

IPv6

# Dlaczego?

- Mało adresów IPv4
  - NAT
  - CIDR
- Wprowadzenie ulepszeń względem IPv4
  - Większa pula adresów
  - Lepszy routing
  - Autokonfiguracja
  - Bezpieczeństwo
  - Lepsza organizacja nagłówek
  - Przywrócenie end-to-end connectivity
  - Rozszerzalność

# Jak to wygląda?

- Każdy adres IPv6 ma 128 bitów
- Zapis blokami 16-to bitowymi oddzielonymi dwukropkami
  
- Przykład 1a: fe80:0000:0000:0000:0000:0000:0000:cafe
- Przykład 1b: fe80:0:0:0:0:0:0:cafe (kompresja zer w poszczególnych polach)
- Przykład 1c: fe80::cafe (kompresja sąsiadujących pól z zerami)
  
- Przykład 2a: fe80:0:0:0:beef:0:0:0
- Przykład 2b: fe80::beef:0:0:0

# Typy adresów

- Unicast
  - Odnosi się do jednego interfejsu w sieci
- Multicast
  - Pozwala na wysłanie wiadomości do wybranej grupy odbiorców (oszczędza przepustowość łączy)
  - Wiadomość wysłaną na adres multicast, mogą odebrać wszystkie interfejsy, które mają taki adres
  - Np.: transmisja video na żywo do wielu użytkowników jednocześnie
- Anycast
  - Do “kogokolwiek” - w praktyce do najbliższego odbiorcy

# Części adresu IP (unicast / anycast)

- Prefix (64 bit)
  - Routing prefix (48+ bit)
  - Subnet (max 16bit)
- IID - Interface Identifier (64 bit)
  - Generowany automatycznie na podstawie adresu MAC

# Części adresu IP (multicast)

- Prefix (8 bit)
  - 11111111
- Flags (4 bit)
- Scope (4 bit)
- Group ID (112 bit)

# Konwencje

- fe80::/10 - adresy lokalne dla łącza (link local) (pozostałe - global routable)
- ::1 - loopback (odpowiednik 127.0.0.1 w IPv4)
- :: - dowolny adres (same zera)

# Nagłówki

**Pakiet IPv4**

Version	IHL	DSCP	ECN	Total Length	
Identification			Flags	Fragment offset	
TTL	Protocol		Header checksum		
Source IP Address					
Destination IP Address					
Options			Padding		

Usunięte w IPv6

**Pakiet IPv6**

Version	Traffic class	Flow label			
Payload length		Next header	Hop Limit		
Source IP Address					
Destination IP Address					

IHL - Internet Header Length

DSCP - Differentiated Services Code Point

ECN - Explicit Congestion Notification

ToS - Type of Service (kiedyś było na miejscu DSCP i ECN)

TTL - Time To Live



# NDP (Neighbor Discovery Protocol)

- Autokonfiguracja
  - Router wysyła prefix łącza w cyklicznie wysyłanych wiadomościach
  - Pozostałą część maszyna może wygenerować na podstawie swojego adresu MAC
- Odnajdywanie dostępnych routerów
- Odnajdywanie dostępnych serwerów DNS
- Monitorowanie dostępności innych węzłów na tym samym łączu

# NDP (Neighbor Discovery Protocol)

Typowy przebieg autokonfiguracji:

- Stacja wybiera adres w sieci fe80::/10 na podstawie identyfikatora interfejsu (adresu MAC dla kart ethernetowych)
- Stacja wysyła zapytanie w sieć czy ktoś nie ma takiego adresu (na adres multicastowy wszystkie-węzły)
- Stacja przydziela sobie wybrany adres
- Stacja wysyła pytanie o routery (na adres multicastowy wszystkie-routery)
- Routery odpowiadają wiadomością o dostępnych prefiksach (i DNS'ach, RFC6106)
- Stacja wybiera po jednym adresie z każdego dostępnego prefiksu

# Lepszy routing

- Mniejsze tablice routingu
  - Dostawca internetu agreguje prefixy użytkowników
- Fragmentacja
  - Obsługiwana przez urządzenie transmitujące (nie routery)
  - Dostosowana do MTU na całej trasie (do punktu docelowego)

# Przywrócenie end-to-end connectivity

- Pozbycie się NAT
- IoT
- P2P
- Zgodne z “idea” IP

# Bezpieczeństwo

- AH (authorization header)
  - Spójność, weryfikacja
- ESP (encapsulating security payload)
  - Poufność, prywatność, szyfrowanie

# Komendy

- Odblokowanie routingu

- `sysctl net.ipv6.conf.all.forwarding`
- `sysctl -w net.ipv6.conf.all.forwarding=1`
- `sysctl -w net.ipv4.ip_forward=1`

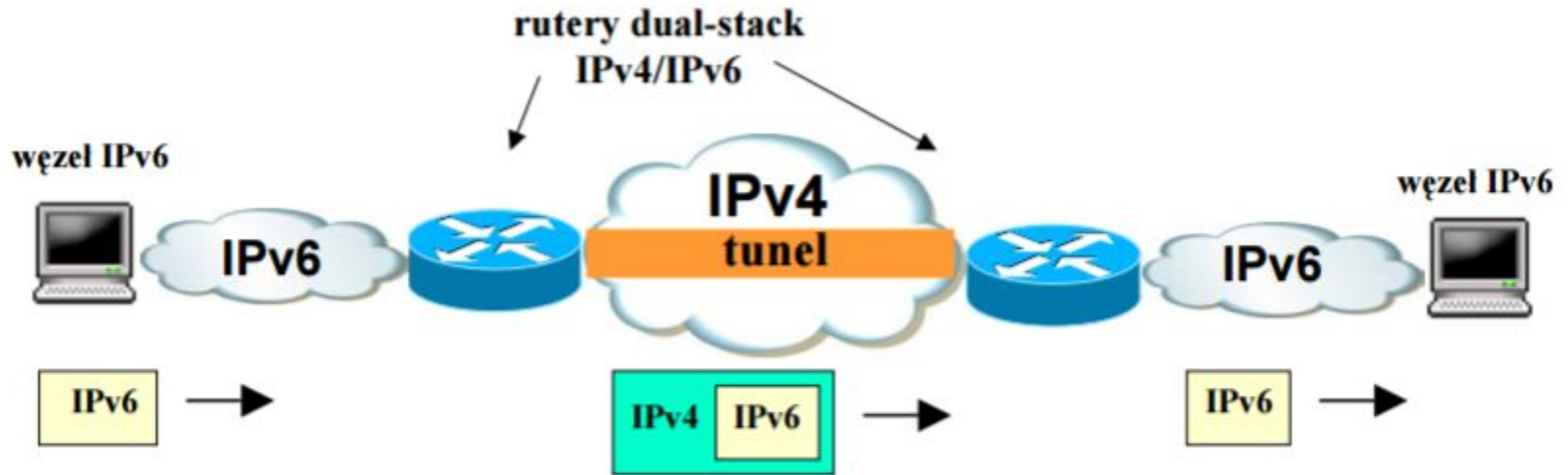
#sprawdzenie ustawienia

#wprowadzenie ustawienia

- Podstawowe polecenia dla IPv6

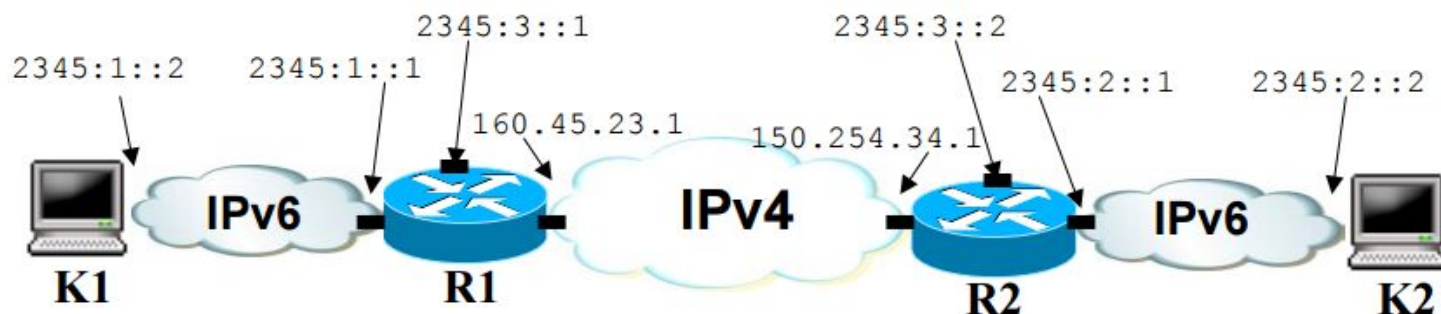
- `ip -6 addr [add | del |... ]`
- `ip -6 route ...`
- `ping6 fec0::1`
- `ping6 -I p4p1 fec0::1`

# Tunelowanie IPv6 w IPv4



- Tunel sprawia, że choć rutery dzieli w ogólności wiele sieci IPv4, z perspektywy IPv6 dystans pomiędzy nimi jest równy jednemu skokowi

# Przykładowy tunel



```
R1# ip tunnel add 6in4 mode sit remote 150.254.34.1 local 160.45.23.1 ttl 255
R1# ip link set 6in4 up
R1# ip -6 addr add 2345:3::1/32 dev 6in4
R1# ip -6 route add 2345:2::/32 via 2345:3::2
```

```
R2# ip tunnel add 6in4 mode sit remote 160.45.23.1 local 150.254.34.1 ttl 255
R2# ip link set 6in4 up
R2# ip -6 addr add 2345:3::2/32 dev 6in4
R2# ip -6 route add 2345:1::/32 via 2345:3::1
```



# Zadania

- Używając polecenia ip, skonfiguruj środowisko sieciowe pokazane poniżej. Użyj tras statycznych w ruterach oraz bram domyślnych w komputerach końcowych.



- Skonfiguruj statyczny tunel IPv6 w IPv4 typu punkt-punkt w środowisku sieciowym pokazanym poniżej.

