

IPv6:

Adres ma 16 bajtów (128 bitów).

Usunięto wszystkie pola opcjonalne. Dodano pola "Next Header", np. TCP (6), UDP (17).
Fragmentacja może nastąpić tylko u wysyłającego hosta (trzeba znać MTU ścieżki).

Adres składa się z 8 grup, oddzielonych ':'. Każda grupa zawiera 4 znaki w systemie szesnastkowym, czyli 16 bitów.

Colon-Hex:

FEDC:0000:0000:0000:0043:0000:0000:ABCD

- Można opuścić zera początkowe każdego słowa
- Można opuścić jedną sekwencję słów samych zer zastępując je przez ::

Np.:

FEDC::43:0000:0000:ABCD

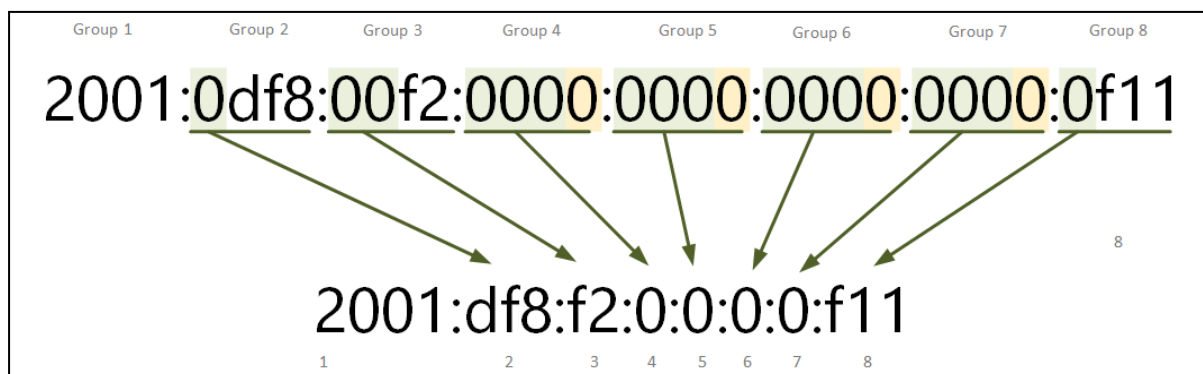
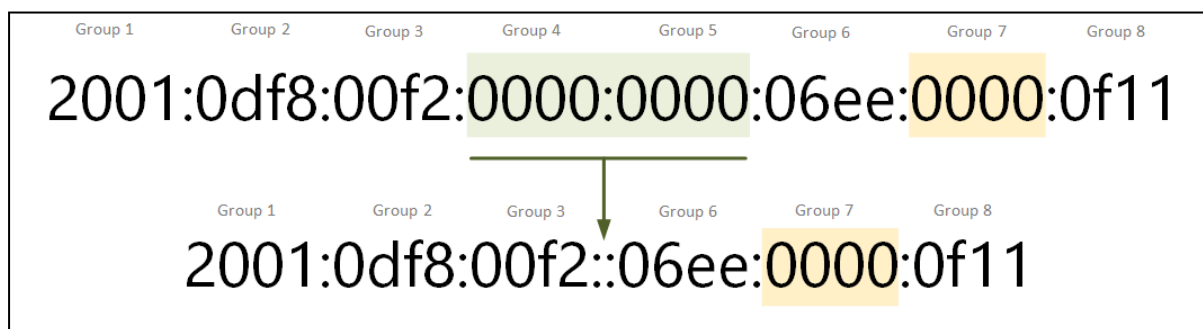
::43:0000:0000:ABCD

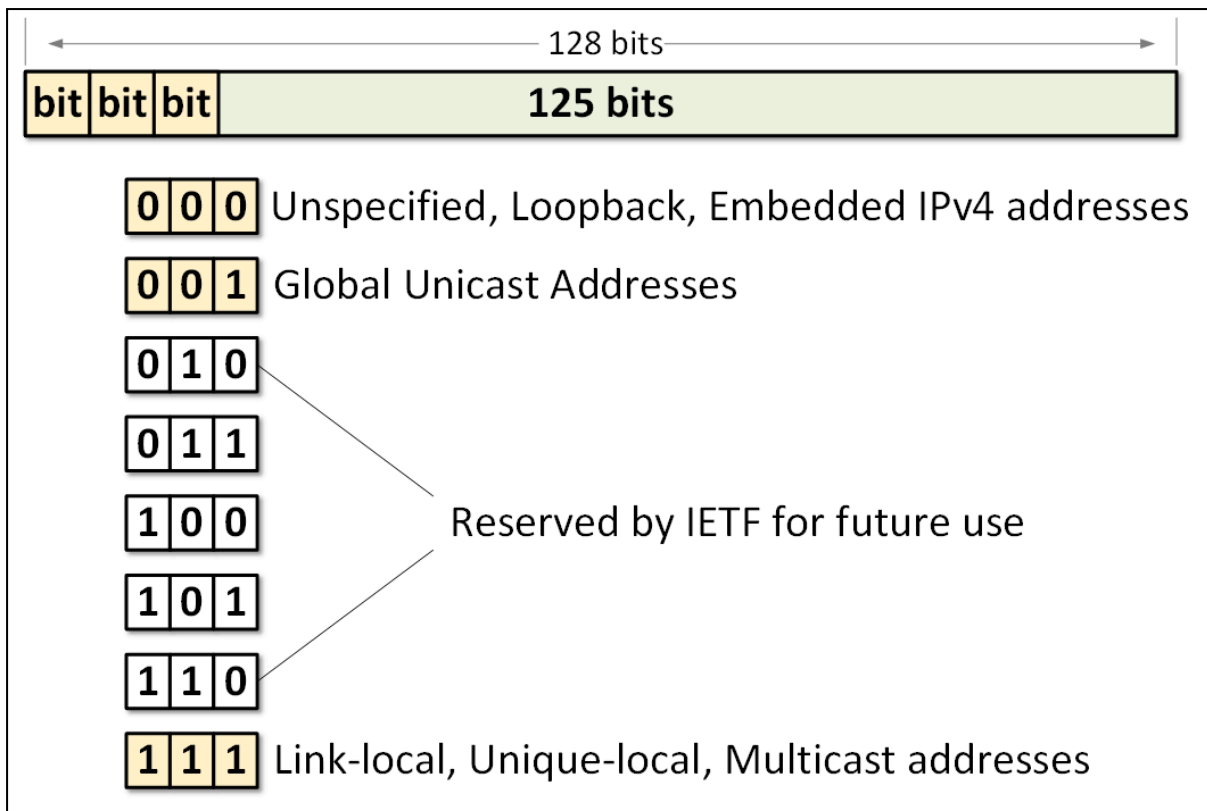
Ostatnie 32 może być w zapisie Dot-Decimal

::149.156.97.23

Można specyfikować prefix przez podanie długości np.:

2345:BA23:: /40





```
2001:4::aac4:13a2
2001:0db6:87a3::2114:8f2e:0f70:1a11
2c0f:c20a:12::1
```

Unicastowe adresy zaczynają się od 3 bitów: 001.

Przykładowe adresy IPv6:

Example 1 - The match-all address

IPv6 address - 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000

Shortened - ::

Example 2 - The loopback address

IPv6 address - 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001

Shortened - ::1

Example 3 - The all-nodes address

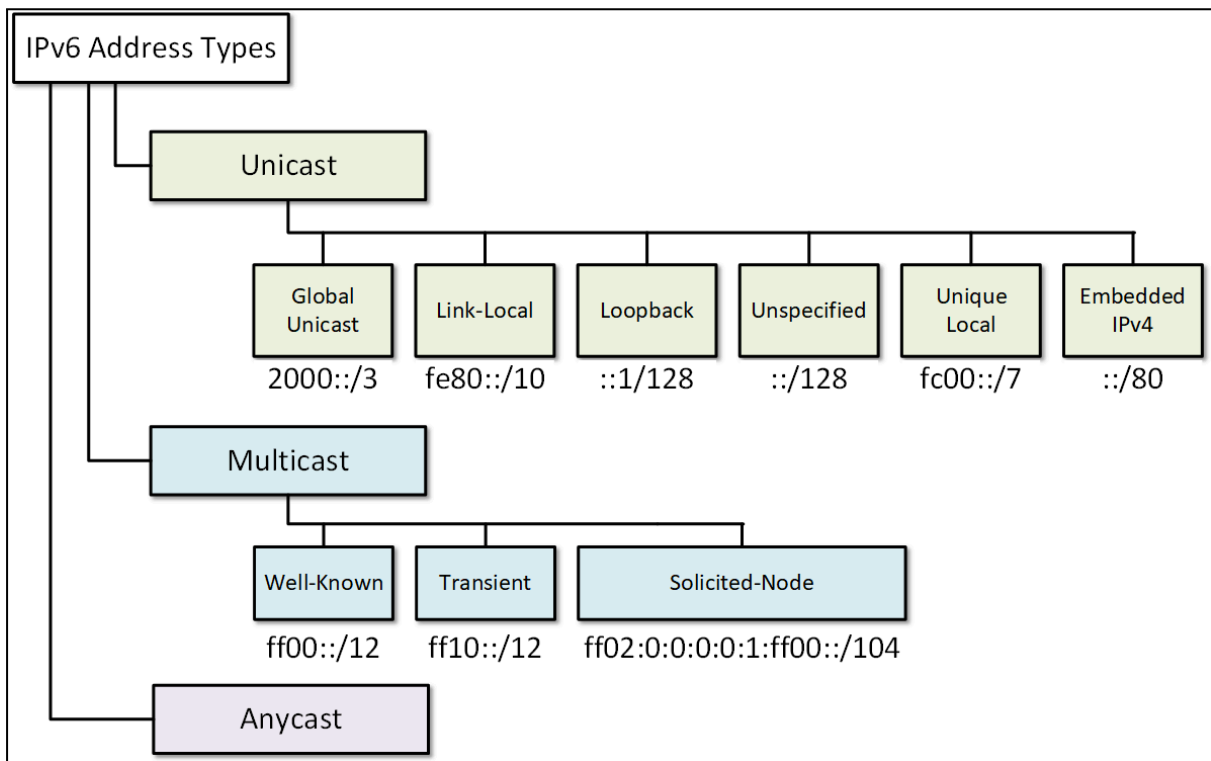
IPv6 address - ff02:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001

Shortened - ff02::1

Rodzaje adresów IPv6:

- Aggregatable Global Unicast Address

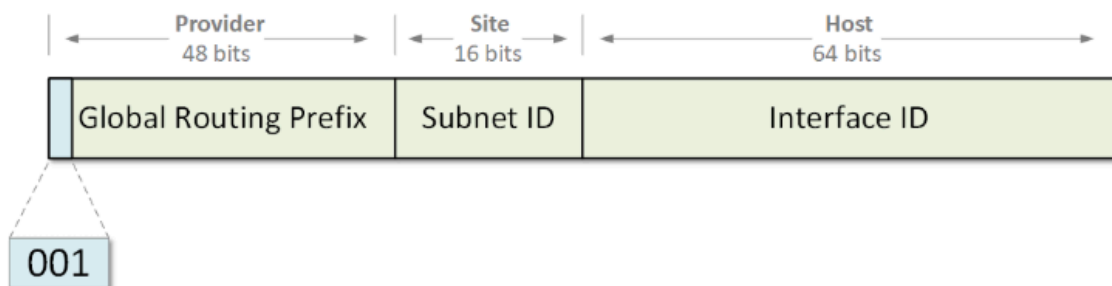
- Link-local and Site-local addresses
- Multicast and Anycast support
- Provider-based inter-domain routing & IDRP



Unicast Addresses

Aggregatable Global Unicast Address

Aggregatable global unicast addresses are part of the global routing prefix. The structure of these addresses enables for aggregation of routing entries to achieve a smaller global IPv6 routing table. At present, all global unicast addresses start with binary value 001 (2000::/3). Their structure consists of a 48-bit global routing prefix and a 16-bit subnet ID also referred to as Site-Level Aggregator (SLA).



Link-Local

IPv6 link-local is a special type of unicast address that is auto-configured on any interface using a combination of the link-local prefix FE80::/10 (first 10 bits equal to 1111 1110 10) and the MAC address of the interface. The structure of a link-local address is shown in Figure 4.

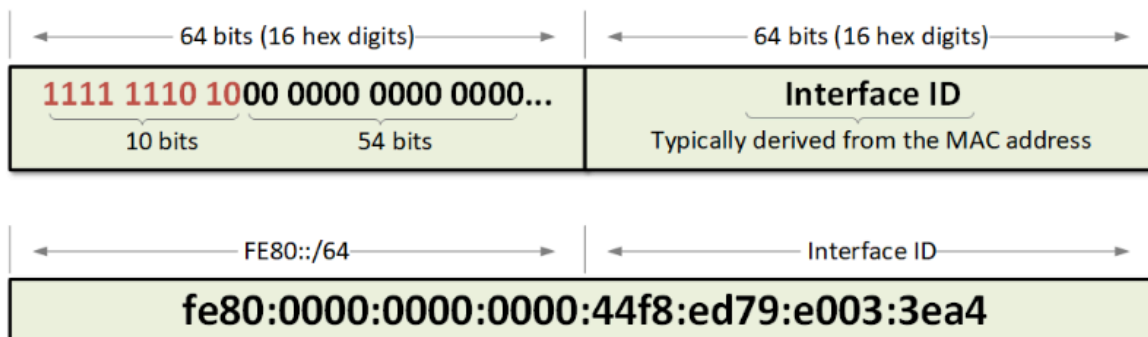


Figure 5. IPv6 Link-local address structure

Są używane w protokołach routingu oraz np. w Router Advertisement (RA), Router Solicitation (RS). **Jest to dobre, bo nie ma potrzeby stosowania globalnego adresu IPv6.** Host nie musi znać prefixu sieci, aby móc się komunikować z innymi urządzeniami w danym segmencie. Co więcej, jeśli zmieni się Network Prefix (64 bity) w adresie IPv6, to adres Link-Local pozostanie ten sam (gdyż jest tworzony na podstawie IID - EUI 64).

Multicast Addresses

Network multicast is a technique in which a node sends packets to multiple destinations simultaneously (one-to-many). The destinations actually are **a set of interfaces**, identified by a single multicast address known as a **multicast group**.

In IPv6, multicast addresses are distinguished from all other types by the value of the leftmost 8 bits of the addresses: a value of 11111111 (hex digits FF) identifies that the address is multicast. Therefore, all multicast addresses are part of the prefix ff00::/8, which is equivalent to the IPv4 multicast address space of 224.0.0.0/4. Two important rules apply to IPv4 and IPv6 multicast:

- Packets sent to a multicast group always has a unicast source address.
- A multicast address can not be a source address of a packet.

There aren't broadcast addresses in IPv6. Instead, in IPv6 this functionality is done using special multicast groups - all-IPv6 devices multicast address and a solicited-node multicast address.

Well-known Multicast Addresses

As you may already know, in IPv4 there are several well-known multicast addresses in the range 224.0.0.0/24. Well-known means that these addresses are predefined and reserved for special use.

In IPv6, all well-known multicast addresses start with the prefix ff00::/12. This means that the first 3 hexadecimal digits of an address will always be ff0. Several examples of such addresses are shown in the table below:

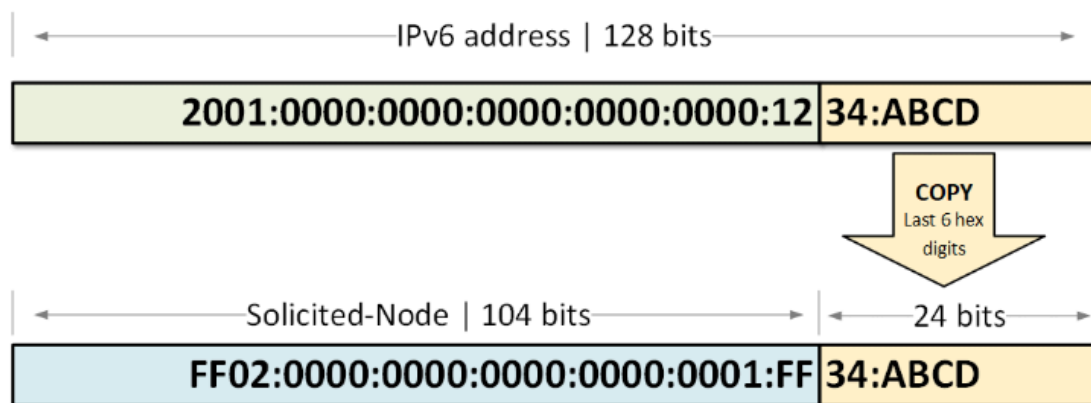
Address	Function
FF02::1	All Nodes Address
FF02::2	All Routers Address

Solicited-node Multicast Address

A solicited-node multicast address is a special type of IPv6 multicast. It is used as a more efficient approach to IPv4's broadcast delivery. A solicited-node multicast address is generated automatically using an IPv6 unicast of an interface.

When an interface is configured with an IPv6 unicast address, a solicited-node multicast address is generated automatically based on the unicast address for this interface and the node joins the multicast group. Therefore, any unicast address has a corresponding solicited-node multicast address. This auto-generated multicast group is then used for address resolution, neighbor discovery, and duplicate address detection.

As shown in figure 7, a solicited-node multicast address consists of the fixed prefix FF02::1:FF00:0/104 and the last 24 bits of the corresponding IPv6 address.



Unicast address: 2001::1234:ABCD

Multicast group: FF02::1:FF34:ABCD

Anycast Addresses

An anycast address is a network layer identifier typically assigned to more than one interface (**a set of interfaces**), belonging to different IPv6 enabled nodes. Packets sent to an anycast address are delivered to the "nearest" interface identified by that address. "Nearest" typically means the one with the best routing metric according to the IPv6 routing protocol.

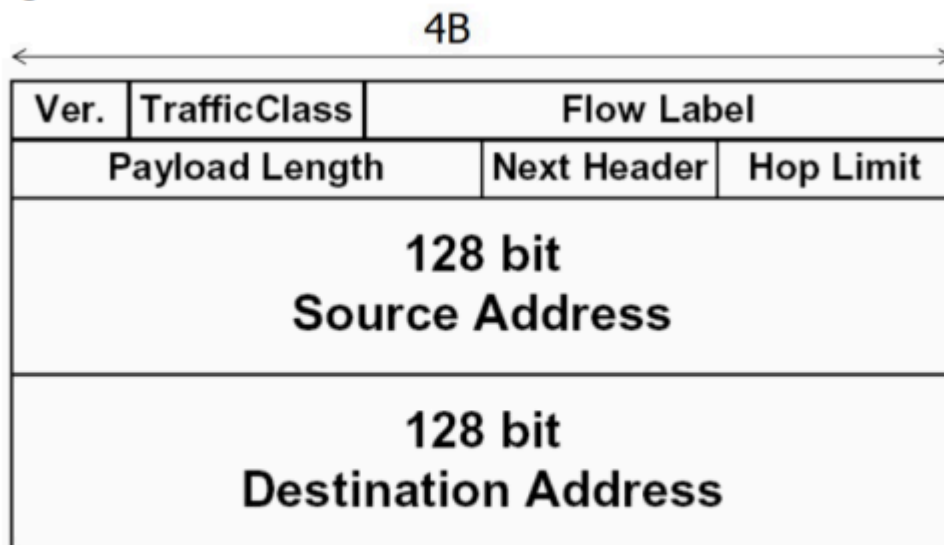
Anycast addresses are allocated from the unicast address space, therefore they are **indistinguishable from global unicast addresses**. Configuring the same unicast address to more than one interface makes it an anycast address. Devices that have an anycast address assigned must be explicitly configured to recognize that the address is used for anycast communication, as shown in the configuration example below.

```
Device(config-if)#ipv6 address 2001:4db8:a541::/128 anycast
```

Zalety IPv6:

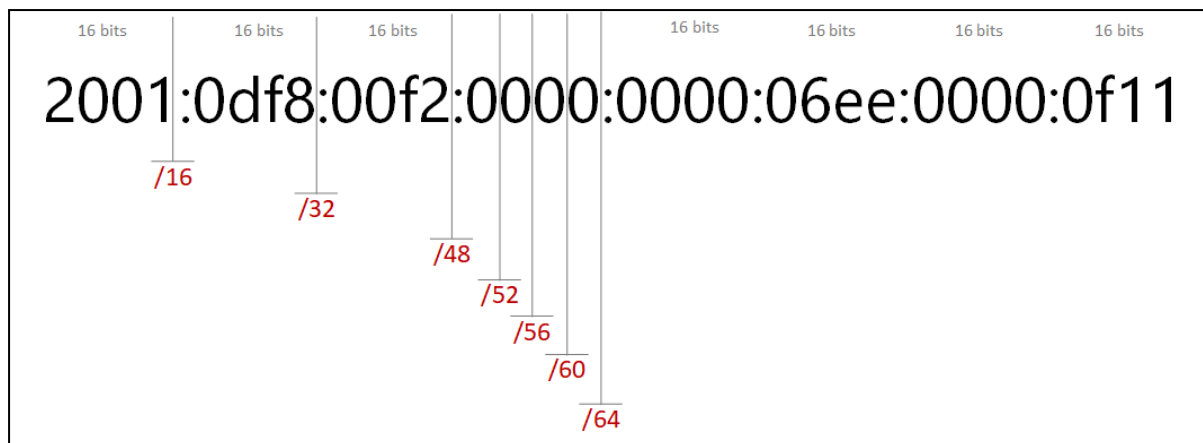
- w protokole IPv4, w nagłówku, istniało sporo opcji, pół - zostały one usunięte
- IPv6 jest łatwy w rozszerzaniu, można dodawać tzw. 'extension headers' po głównym nagłówku
- bardzo duża pula adresów
- SLAAC - Stateless and stateful host addressing - w przypadku braku serwera DHCP, hosty mogą w LAN'ie mogą uzyskać adres IP samodzielnie
- słaby protokół ARP został zastąpiony efektywnym 'ICMPv6 Neighbor Discovery', który używa adresu multicastowego

Budowa nagłówka IPv6:



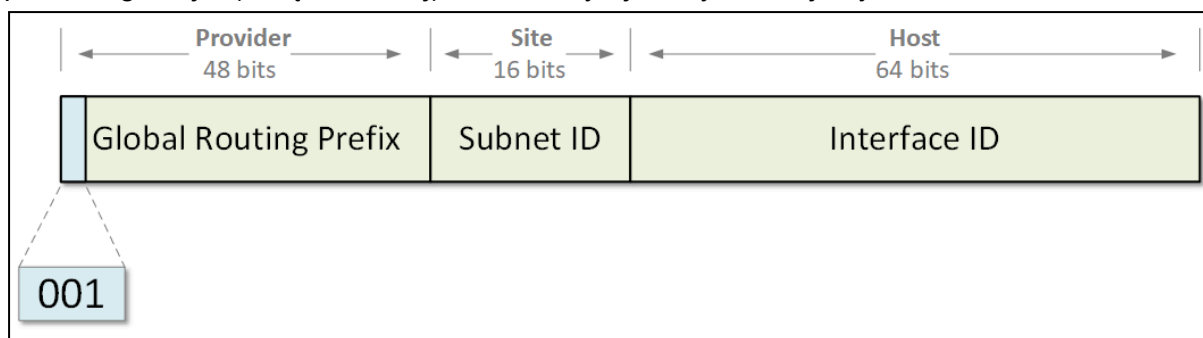
- stała długość 40 B
- prostsza budowa od nagłówka IPv4
- nie ma opcji ani sumy kontrolnej
- powyższe pozwalają na szybsze przetwarzanie od nagłówka IPv4

- "Version" - jest to 4 bitowe pole identyfikujące rodzaj protokołu IP (4 dla IPv4, 6 dla IPv6)
- "Traffic Class" - jest to 8-bitowy identyfikator priorytetu/klasy pakietu. Jest to coś podobnego do pola "Type of Service" w IPv4.
- "Flow Label" - jest to 20-bitowe pole, które informuje pośrednie urządzenia, że pakiet należy do danej sekwencji pakietów, pomiędzy źródłem, a celem.
- "Payload Length" - jest to 16 bitowy pole określające długość danych (w bajtach). Nie wlicza się w to nagłówek IPv6 (40B).
- "Next Header" - jest to 8-bitowe pole, które określa: albo pierwszy typ 'extension header' albo po prostu pakiet wyższej warstwy (np. TCP, UDP).
- "Hop Limit" - to samo, co TTL w IPv4.



EUI-64 - jest to proces umożliwiający, na podstawie adresu MAC urządzenia, generowanie 64-bitowego pola *Interface ID* (*IID* - *Interface Identifier*).

Adres MAC ma 48 bitów: 24 bity - OUI, przypisane producentowi, 24 bity - identyfikator interfejsu. Między nimi wstawiamy 16 bitowe pole FF:FE - mamy łącznie 64 bity. Siódmy bit pierwszego bajtu (licząc od lewej) odwracamy - jeśli było 0, dajemy 1 i odwrotnie.



IPv6 Neighbor Discovery Protocol

W jaki sposób odwzorować adresy IPv6-MAC? IPv6 Neighbor Discovery Protocol używa 5 typów wiadomości, które korzystają z enkapsulacji ICMPv6

- Router Solicitation (ICMPv6 type 133)
- Router Advertisement (ICMPv6 type 134)
- Neighbor Solicitation (ICMPv6 type 135)
- Neighbor Advertisement (ICMPv6 type 136)
- Redirect Message (ICMPv6 type 137)

<https://www.networkacademy.io/ccna/ipv6/neighbor-discovery-protocol>

SLAAC - Stateless Address Autoconfiguration

<https://www.networkacademy.io/ccna/ipv6/stateless-address-autoconfiguration-slaac>