

# Sieci Komputerowe

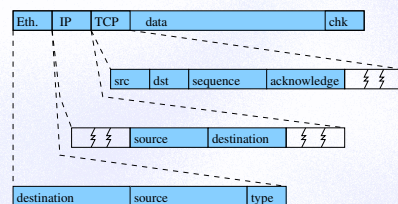
## Adresowanie w sieciach IP

*mgr inż. Jerzy Sobczyk*

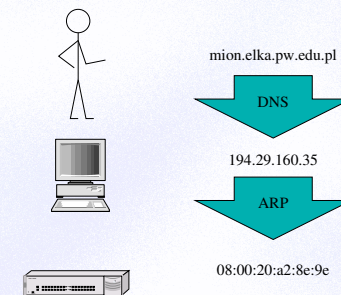
- Adresowanie w sieciach IP.
- Protokół ARP.
- Protokół IP.
- Protokół IP v.6.

### Plan wykładu

### TCP/IP addressing

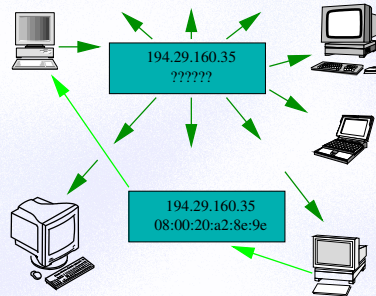


### Sposoby adresowania

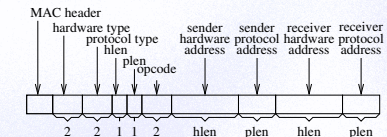




## Działanie protokołu ARP



## Pakiet protokołu ARP



hardware = Ethernet → hardware type = 0x0001  
hlen = 6

protocol = IP → protocol type = 0x0800  
plen = 4

## Notatnik ARP

```
gucio<me>(1)$ arp -n
```

Address	Hwtype	Hwaddress	Flags Mask	Iface
192.168.100.191	ether	00:1E:8C:5C:A2	C	eth0.580
192.168.16.206	ether	00:1D:60:73:44:B8	C	eth0.413
192.168.62.185	ether	00:61:71:27:1C:80	C	eth0.722
192.168.53.46	ether	90:2B:34:1C:8D:22	C	eth0.753
192.168.63.105	ether	88:70:8C:85:A9:2F	C	eth0.722
192.168.63.234	ether	F4:09:D8:03:47:DA	C	eth0.722
192.168.62.118	(incomplete)			eth0.722
192.168.101.116	ether	20:CF:30:DB:E0:09	C	eth0.580
192.168.27.213	ether	28:10:7B:BB:58:58	C	eth0
192.168.101.101	ether	00:23:69:AA:D9:12	C	eth0.580
192.168.168.248	ether	5C:F3:FC:P6:48:5A	C	eth0.200
192.168.62.99	ether	A0:39:F7:15:DE:B5	C	eth0.722
192.168.27.90	ether	D0:67:E5:90:CF:64	C	eth0
194.29.163.95	ether	58:6D:8F:63:15:32	C	eth0.400
194.29.164.173	ether	00:30:48:BD:41:FE	C	eth0.330
194.29.170.2	ether	00:18:F3:92:06:B5	C	eth0.610
194.29.168.39	ether	50:E5:49:35:DF:1A	C	eth0.201
192.168.166.225	ether	EC:B1:D7:33:2B:38	C	eth0.266
192.168.26.107	ether	E0:DB:55:51:AC:D5	C	eth0.724

## Polecenie – arp

```
arp [-v] [-d host] [-s host addr]
```

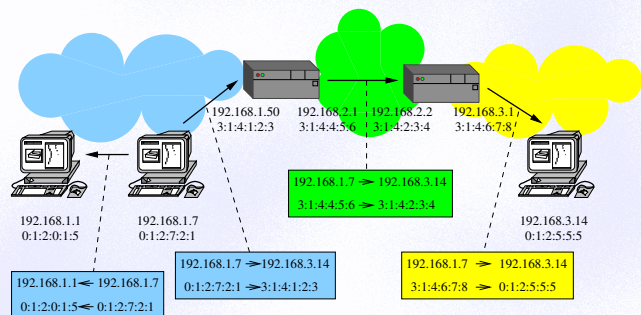
-d – skasuj pozycję

-s – utwórz nową pozycję

-v – wyświetl obszerniejsze informacje



## Rozpoznawanie sąsiedztwa



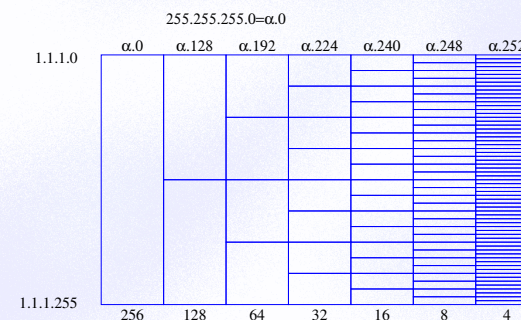
## Klasy adresów IP

A	0	0.0.0.0	127.255.255.255
B	10	128.0.0.0	191.255.255.255
C	110	192.0.0.0	223.255.255.255
D	1110	224.0.0.0	239.255.255.255
E	1111	240.0.0.0	255.255.255.255

## Podział adresu przy pomocy maski sieci

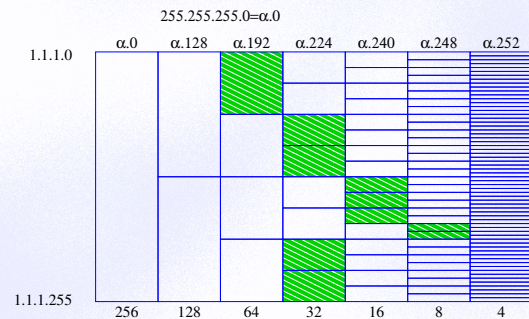
255.255.255.192	netmask	11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 00 00 00
148.81.31.145	address	10 01 01 00 01 01 00 01 00 01 11 10 01 00 01
0.0.0.17	host	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 00 01
148.81.31.128	network	10 01 01 00 01 01 00 01 00 01 11 10 00 00 00
148.81.31.191	broadcast	10 01 01 00 01 01 00 01 00 01 11 10 11 11 11

## Diagram do podziału puli adresowej

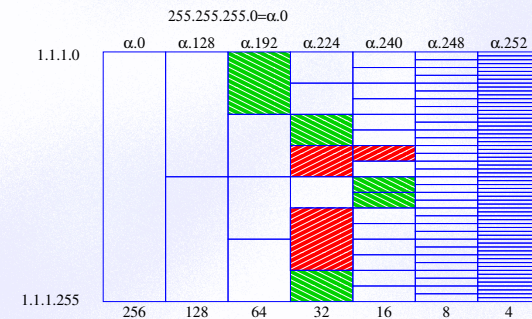




## Przykładowy przydział adresów



## Przykładowe błędy w przydziale adresów



## Co mówią standardy

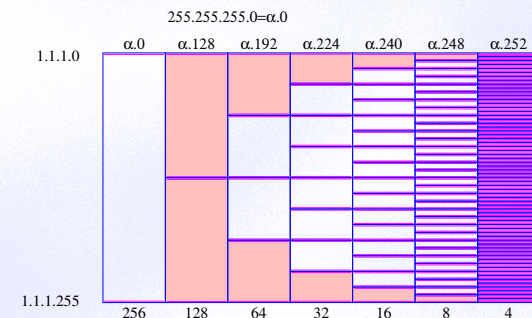
### RFC 1122 *Requirements for Internet Hosts* 1989

**STANDARD** IP addresses are not permitted to have the value 0 or -1 for any of the <Host-number>, <Network-number>, or <Subnet-number> fields (except in the special cases listed above). This implies that each of these fields will be at least two bits long.

### RFC 1812 *Requirements for IP Version 4 Routers* 1995

**PROPOSED STANDARD** Previous versions of this document also noted that subnet numbers must be neither 0 nor -1, and must be at least two bits in length. In a CIDR world, the subnet number is clearly an extension of the network prefix and cannot be interpreted without the remainder of the prefix. This restriction of subnet numbers is therefore meaningless in view of CIDR and may be safely ignored.

## Adresy zastrzeżone — RFC 1122



## Adresy zastrzeżone

### Adresy specjalne

0.0.0.0	- unspecified – „nie znam swojego adresu IP”
255.255.255.255	- broadcast – „do wszystkich w sieci lokalnej”
127.0.0.1	- loopback – adres pseudo interfejsu sieciowego

### Sieci „prywatne” (RFC 1918)

10.0.0.0	- 10.255.255.255	- 1 adres klasy A
172.16.0.0	- 172.31.255.255	- 16 adresów klasy B
192.168.0.0	- 192.168.255.255	- 256 adresów klasy C

### Automatic Private IP Addressing (RFC 3927)

169.254.0.1	- 169.254.255.254	- APIPA
-------------	-------------------	---------

## Historia IPv6 - 1/3

1984.10	RFC 932 - propozycja subnettingu
1985.08	RFC 950 - subnetting
1990.10	ostrzeżenia o wyczerpywaniu się przestrzeni adresowej
1991.12	RFC 1287 - kierunki działań
1992.05	RFC 1335 - adresy prywatne
1992.10	RFC 1366 - zalecenia oszczędnościowe
1992.10	RFC 1367 - program rozwoju (CIDR)
1993.05	RFC 1454 - porównanie propozycji IPng
1993.12	RFC 1550 - konkurs na IPng
1994.05	RFC 1631 - NAT
1994.08	RFC 1668..1688 - wymagania na IPng
1994.10	RFC 1710 - Simple Internet Protocol Plus
1994.12	RFC 1719, 1726 - zalecenia
1995.01	RFC 1752 - rekomendacja (SIPP -> IPv6)
1995.08	RFC 1826 - IPSec
1995.12	RFC 1883..1887 - IPv6 specification

## Historia IPv6 - 2/3

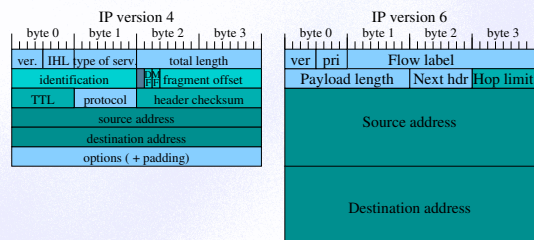
1996.02	RFC 1917 - apel o zwrot adresów IPv4
1996.08	RFC 1970..1972 - IPv6 i Ethernet
1997	pierwsza implementacja IPv6 - Linux 2.18, 6bone implementacja IPv6 w AIX 4.3, Tru64 i OpenVMS
1998.11	RFC 2401, 2402, 2406..2411 - poprawki IPSec
1998.12	RFC 2460..2466 - poprawiona specyfikacja IPv6
1998.07	RFC 2375 - IPv6 Multicast Address Assignments
2000	IPv6 w OpenBSD, NetBSD, FreeBSD, Windows 2000, Solaris
2001	IPv6 w Cisco IOS
2003.08	RFC 3596 - DNS Extensions to Support IP Version 6
2004	pierwsze rekordy AAAA w serwerach root DNS
2007.09	RFC 4861 - Neighbor Discovery for IP version 6 (IPv6)
2007.09	RFC 4862 - IPv6 Stateless Address Autoconfiguration
2008	pierwsze serwery root DNS otrzymują adresy IPv6 Polish Internet Exchange zaczyna obsługi IPv6
2010.07	RFC 5942 - IPv6 Subnet Model

## Historia IPv6 - 3/3

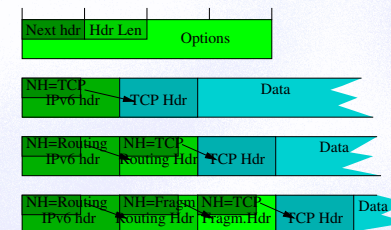
2011	ostatni blok IPv4 przydzielony do APNIC brak adresów IPv4 w APNIC
2011.06	RFC 6294 - Survey of Proposed Use Cases for the IPv6 Flow Label
2011.12	RFC 4294 - IPv6 Node Requirements
2012.04	RFC 6564 - A Uniform Format for IPv6 Extension Headers
2012.04	RFC 6589 - Considerations for Transitioning Content to IPv6
2012	brak adresów IPv4 w RIPE NCC
2013.02	RFC 6866 - Problem Statement for Renumbering IPv6 Hosts with Static Addresses in Enterprise Networks
2013.02	RFC 6879 - IPv6 Enterprise Network Renumbering Scenarios, Considerations, and Methods
2013	Orange Polska rozpoczyna oferowanie IPv6 klientom
2014	brak adresów IPv4 w LACNIC
2015	brak adresów IPv4 w ARIN
2017	kolejna specyfikacja IPv6 RFC 8200
2018	brak adresów IPv4 w AfriNIC



## IP headers



## Nagłówki pomocnicze protokołu IP v.6



## Adresy IP v.6 skracanie zapisu

1080:0000:0000:0000:0008:0800:200C:417A	sample address
1080:0:0:0:8:800:200C:417A	
1080::8:800:200C:417A	
FF01:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0101	a multicast address
FF01:0:0:0:0:0:0:101	
FF01::101	
Other addresses	
0:0:0:0:0:0:0:1	::1 the loopback address
0:0:0:0:0:0:0:0	:: the unspecified addresses
0:0:0:0:0:13.1.68.3	::13.1.68.3 IPv4 compatible
0:0:0:0:FFFF:129.144.52.38	::FFFF:129.144.52.38 IPv4 only
Prefixes	
12AB:0000:0000:CD30:0000:0000:0000:0000/60	
12AB::CD30:0:0:0:0/60	
12AB:0:0:CD30::/60	

## Rodzaje adresów IP v.6 - 1/2

Description	Prefix binary	Fraction of space	Prefix hex.
Reserved	0000 0000	1/256	0000::/8
Unassigned	0000 0001	1/256	0100::/8
Reserved for NSAP Allocation	0000 001	1/128	0200::/7
Reserved for IPX Allocation	0000 010	1/128	0400::/7
Unassigned	0000 011	1/128	0600::/7
Unassigned	0000 1	1/32	0800::/5
Unassigned	0001	1/16	1000::/4
Aggregatable Global Unicast Addresses	001	1/8	2000::/3
Unassigned	010	1/8	4000::/3
Unassigned	011	1/8	6000::/3
Unassigned	100	1/8	8000::/3
Unassigned	101	1/8	A000::/3
Unassigned	110	1/8	C000::/3

## Rodzaje adresów IP v.6 - 2/2

Description	Prefix binary	Fraction of space	Prefix hex.
Unassigned	1110	1/16	E000::/4
Unassigned	1111 0	1/32	F000::/5
Unassigned	1111 10	1/64	F800::/6
Unassigned	1111 110	1/128	FC00::/7
Unassigned	1111 1110 0	1/512	FE00::/9
Link-Local Unicast Addresses	1111 1110 10	1/1024	FE80::/10
Site-Local Unicast Addresses	1111 1110 11	1/1024	FEC0::/10
Multicast Addresses	1111 1111	1/256	FF00::/8

## Przestrzeń adresowa IP v.6

Prefiks	Przydział	Źródła	Uwagi
::/8	zarezerwowane przez IETF	[RFC3513][RFC4291]	Częściowo zarezerwowane na adresy specjalne. [IANA registry iana-ipv6-special-registry]
100::/8	zarezerwowane przez IETF	[RFC3513][RFC4291]	Częściowo zarezerwowane na adresy specjalne. [IANA registry iana-ipv6-special-registry]
200::/7	zarezerwowane przez IETF	[RFC4048]	Dawniej NSAP-mapped - zarzucone 2004-12.
4000::/6	zarezerwowane przez IETF	[RFC3513][RFC4291]	
800::/5	zarezerwowane przez IETF	[RFC3513][RFC4291]	
1000::/4	zarezerwowane przez IETF	[RFC3513][RFC4291]	
2000::/3	Global Unicast	[RFC3513][RFC4291]	Wszystkie adresy IPv6 z wyjątkiem f000::/8 są typu unicast. Jednak obecne przydziały dokonywane przez IANA są ograniczone do bloku 2000::/3.
4000::/3	zarezerwowane przez IETF	[RFC3513][RFC4291]	Adresy były używane przez 6bone.
6000::/3	zarezerwowane przez IETF	[RFC3513][RFC4291]	
8000::/3	zarezerwowane przez IETF	[RFC3513][RFC4291]	
a000::/3	zarezerwowane przez IETF	[RFC3513][RFC4291]	
c000::/3	zarezerwowane przez IETF	[RFC3513][RFC4291]	
e000::/4	zarezerwowane przez IETF	[RFC3513][RFC4291]	
f000::/5	zarezerwowane przez IETF	[RFC3513][RFC4291]	
f800::/6	zarezerwowane przez IETF	[RFC3513][RFC4291]	
fc00::/7	Unique Local Unicast	[RFC4193]	Adresy prywatne.
fe00::/9	zarezerwowane przez IETF	[RFC3513][RFC4291]	
fe80::/10	Link-Scoped Unicast	[RFC3513][RFC4291]	Adresy prywatne.
fec0::/10	zarezerwowane przez IETF	[RFC3879]	Adresy prywatne zarzucone w 2004-09.
f000::/8	Multicast	[RFC3513][RFC4291]	Adresy typu multicast.

2024-09-17 <https://www.iana.org/assignments/ipv6-address-space/ipv6-address-space.xhtml>

## Adresy specjalne IP v.6

Blok adresów	Nazwa	RFC	Data przydziału	Data zakończenia
::1/128	Loopback Address	[RFC4291]	2006-02	
:::128	Unspecified Address	[RFC4291]	2006-02	
::ffff:0:0/96	IPv4-mapped Address	[RFC4291]	2006-02	
64:ff9b::/96	IPv4-IPv6 Translat.	[RFC6052]	2010-10	
64:ff9b:1::/48	IPv4-IPv6 Translat.	[RFC8215]	2017-06	
100::/64	Discard-Only Address Block	[RFC6666]	2012-06	
2001::/23	IETF Protocol Assignments	[RFC2928]	2000-09	
2001::/32	TEREDO	[RFC4380][RFC8190]	2006-01	
2001:1::1/128	Port Control Protocol Anycast	[RFC7723]	2015-10	
2001:1::2/128	Traversal Using Relays around NAT Anycast	[RFC8155]	2017-02	
2001:1::3/128	DNS-SD Service Registration Protocol Anycast	[RFC-iETF-dnssd-srp-25]	2024-04	
2001:2::/48	Benchmarking	[RFC5180][RFC Errata 1752]	2008-04	
2001:3::/32	AMT	[RFC7450]	2014-12	
2001:4:112::/48	AS112-v6	[RFC7535]	2014-12	
2001:10::/28	Deprecated (previously ORCHID)	[RFC4843]	2007-03	2014-03
2001:20::/28	ORCHIDv2	[RFC7343]	2014-07	
2001:30::/28	Drone Remote ID Protocol Entity Tags (DETs) Prefix	[RFC9374]	2022-12	
2001:ad8::/32	Documentation	[RFC3849]	2004-07	
2002::/16 [3]	6to4	[RFC3056]	2001-02	
2620:4f:8000::/48	Direct Delegation AS112 Service	[RFC7534]	2011-05	
3fff::/20	Documentation	[RFC9637]	2024-07	
5f00::/16	Segment Routing (SRv6) SIDs	[RFC-iETF-6man-sids-06]	2024-04	
fc00::/7	Unique-Local	[RFC4193][RFC8190]	2005-10	
fe80::/10	Link-Local Unicast	[RFC4291]	2006-02	

2024-09-17 <https://www.iana.org/assignments/iana-ipv6-special-registry/iana-ipv6-special-registry.xhtml>

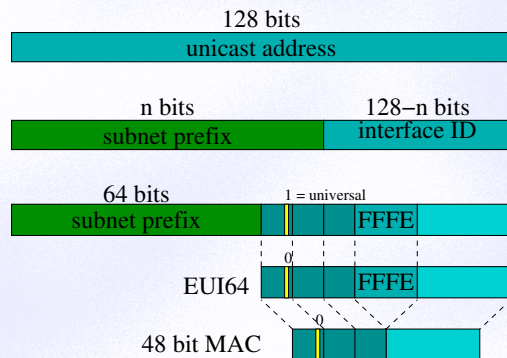
## Przydziały adresów IP v.6 - Global Unicast

Prefiks	Właściciel	Data	Status	Prefiks	Właściciel	Data	Status
2001::/23	IANA	1999-07-01	przydzielony	2003::/18	RIPE NCC	2005-01-12	przydzielony
2001:200::/23	APNIC	1999-07-01	przydzielony	2400::/12	APNIC	2006-10-03	przydzielony
2001:400::/23	ARIN	1999-07-01	przydzielony	2600::/12	ARIN	2006-10-03	przydzielony
2001:600::/23	RIPE NCC	1999-07-01	przydzielony	2610::/23	ARIN	2005-11-17	przydzielony
2001:800::/22	RIPE NCC	2002-11-02	przydzielony	2620::/23	ARIN	2006-09-12	przydzielony
2001:e00::/23	APNIC	2002-05-02	przydzielony	2630::/12	ARIN	2019-11-06	przydzielony
2001:e00::/23	APNIC	2003-01-01	przydzielony	2800::/12	LACNIC	2006-10-03	przydzielony
2001:1200::/23	LACNIC	2002-11-01	przydzielony	2a00::/12	RIPE NCC	2006-10-03	przydzielony
2001:1400::/22	RIPE NCC	2003-07-01	przydzielony	2a10::/12	RIPE NCC	2019-06-05	przydzielony
2001:1800::/23	ARIN	2003-04-01	przydzielony	2c00::/12	AFRINIC	2006-10-03	przydzielony
2001:1a00::/23	RIPE NCC	2004-01-01	przydzielony	2d00::/8	IANA	1999-07-01	zarezerwowany
2001:1c00::/22	RIPE NCC	2004-05-04	przydzielony	2e00::/7	IANA	1999-07-01	zarezerwowany
2001:2000::/19	RIPE NCC	2019-03-12	przydzielony	3000::/5	IANA	1999-07-01	zarezerwowany
2001:4000::/23	RIPE NCC	2004-06-11	przydzielony	3800::/6	IANA	1999-07-01	zarezerwowany
2001:4200::/23	AFRINIC	2004-06-01	przydzielony	3c00::/7	IANA	1999-07-01	zarezerwowany
2001:4400::/23	APNIC	2004-06-11	przydzielony	3e00::/8	IANA	1999-07-01	zarezerwowany
2001:4600::/23	RIPE NCC	2004-08-17	przydzielony	3f00::/9	IANA	1999-07-01	zarezerwowany
2001:4800::/23	ARIN	2004-08-24	przydzielony	3f80::/10	IANA	1999-07-01	zarezerwowany
2001:4a00::/23	RIPE NCC	2004-10-15	przydzielony	3fc0::/11	IANA	1999-07-01	zarezerwowany
2001:4c00::/23	RIPE NCC	2004-12-17	przydzielony	3fe0::/12	IANA	1999-07-01	zarezerwowany
2001:5000::/20	RIPE NCC	2004-09-10	przydzielony	3fff::/13	IANA	1999-07-01	zarezerwowany
2001:8000::/19	APNIC	2004-11-30	przydzielony	3fff::/14	IANA	1999-07-01	zarezerwowany
2001:a000::/20	APNIC	2004-11-30	przydzielony	3fff::/15	IANA	1999-07-01	zarezerwowany
2001:b000::/20	APNIC	2006-03-08	przydzielony	3fff::/16	IANA	2008-04	zarezerwowany
2002::/16	6to4	2001-02-01	przydzielony	3fff::/20	Documentation	2024-07-23	przydzielony

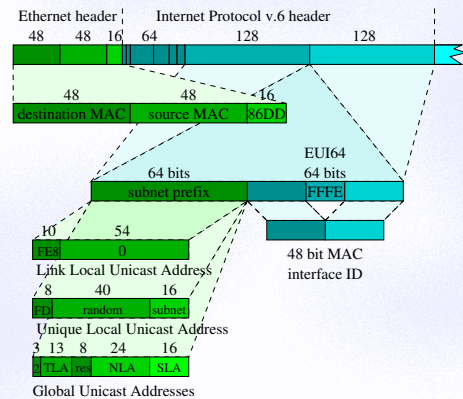
2024-09-17 <https://www.iana.org/assignments/ipv6-unicast-address-assignments/ipv6-unicast-address-assignments.xhtml>



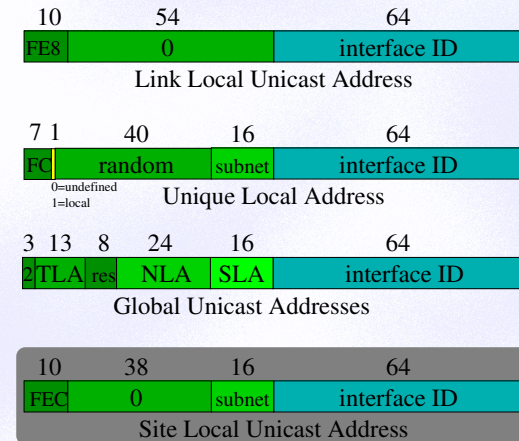
## Budowa adresów unicastowych IP v.6 - 1/2



## IP v.6 w sieci Ethernet



## Budowa adresów unicastowych IP v.6 - 2/2



## Stateless Address Autoconfiguration — RFC 2462

- 1 Creation of Link-Local Address
- 2 Duplicate Address Detection
  - 2.1 Sending Neighbor Solicitation Messages
  - 2.2 Receiving Neighbor Solicitation Messages
  - 2.3 Receiving Neighbor Advertisement Messages
- 3 Creation of Global and Site-Local Addresses
  - 3.1 Soliciting Router Advertisements
  - 3.2 Receiving Router Advertisements





Dziękuję za uwagę

mgr inż. Jerzy Sobczyk

