

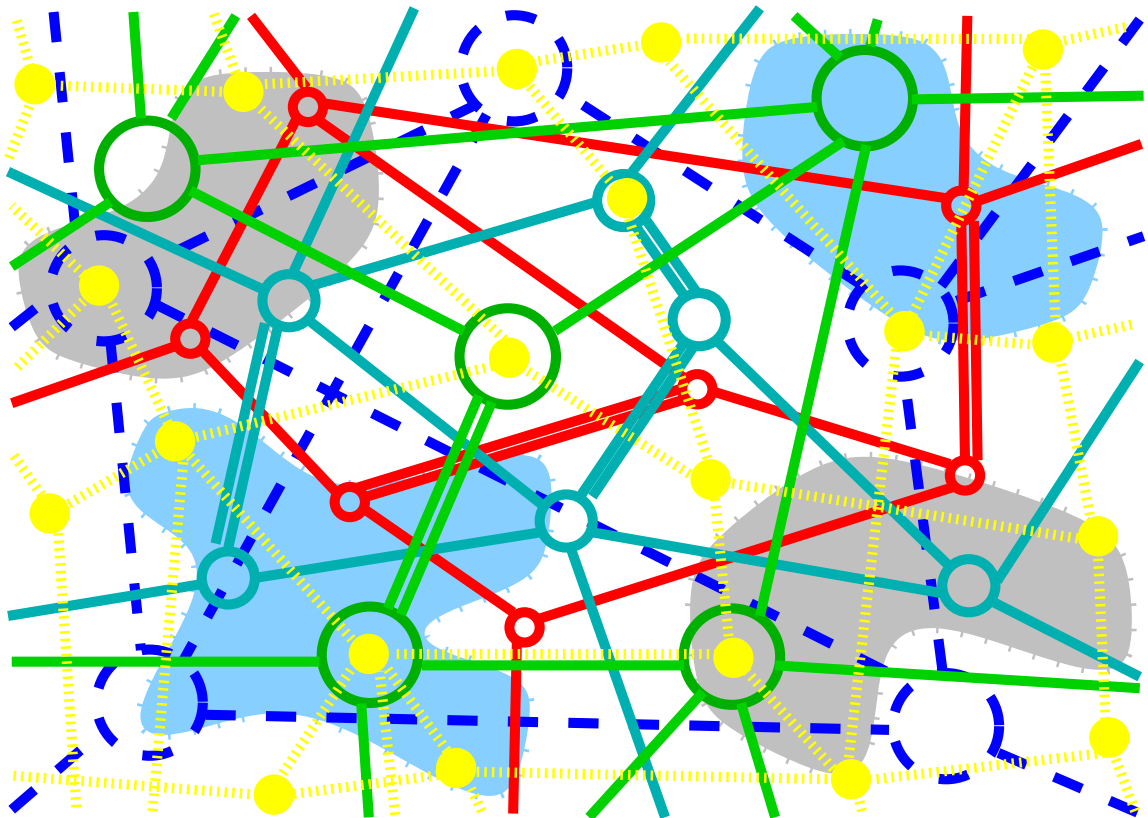
# Instrukcja do laboratorium sieci komputerowych

Konfigurowanie stacji do pracy w sieci

dr inż. Piotr Arabas

mgr inż. Jerzy Sobczyk

dr inż. Edward Śliwa



11 marca 2025

## 2 Ćwiczenie 2 Konfigurowanie stacji do pracy w sieci

### 2.1 Przygotowanie do zajęć

1. W czasie wykonywania ćwiczenia niezbędna będzie wiedza z zakresu następujących tematów:
  - adresowanie IPv4 (adres IPv4, maska i numer sieci, adresy rozgłoszeniowe),
  - tablica routingu i rodzaje wpisów w tej tablicy, brama domyślna,
  - podstawowe wiadomości o sieciach wirtualnych 802.1q,
  - usługa DHCP
2. Przed przystąpieniem do ćwiczenia należy zapoznać się z opisem (np. instrukcje dostępne w sieci www) plików i programów wykorzystywanych w ćwiczeniu, w szczególności:
  - komenda **ip** z pakietu **iproute2** – w zakresie konfiguracji:
    - interfejsu sieciowego w warstwie sieciowej,
    - tablicy routingu,
    - interfejsu sieciowego w warstwie łącza danych (tworzenie interfejsów sieciowych obsługujących znakowane ramki 802.1q),
  - starsze komendy konfiguracyjne systemów Linux/UNIX:
    - **ifconfig**
    - **netstat**
    - **route**
  - **/etc/network/interfaces** – plik konfiguracyjny interfejsu sieciowego
  - **/etc/resolv.conf** – konfiguracja resolvera DNS
  - **/etc/kea/kea-dhcpd4.conf** – plik konfiguracyjny serwera DHCP

### 2.2 Logowanie do stanowiska roboczego

Zalogować się na stanowisku roboczym. Większość komend używanych w ćwiczeniu wymaga uprawnień administratora systemu – dlatego należy zalogować się jako użytkownik **ppkroot**. Hasło zostanie podane w czasie ćwiczenia.

### 2.3 Przygotowanie do pracy systemu operacyjnego

Stanowisko powinno być przygotowane do pracy, ale na wszelki wypadek należy sprawdzić parametry interfejsów sieciowych:

- interfejs **eni** powinien mieć numer IP 192.168.96.2 $xx$ , gdzie  $xx$  jest numerem stanowiska (interfejs ten w ćwiczeniu służy do komunikacji z internetem, i jego parametry nie są modyfikowane),
- interfejs **enr** nie powinien być skonfigurowany – nie powinien mieć określonego numeru IPv4) interfejs ten w ćwiczeniu będzie miał parametry modyfikowane przez wykonującego ćwiczenie),
- w przypadku stwierdzenia niezgodności z jednym z powyższych punktów należy to zgłosić prowadzącemu ćwiczenie.

W sprawozdaniu należy zamieścić początkowe parametry obu interfejsów (np. wynik odpowiedniej komendy **ip** lub **ifconfig**)

## 2.4 Podstawowa konfiguracja interfejsu sieciowego

1. Posługując się komendą `ip` (patrz Uwagi):
  - skonfigurować interfejs `enr` do pracy w sieci IPv4, ustawiając jego parametry zgodnie z poniższą tabelą:

stanowisko	numer IPv4
1	172.16.1.1
2	172.16.1.2
3	172.16.1.3
4	172.16.1.4
5	172.16.1.5
6	172.16.1.6
7	172.16.1.7

stanowisko	numer IPv4
8	172.16.1.8
9	172.16.1.9
10	172.16.1.10
11	172.16.1.11
12	172.16.1.12
16	172.16.1.16
17	172.16.1.17

Maska sieci powinna być 24-bitowa. Nie należy konfigurować bramy domyślnej dla tej sieci.

2. Sprawdzić poprawność konfiguracji, wysyłając za pomocą komendy `ping` pakiet ICMP do sąsiedniego stanowiska (dokładniej: na jeden z numerów IP z tabeli powyżej)<sup>1</sup>.
3. Skonfigurować resolver DNS. Jako serwery DNS przyjąć 192.168.96.253 i 194.29.160.10. Resolver powinien poprawnie odwzorowywać hosty w domenie `elka.pw.edu.pl`, do określenia których użyto jednoczołnowej nazwy (np. `mion`). Sprawdzić poprawność konfiguracji resolver'a.
4. W sprawozdaniu zamieścić: komendy użyte do konfiguracji interfejsu sieciowego, zawartość pliku konfiguracyjnego resolver'a, wyniki testów działania skonfigurowanego interfejsu.

## 2.5 Automatyczna konfiguracja interfejsów sieciowych przy starcie systemu operacyjnego

1. Przyjmując te same dane co w poprzednim punkcie, zmodyfikować plik konfiguracyjny interfejsów sieciowych w taki sposób, by po restarcie system operacyjny poprawnie pracował w sieci także z interfejsem `enr`.
2. Sprawdzić parametry interfejsu `enr` sieciowego i poprawność pracy w sieci po restarcie komputera.
3. W sprawozdaniu zamieścić: zawartość pliku konfiguracyjnego interfejsów sieciowych (w części odnoszącej się do interfejsu `enr`) oraz wyniki testów działania skonfigurowanego interfejsu po restarcie komputera.

## 2.6 Konfiguracja interfejsu sieciowego obsługującego znakowane ramki 802.1q

1. Za pomocą komendy `ip` utworzyć dodatkowy wirtualny interfejs sieciowy wysyłający/odbierający znakowane ramki 802.1q mające VLAN ID oraz inne parametry zgodnie z poniższą tabelą:

nr stanowiska	VLAN ID	numer IP
1	561	10.0.1.1/24
2	561	10.0.1.2/24
3	562	10.0.2.3/24
4	562	10.0.2.4/24
5	563	10.0.3.5/24
6	563	10.0.3.6/24
7	564	10.0.4.7/24

nr stanowiska	VLAN ID	numer IP
8	564	10.0.4.8/24
9	565	10.0.5.9/24
10	565	10.0.5.10/24
11	566	10.0.6.11/24
12	566	10.0.6.12/24
16	567	10.0.7.16/24
17	567	10.0.7.16/24

Nazwa nowego interfejsu powinna być nazwą interfejsu `enr` uzupełnioną o kropkę i VLAN ID, np. `enr.561`.

<sup>1</sup>Należy upewnić się, że student pracujący przy odpowiednim stanowisku zdążył już skonfigurować swój interfejs sieciowy,

2. Sprawdzić wzajemną osiągalność komputerów mających interfejs sieciowy w sieci wirtualnej o tym samym VLAN ID (np. za pomocą komendy `ping` lub `ssh`).
3. Sprawdzić, czy możliwa jest komunikacja z komputerami mającymi VLAN ID inny niż wykorzystywany na stanowisku studenta wykonującego ćwiczenie (np. za pomocą komendy `ping` lub `ssh`).
4. Zmodyfikować plik konfiguracyjny interfejsów sieciowych w taki sposób, by po restarcie systemu operacyjnego wszystkie interfejsy sieciowe były poprawnie skonfigurowane.
5. W sprawozdaniu zamieścić: komendy użyte do konfiguracji interfejsu sieciowego obsługującego znakowane ramki, zawartość pliku konfiguracyjnego interfejsów sieciowych (w części odnoszącej się do interfejsu `enr.56x`) oraz wyniki testów działania skonfigurowanego interfejsu po restarcie komputera.

**Uwaga.** Ten punkt ćwiczenia powinien być wykonywany we współpracy z osobą na sąsiednim stanowisku – tym, który w tabeli powyżej ma ten sam VLAN ID. Jeśli w ćwiczeniu to stanowisko jest nieobsadzone, wykonujący ćwiczenie powinien sam skonfigurować interfejsy tego stanowiska.

## 2.7 Automatyczna konfiguracja interfejsu sieciowego za pomocą DHCP

**Uwaga:** ten punkt wykonywany jest w zespołach dwuosobowych, zgodnie z tabelą i uwagą z poprzedniego punktu.

1. Na stanowisku o nieparzystym numerze uruchomić serwer DHCP (patrz skrótowe informacje o programie Kea DHCP w dalszej części instrukcji). W tym celu należy zmodyfikować plik konfiguracyjny tego serwera DHCP (`/etc/kea/kea-dhcp4.conf`) w taki sposób, by przydzielał klientom w sieci `10.0.x.0/24` numery IP z zakresu `10.0.x.100 ÷ 10.0.x.120`. Serwer DHCP powinien oprócz numerów IP przydzielać pozostałe istotne parametry sieciowe (maskę sieci, adres rozgłoszeniowy skierowany, numery IP serwerów DNS, bramę domyślną).
2. Na odpowiadającym (tj. mającym interfejs sieciowy w sieci wirtualnej o tym samym VLAN ID) stanowisku o numerze parzystym należy skonfigurować klienta DHCP. W tym celu należy z pliku `/etc/network/interfaces` usunąć dane konfiguracyjne interfejsu wirtualnego i zastąpić je linią wymuszającą konfigurację tego interfejsu przez DHCP. Przystartować system operacyjny.
3. Po restarcie sprawdzić, czy klient otrzymał z serwera DHCP właściwe dane. W razie potrzeby wymusić ponowne wysłanie żądania DHCP REQUEST przez klienta.
4. Zarejestrować (za pomocą programu **Wireshark**) wymianę komunikatów między serwerem i klientem DHCP w czasie procesu żądania/przydziału dzierżawy numeru IP.
5. W sprawozdaniu zamieścić:
  - zmodyfikowany plik konfiguracyjny serwera DHCP,
  - wyciągi z logów serwera DHCP świadczące o jego poprawnym uruchomieniu,
  - wyciąg z pliku zawierającego dzierżawione klientom adresy,
  - komendę użytą na komputerze klienta DHCP pozwalającą sprawdzić poprawność procesu przydziału parametrów sieciowych oraz wynik działania tej komendy,
  - zarejestrowaną w programie **Wireshark** sekwencję wymiany komunikatów między serwerem i klientem DHCP.

**Uwaga.** Zawartość pliku konfiguracyjnego serwera DHCP oraz uzyskane z tego serwera dane konfiguracyjne klienta DHCP należy zamieścić w obu sprawozdaniach zespołu wykonującego ten punkt ćwiczenia.

## 2.8 Sprawozdanie z wykonania ćwiczenia

- Z wykonania ćwiczenia należy przygotować sprawozdanie w postaci pliku `.pdf`.
- Na początku każdego punktu sprawozdania należy zamieścić informację, którego punktu instrukcji dany punkt dotyczy.
- Sprawozdanie należy zamieścić na serwerze **studia**.

## 2.9 Uwagi

- Punkty 2.2 ÷ 2.6 ćwiczenia wykonywane są jednoosobowo. punkt 2.7 wykonywany jest w zespołach dwuosobowych. W przypadkach, gdy niektóre stanowiska będą nieobsadzone, prowadzący zajęcia ustali przynależność do poszczególnych zespołów i parametry konfiguracyjne interfejsów.
- Ze względu na konfigurację switchy i routerów obsługujących pracownię interfejsy: fizyczny **enr** oraz wirtualny **enr.56x** nie mają dostępu do sieci Internet. Bramę domyślną w sieciach tych interfejsów należy zdefiniować jako ostatni możliwy numer IP w danej sieci, ale nie będzie ona działać.
- Komendy powodujące zmiany parametrów interfejsu sieciowego (takie jak **ip** i **ifconfig**) powinny być wykonywane wyłącznie dla interfejsu **enr**. Wywołanie takiej komendy dla interfejsu **eni** może spowodować zmianę parametrów interfejsu, przez który wykonujący ćwiczenie komunikuje się z internetem, i w konsekwencji: utratą łączności z innymi komputerami, koniecznością interwencji prowadzącego zajęcia i obniżeniem oceny z ćwiczenia.
- Studenci, którzy nie mają własnej kopii niniejszej instrukcji (np. w postaci wydruku lub na własnym notebook'u lub smartfonie) powinni rozpocząć ćwiczenie od konfiguracji resolver'a (pkt. 2.4.3) – dopiero wówczas będzie można uzyskać dostęp do serwera **studia.elka.pw.edu.pl**. Można także skorzystać z kopii pliku z niniejszą instrukcją: **/home/student/instr-conf.pdf**.

## 2.10 Pożyteczne komendy i ich opcje

Polecenia systemu Linux	
<b>ip</b>	Podstawowa komenda systemowa pozwalająca m.in. wyświetlić i ustawić parametry interfejsów sieciowych.
<b>ip address show</b>	Wyświetlenie parametrów konfiguracyjnych interfejsów sieciowych: Zamiast komendy <b>ip</b> można użyć historycznie starszej komendy o zbliżonej funkcjonalności: <b>ifconfig -a</b> Zwracamy uwagę, że efekty działań komend <b>ip</b> oraz <b>ifconfig</b> mogą się nieco różnić – np. mieć inny wpływ na tablicę routingu. Wymagane w ćwiczeniu efekty prościej można uzyskać za pomocą klasycznych komend ( <b>ifconfig</b> , <b>vconfig</b> ), jednak komendy te w nowszych wersjach systemu Linux mogą nie zawsze być dostępne.
<b>ip addr add <i>ip/m</i> dev <i>ifname</i></b>	Ustawienie parametrów konfiguracyjnych interfejsu sieciowego, gdzie: <ul style="list-style-type: none"><li>• <b><i>ifname</i></b> jest nazwą interfejsu</li><li>• <b><i>ip</i></b> jest przydzielanym interfejsowi numerem IP</li><li>• <b><i>m</i></b> jest liczbą jedynek w masce sieci</li></ul> (ustawienie numeru IP i maski sieci powoduje automatycznie dodanie wpisu o sieci bezpośrednio dołączonej do tablicy routingu.)
<b>ifconfig <i>ifname</i> <i>ip/m</i></b>	Alternatywna komenda ustawiająca parametry interfejsu.
<b>ip addr del <i>ip/m</i> dev <i>ifname</i></b>	Usunięcie parametrów konfiguracyjnych interfejsu sieciowego.
<b>ifconfig <i>ifname</i> 0.0.0.0</b>	Alternatywna komenda usuwająca parametry interfejsu.
<b>ip link add link <i>ifname</i> name <i>ifname.vid</i> type vlan id <i>vid</i></b>	Utworzenie wirtualnego interfejsu sieciowego odbierającego/wysyłającego znakowane ramki 802.1q. gdzie: <ul style="list-style-type: none"><li>• <b><i>ifname</i></b> jest nazwą interfejsu (np. <b>enr</b> lub <b>eni</b>)</li><li>• <b><i>vid</i></b> jest wartością VLAN ID (np. 501)</li></ul>
<b>vconfig add <i>ifname</i> <i>vid</i></b>	Alternatywna komenda tworzenia interfejsu wirtualnego. Nowo utworzony interfejs wirtualny należy skonfigurować w taki sam sposób, jak interfejs fizyczny, używając jako nazwy <b><i>ifname.vid</i></b> .

## 2.11 Wybrane pliki konfiguracyjne

1. `/etc/resolv.conf` – konfiguracja resolvera. Jest to plik tekstowy, zawierający:

- linię  
    `domain domena`  
albo linię  
    `search domena1 domena2 ...`  
Podane nazwy domen będą dodawane do jednocłonowych nazw (nie zakończonych kropką) przed wysłaniem zapytania do serwera DNS.
- jedną lub więcej linii  
    `nameserver nsip`  
gdzie *nsip* jest numerem IP serwera nazw. Podanie kilku linii `nameserver` spowoduje, że wymienione w nich serwery nazw będą odpytywane kolejno, aż do uzyskania odpowiedzi.

2. `/etc/network/interfaces` – plik konfiguracyjny interfejsów sieciowych, wykorzystywany przez skrypty startowe systemu operacyjnego do automatycznej konfiguracji interfejsów sieciowych. W niniejszej instrukcji zamieszczony jest opis tylko tych parametrów, które są niezbędne do wykonania ćwiczenia.

Plik składa się z sekcji, z których każda opisuje interfejs sieciowy. Sekcja ma postać:

<code>auto <i>ifname</i></code>
<code>iface <i>ifname</i> inet <i>metoda</i></code>
<code>    <i>parametry</i></code>

gdzie:

- *ifname* jest nazwą interfejsu sieciowego
- *metoda* oznacza jeden ze sposobów konfiguracji:
  - `loopback` – służy do określenia pętli zwrotnej
  - `static` – konfiguracja statyczna (wymagane jest podanie parametrów konfiguracyjnych interfejsu)
  - `dhcp` – konfiguracja przez DHCP
- *parametry* są parametrami konfigurowanego interfejsu sieciowego:
  - `address ip`  
numer IP interfejsu
  - `netmask nm`  
maska sieci (w notacji kropkowo-dziesiętnej)
  - `broadcast bc`  
adres rozgłoszeniowy skierowany (w notacji kropkowo-dziesiętnej)
  - `gateway gw`  
brama domyślna (w notacji kropkowo-dziesiętnej)
  - `hwaddress mac`  
pozwala zmienić adres MAC interfejsu

## 2.12 Serwer DHCP

W ćwiczeniu wykorzystywany jest program **Kea DHCP** (<https://www.isc.org/kea/>) opracowany przez **Internet Systems Consortium (ISC)**. Program ten uruchamiany jest przy starcie komputera, jednak ze względu na brak odpowiednich danych w swoim pliku konfiguracyjnym nie pełni swojej funkcji. Dopiero po modyfikacji tego pliku zgodnie z punktem 2.7 i przestartowaniu programu zacznie on działać.

Przy konfiguracji serwera **Kea DHCP** niezbędne będzie podanie następujących danych:

- nazwy interfejsu, na którym serwer będzie nasłuchiwał żądań przydziału IP,
- numeru i maski sieci dołączonej do tego interfejsu,

- zakresu numerów IP, które serwer będzie miał do dyspozycji (pula adresów dynamicznych),
- rezerwacji dla tych adresów MAC, którym serwer ma przydzielać ustalone przez administratora numery IP.

Poniżej podano niezbędne w ćwiczeniu informacje o plikach i komendach wykorzystywanych przez **Kea DHCP**. Dostęp do tych plików wymaga uprawnień administratora.

Pliki i skrypty serwera Kea DHCP	
<code>/etc/kea/kea-dhcp4.conf</code>	Podstawowy plik konfiguracyjny Kea DHCP. Jest to plik tekstowy w formacie JSON. W ćwiczeniu wykorzystywana jest uproszczona wersja pliku dostarczanego w ramach dystrybucji programu. Instrukcje dotyczące parametrów, które należy zmodyfikować w ćwiczeniu, zawarte są w komentarzach w tym pliku.
<code>/var/lib/kea/kea-leases4.csv*</code>	Pliki w formacie CSV, zawierające dane o klientach, którym zostały przydzielone adresy przez <b>Kea DHCP</b> .
<code>/var/log/messages</code>	Plik zawierający m.in. log serwera <b>Kea DHCP</b> .
<code>systemctl start kea-dhcp4-server</code>	Uruchomienie serwera DHCP.
<code>systemctl stop kea-dhcp4-server</code>	Zatrzymywanie serwera DHCP.
<code>systemctl restart kea-dhcp4-server</code>	Restart serwera DHCP.
<code>systemctl status kea-dhcp4-server</code>	Sprawdzenie statusu serwera DHCP. Zalecamy sprawdzenie statusu po każdym uruchomieniu/restarcie – pozwoli to zorientować się, czy program wystartował poprawnie, czy też z powodu błędów nie wystartował.

## 2.13 Klient DHCP

W ćwiczeniu można korzystać z następujących klientów DHCP:

- klient wbudowany w systemd,
- dhclient – klient ISC DHCP (wcześniejszej wersji oprogramowania ISC),
- klient wbudowany w Network Manager’a.

Zalecamy skorzystanie z tej drugiej możliwości – jest ona wstępnie skonfigurowana na komputerach, na których wykonywane jest ćwiczenie.

Sposób wykorzystania pozostałych dwóch klientów pozostawiamy do samodzielnego przestudiowania.

Klient usługi DHCP	
<code>dhclient -1 <i>ifname</i></code>	Wymuszenie pobrania parametrów konfiguracyjnych interfejsu <i>ifname</i> z serwera DHCP.