

Protokol IPv6 a IPv6 adresa

Tato prezentace seznamuje studenty se **základy protokolu IPv6** a formátu **IPv6 adresy**. Vysvětlíme důvody pro vznik IPv6, jeho hlavní vlastnosti i novinky oproti IPv4. Naučíme se, jak se IPv6 adresa zapisuje, jaké má typy (unicast, anycast, multicast) a jak se provádí zkracování zápisu. Závěrem se zaměříme na základní autokonfiguraci adres (SLAAC) a výhody, které IPv6 přináší v moderních sítích.

Motivace k přechodu na IPv6

Hlavní důvody

1. Vyčerpání IPv4 adres – 32bitový prostor je omezený, IPv6 poskytuje 128bitový rozsah.
2. Rostoucí počet zařízení (IoT, mobilní zařízení) – potřeba unikátní adresy pro každé zařízení.
3. End-to-end konektivita – s IPv6 není nutný NAT pro úsporu adres.

Klíčové výhody

- Obrovský adresní prostor (2^{128} možných adres).
- Zjednodušení přenosu (hlavička, autokonfigurace).
- Nativní podpora rozšíření (Extension Headers).

Formát IPv6 hlavičky

Základní hlavička

- Zjednodušená oproti IPv4 (méně polí, většina volitelných parametrů jde do Extension Headers).
- **Verze (4 bity), Traffic Class, Flow Label, Payload Length, Next Header, Hop Limit, Source a Destination Address.**

Next Header

- Udává, co následuje za základní hlavičkou (např. TCP/UDP, nebo Extension Header).

Hop Limit

- Funkčně podobné jako TTL v IPv4.

IPv6 adresa – Základní formát

128 bitů

- Zapisuje se hexadecimálně po 16bitových blocích, oddělených dvojtečkou.
- Např. 2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334.

Zkracování

- Vedoucí nuly v každém 16bitovém segmentu lze vynechat:
2001:db8:85a3:0:0:8a2e:370:7334.
- Dvojitou dvojtečku :: můžeme použít **jen jednou** pro náhradu jedné či více skupin nul:
 - 2001:db8:85a3::8a2e:370:7334.

Typy IPv6 adres

Unicast

- Identifikuje jediné rozhraní, paket je doručen konkrétnímu uzlu.
- Globální unicast (internet), link-local (fe80::/10), unikátně lokální (ULA fc00::/7).

Multicast

- Adresa reprezentuje skupinu rozhraní (např. ff00::/8).
- Paket se doručí všem členům skupiny.

Anycast

- Adresa může být přiřazena více uzlům, paket je doručen „nejbližšímu“ (podle směrování).

(Pozn.: IPv6 už nedefinuje broadcast adresu tak, jak ji známe z IPv4.)

Příklady rozsahů IPv6 adres

Link-local (fe80::/10)

- Platí jen v rámci lokálního segmentu (L2). Nutné pro některé protokoly (např. SLAAC).

Global unicast (např. 2000::/3)

- Adresy veřejné, použitelné na internetu.

Unique local (fc00::/7)

- Podobné soukromým adresám v IPv4, ale bez nutnosti NAT.

Autokonfigurace adres (SLAAC)

Stateless Address Autoconfiguration (SLAAC)

- Host si sám generuje část adresy na základě prefixu oznámeného routerem (Router Advertisement).
- Není potřeba DHCPv6 (ale lze použít).

Link-local

- Vzniká automaticky pomocí EUI-64 (z MAC adresy) nebo náhodného generování.

Privacy extensions

- Pro ochranu soukromí se mohou ad-hoc generovat krátkodobé globální adresy, namísto derivace z MAC.

Přechodové mechanismy a nasazení IPv6

Dual-stack

- Zařízení a sítě podporují současně IPv4 i IPv6.

Tunneling

- IPv6 provoz se zapouzdří do IPv4 (např. 6to4, Teredo) pro trasu, kde není nativní IPv6.

Nativní IPv6

- Cílový stav, kdy ISP i vnitřní síť plně podporují IPv6.

Stav reálného nasazení

- Postupný nárůst, řada firem již „dual-stack“.
- Internetoví poskytovatelé přidělují IPv6 pro koncové zákazníky (např. /56, /64).

Shrnutí

IPv6

- Řeší nedostatek adres a přináší moderní koncepce (jako SLAAC, extension headers).

IPv6 adresa

- Má délku 128 bitů, zápis v hexadecimálním formátu s dvojtečkami.
- Podporuje zkrácený zápis a dvojitou dvojtečku.

Typy adres

- Unicast (global, link-local, unique local), multicast, anycast.

Nasazení

- V praxi probíhá dual-stack a přechodové tunely, postupná adopce.

Přechodem na IPv6 získáme koncová zařízení s plnou konektivitou bez NAT, a lepší možnosti pro budoucí rozvoj sítě.

Kontrolní otázky

1. Proč vznikl protokol IPv6 a jaká nejdůležitější vylepšení nabízí oproti IPv4?
2. Jak vypadá standardní formát zápisu IPv6 adresy a jak lze zápis zkracovat?
3. Které adresy patří do rozsahu link-local a jak se využívají?
4. Vysvětlete rozdíl mezi multicastem v IPv4 a IPv6 (např. broadcast v IPv4 vs. multicast v IPv6).
5. Co je SLAAC a jaký problém řeší?
6. Proč se v praxi používá dual-stack a přechodové tunely, místo okamžitého přechodu na čistý IPv6?

Doporučená literatura

1. **Tanenbaum, A. S., Wetherall, D.:** *Počítačové sítě*, 5. vydání (v češtině) – Kapitoly o IPv6, rozdíly oproti IPv4.
2. **Kurose, J. F., Ross, K. W.:** *Computer Networking: A Top-Down Approach* – Přehled IPv6, adresování, SLAAC.
3. **Cisco Networking Academy:** *CCNA materiály* – Sekce o IPv6, praktické příklady konfigurace.
4. **RFC 2460** (původní, nyní nahrazeno aktualizacemi, např. RFC 8200) – Základní specifikace IPv6.
5. **Oficiální dokumentace IETF** (Internet Engineering Task Force) – Přejímové mechanismy (RFC 4213, RFC 4380), SLAAC (RFC 4862).