszynie *Virbian0* określ, że do sieci 192.168.1.0/24 można dostać się wysyłając pakiety do 192.168.0.2;
  - na maszynie *Virbian1* ustaw bramę domyślną równą 192.168.0.1.
  - na maszynie *Virbian2* ustaw bramę domyślną równą 192.168.1.1;
- ▶ Z każdej maszyny wirtualnej powinny być teraz osiągalne wszystkie interfejsy *enp-loc i*. Sprawdź to poleceniem *ping*. Wyświetl trasę z maszyny *Virbian2* do maszyny *Virbian0* poleceniem *traceroute*.
- ▶ Z maszyny *Virbian0* pingnij adres 8.8.8.8; zaobserwuj, że otrzymywana jest odpowiedź. Pingnij ten sam adres z maszyny *Virbian2*. Czy zapytanie dochodzi do maszyny *Virbian0*? Czy otrzymywana jest odpowiedź? Dlaczego? Zastanów się, kogo należałoby powiadomić o konfiguracji naszej sieci, żeby odpowiedź z komputera 8.8.8.8 wracała do maszyny *Virbian2*.

## Niepunktowane zadanie dodatkowe

Poniższe zadanie można wykonać na zajęciach lub po ich zakończeniu. Warto je wykonać przed programowaniem pierwszego zadania programistycznego (*traceroute*).

- ▶ Uruchom maszynę wirtualną *Virbian0* z domyślną konfiguracją sieciową (NAT). Następnie zmień nazwę jej karty sieciowej na `enp0` i uzyskaj konfigurację sieciową poleceniem

```
V0#> dhclient -v enp0
```

- ▶ Obejrzyj przypisany w ten sposób adres IP i tablice routingu poleceniami `ip addr` i `ip route`. Który wpis jest wpisem bramy domyślnej? Czy wiesz, jakie urządzenie jest tą bramą?
- ▶ Wykonaj polecenie `traceroute` do jakiegoś znanego Ci adresu IP (np. `8.8.8.8`) lub nazwy domeny (np. `wikipedia.com`) wykorzystując opcję `-I` (jest to wariant programu `traceroute` wykorzystujący pakiety *ICMP echo request*).

```
V0#> traceroute -I 8.8.8.8
```

- ▶ Pobierz ze strony wykładu program `icmp_receive.c`.<sup>2</sup> Skompiluj go i uruchom poleceniami

```
V0$> gcc -W -Wall -O2 icmp_receive.c -o icmp_receive  
V0#> ./icmp_receive
```

Wykonaj w maszynie wirtualnej polecenie `ping 8.8.8.8`. Zaobserwuj i porównaj pakiety odbierane w Wiresharku i programie `icmp_receive`. Powtórz eksperyment wykorzystując polecenie `traceroute -I 8.8.8.8`.

Materiały do kursu znajdują się w systemie Canvas: <https://canvas.ii.uni.wroc.pl/>.

*Marcin Bienkowski*

---

<sup>2</sup>Pobieranie z sieci nie jest oczywiście jedynym sposobem przesyłania plików do *Virbiana*. Wybierając w ustawieniach maszyny część *Shared folders* można łatwo udostępnić *Virbianowi* dowolny katalog nadrzędnego systemu operacyjnego.