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 (8×4×4 = 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 × 8 = 32 bitů | 8 × 16 = 128 bitů |
| 232 = 4 294 967 296 adres | 2128 = 3.4 × 1038 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 doporučená velikost 64 (pro správnou funkci Neighbor Discovery Protocolu a bez stavové konfigurace)
* Zbylých 64 bitů je Interface ID

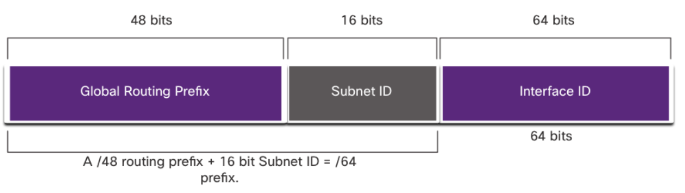
# Komprimace nul

* Úvodní nuly ve skupině se dají vynechat (až na jednu)
* Skupiny nulových hextetů 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 posíla 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 implemetuje bezpečnostní opatření