

9- Protokol IPv6

IPv6 – Internet Protocol Version 6

- Internet Protocol je zodpovědný za směrování (routování) paketů ze zdroje do cíle
- IP adresa jednoznačně identifikuje síťové rozhraní na třetí vrstvě ISO/OSI
- IPv6 adresy se skládají z osmi skupin po čtyřech hexa číslech (0-F) oddělených dvojtečkou = osm hextetů ($8 \times 4 \times 4 = 128$)
- 0123:BB99:3210:FE00:58A0:4565:98AE:1245
- Vznikl kvůli nedostatku IPv4 adres

IPv4	IPv6
4 oktety	8 hextetů
oktet = bitů	hextet = 16 bitů
desítková soustava	šestnáctková soustava
0b11111111 = 255	0b1111111111111111 = 65535 = 0xFFFF
$4 \times 8 = 32$ bitů	$8 \times 16 = 128$ bitů
$2^{32} = 4\,294\,967\,296$ adres	$2^{128} = 3.4 \times 10^{38}$ adres

Existence IPv4 a IPv6

- Dual stack
 - Zařízení má hybridní zásobník pro IPv4 a IPv6
 - Zařízení musí podporovat oba dva protokoly a mít obě adresy
- Tunneling (tunelování)
 - Balení jednoho protokolu do druhého
 - Tunelování IPv6 datagramů pro průchod IPv4 sítí
 - Tunel má dva konce, každý má IPv4 adresu
 - "zamaskuje", že jde ve skutečnosti o IPv6 datagram
 - Na konci tunelu je IPv6 opět vybalen
- NAT64
 - Vzájemný překlad IPv4 a IPv6 datagramů (komunikace IPv6 sítí s IPv4 sítěmi)

Prefix a délka prefixu

- Shodnost nejvýznamnějších bitů v jedné podsíti
- Velikost prefixu je dána CIDR (Classless Inter-Domain Routing)
- V IPv6 je doporučena velikost 64 (pro správnou funkci Neighbor Discovery Protocolu a bez stavové konfigurace)

- Zbýlých 64 bitů je Interface ID

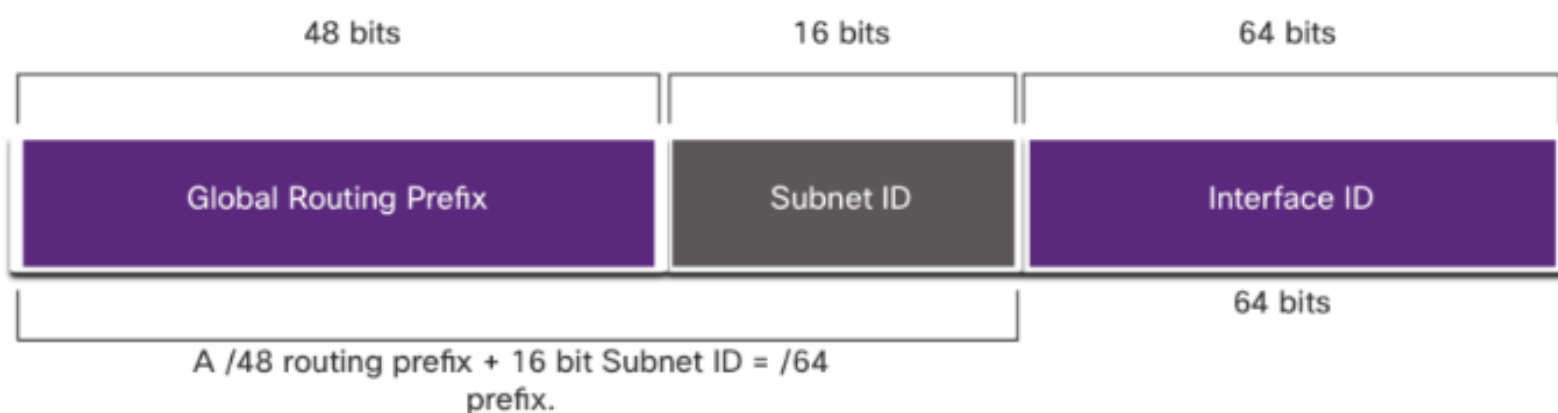
Komprimace nul

- Úvodní nuly ve skupině se dají vynechat (až na jednu)
- Skupiny nulových hexetů lze zkrátit na ::, ale pouze jen jednou, zpravidla na delší skupinu nul
- 0123:0000:0000:0000:00ab:0000:0000:0000 lze zapsat jako:
 - 123::ab:0:0:0
 - 123:0:0:0:ab::
- Kanonický zápis:
 - šestnáctkové číslice se zapisují malými písmeny
 - vynechání počátečních nul ve čtveřici je povinné
 - konstrukce „::“ musí mít co největší efekt – musí pohltit všechny sousední nulové skupiny, musí být použita pro nejdelší takovou skupinu v adrese (pokud je jich více o stejné délce, použije se pro nejlevější) a nesmí se použít pro jednu nulovou skupinu

Druhy vysílání

- Unicast
 - Jedno zařízení
- Multicast
 - Skupina
- Anycast
 - Nejbližší člen skupiny

Druhy adres



GUA – Global Unicast Address

- Podobné jako veřejné IPv4 adresy

- 2000::/3

LLA – Link-Local Address

- Link-Local Address
- Nejsou unikátní mimo síť
- Nejsou routovatelné
- Nastavuje je OS
- FE80::/10 + 54 nulových bitů + 64bitový identifikátor rozhraní

ULA

- Unique Local Address
- Unikátní lokální
- FC00::/7

Loopback

- Odkaz na lokální zařízení
- ::1/128

Nespecifikovaná

- Nedefinovaná adresa IPv6
- ::/128

Multicast

- Pro skupinu zařízení
- FF00::/8

Default route

- ::/0

Použití adresy

- V prohlížeči se adresa zapisuje do hranatých závorek

Dynamické adresování

- Dynamicky se adresuje GUA a ULA (LLA generuje OS)
- Adresa = Prefix + InterfaceID
- Interface ID přiděluje OS
 - Podle MAC adresy pomocí algoritmu EUI-64
 - Doprostřed MAC adresy se vloží FFFE a sedmý bit zleva se nastaví na jedničku
 - Nebezpečné (lze zjistit MAC adresu)

- Náhodně vygenerováno OS
- => Zbývá přidělení prefixu
 - Stavové – DHCPv6 – zařízení odešle na obecnou adresu dotaz ohledně svých parametrů a server mu odpoví
 - Bezstavové – SLAAC – směrovače vědí vše potřebné a občas tyto informace rozešlou všem (Router Advertisement), nebo si o ně zařízení zažádá (Router Solicitation)

RS – Router solicitation – Výzva směrovači

- Zařízení zprávou RS hledají směrovače a žádají o informace

RA – Router advertisement – Ohlášení směrovače

- Směrovače v náhodných intervalech (každých 200 sekund) zasílají do všech připojených sítí informace
- Odesláno pomocí ICMPv6

SLAAC – StateLess Address AutoConfiguration – Bezstavová konfigurace

- Přidělování adres, použití RA a RS
- Není potřeba DHCPv6 server
- Odešle prefix a délku prefixu; bránu nemusí – je to jeho zdrojová adresa
- Dříve RA zprávy neobsahovaly IPv6 adresy rekurzivních DNS serverů
- Bity:
 - A (Address Autoconfiguration flag)
 - „Použij jenom Router advertisement“
 - A = 1, O = 0, M = 0
 - O (Other Configuration flag)
 - „Použij jenom RA a DHCPv6 server“
 - A = 1, O = 1, M = 0
 - M (Managed Address Configuration flag)
 - „Použij DHCPv6 server“
 - A = 0, O = 0, M = 1

Pouze SLAAC

- Router posílá RA, které obsahují vše potřebné (prefix, délku prefixu, default-gateway)

Stateless DHCPv6

- RA zprávy poskytují IPv6 konfiguraci a informují zařízení, aby kontaktovalo DHCPv6 server pro další informace
 - Adresa DNS serveru, doménové jméno

Stateful DHCPv6

- RA zprávy informují hosta, aby kontaktoval DHCPv6 server nebo DHCPv6-enabled router, který mu dá všechny informace (až na default gateway, která přijde z RA)
- DHCPv6 server přiděluje i adresu
- Má přehled o přidělených prefixech

DAD (Duplicate Address Detection)

- Detekce duplicitních adres
- Kontrola, zdali je IPv6 adresa na lince unikátní, před tím, než je přiřazena na fyzické rozhraní
- Využívá NS

NDP – Neighbor Discovery Protocol

- Náhrada za ARP
- Funkce:
 - Hledání směrovačů
 - Zjišťování linkových adres uzlů ve stejné lokální síti
 - Detekce duplicitních adres (DAD)

NS – Neighbor solicitation

- Určení linkové adresy souseda nebo potvrzení dosažitelnosti
- Používáno DAD

NA – Neighbor advertisement

- Reakce na NS

ICMPv6 – Internet Control Message Protocol Version 6

- ICMP je protokol k ohlašování chybových stavů, testování dosažitelnosti a výměně provozních informací
- Jeden z nejdůležitějších protokolů, zajišťuje funkčnost programů ping a traceroute
- Chybové zprávy oznamují např.
- Chyba v hlavičce datagramu

- Nedosažitelná adresa/port, neznámá cesta k cíli
- Správce zakázal komunikaci
- Mezi informační zprávy patří např. výzva a odpověď na echo, ty využívá program ping -6
- V ICMPv4 šlo útočit na síť zahlcením cílového stroje ICMP zprávami, ICMPv6 proti tomuto implementuje bezpečnostní opatření