

## Vlastnosti IPv6 (I)

Minulé díly seriálu IPv6 vysvětlily proč se IPv4 blíží ke svému konci a že jeho nástupcem je nový Internetový Protokol verze 6 (IPv6). Tématem dnešního dílu jsou vlastnosti IPv6 protokolu.

### Větší adresní prostor

Je nejdůležitějším přínosem nového protokolu, IPv6 adresa má 128 bitů a je tedy 4 větší než IPv4 adresa s 32 bity. Pro lepší představu, IPv6 rozsah pokrývá cca  $6,67 \cdot 10^{23}$  adres na jeden čtvereční metr povrchu Země nebo 36 165 koncových sítí na jeden čtvereční metr povrchu Země, kde v každé této síti může být až  $1,84 \cdot 10^{19}$  koncových zařízení. Uvedené hodnoty jsou ovšem pouze teoretické, protože dle specifikace každá organizace a uživatel v domácnosti od svého poskytovatele obdrží pevně daný prefix o velikost 48 bitů (/48). Menší prefix<sup>1</sup> o velikosti 64 bitů (/64) je možné přidělit pouze v případě specifických důvodů. To v důsledku znamená, že v praxi připadá na dva metry čtvereční povrchu Země právě jeden /48 prefix neboli jedna organizace nebo domácnost s IPv6 prefixem. Ale i tak bychom si s takovýmto rozsahem měli do budoucna vystačit i v případě, že IPv6 adresu bude mít kromě počítačů a mobilních telefonů, i vaše televize, lednička a starý ušák po babičce, který bude automaticky posílat počet zhoupnutí na Facebook.

### IPv6 adresa

Pro zápis IPv6 adresy byla zvolena šestnáctková soustava, 128 bitů (16 bytů) je rozděleno po dvou bytech dvojtečkou. Ukázka zápisu globální individuální adresy (obdoba IPv4 veřejné adresy) 2001:0db8:ab00:00c3:0000:0000:0000:0002.

Pro lepší zápis adresy, lze uplatnit několik pravidel:

- počáteční nuly v každé dvojici bytů lze vynechat (příklad: 2001:1488:0:3:0:0:0:2)
- sousedící nulu lze nahradit dvojitou dvojtečkou :: (příklad: 2001:1488:0:3::2)

Zkrácení zápisu dvojitou dvojtečkou lze použít pouze jednou z důvodu nejednoznačnosti interpretace výsledného zápisu adresy.

1. Ačkoli je počet bitů v prefixu větší (64>48), je přidělený prefix ve skutečnosti menší, protože se jedná o počet bitů v masce sítě a tedy počet bitů, který lze přidělit koncovým zařízením se vypočte jako  $128 - 64 = 64$  resp.  $128 - 48 = 80$ .

Ukázka špatného zápisu 2001::FFD3::57ab. Tento zápis IPv6 adresy není jednoznačný a jeho možné interpretace jsou:

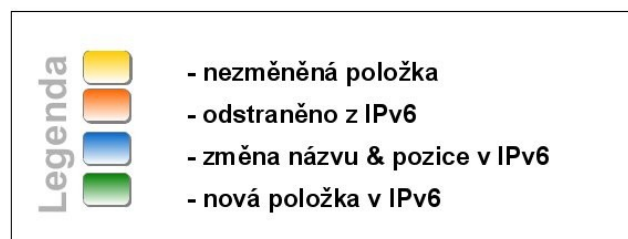
- 2001:0:0:0:FFD3:0:57ab
- 2001:0:0:0:FFD3:0:0:57ab
- 2001:0:0:FFD3:0:0:0:57ab
- 2001:0:FFD3:0:0:0:0:57ab

IPv6 adres existuje více druhů a některé z nich jsou dokonce povinně přiřazeny na každém síťovém rozhraní, podrobněji se jim bude věnovat v jednom z dalších dílů tohoto seriálu.

## IPv6 hlavička

Z IPv6 hlavičky byly odstraněno několik položek, které byly v původní IPv4 hlavičce. Díky rozšiřujícím hlavičkám (bude vysvětleno dále) se i přes čtyřnásobný nárůst velikosti zdrojové a cílové adresy zvětšila IPv6 hlavička pouze dvakrát - a to z 20 bytů na 40 bytů. Provedené změny ilustruje přiložený obrázek:

## IPv4 hlavička, 20 Bytů



## IPv6 hlavička, 40 Bytů



Obrázek převzat z prezentace  
Scott Hogg: IPv6 Implementation and Practise, CSUG, 2006

## Rozšiřující hlavičky

Jak už název napovídá, rozšiřují základní IPv6 hlavičku. Propojení hlaviček mezi sebou zajišťuje položka Next Header (Další hlavička). Jelikož i rozšiřující hlavička obsahuje položku Next Header, lze rozšiřující hlavičky tzv. řetězit za sebe. Díky zřetězení rozšiřujících hlaviček lze implementovat nové vlastnosti IPv6 protokolu, aniž by se zasahovalo do původní specifikace. Poslední hlavička v pořadí před samotným obsahem TCP nebo UDP paketu má v položce Next Header uvedeno číslo protokolu, které je 6 pro TCP, 17 pro UDP a 1 pro ICMP. Pokud tedy není zapotřebí připojit rozšiřující hlavičku, je v této položce rovnou uveden typ přenášených dat.

Jako příklad používané rozšiřující hlavičky může posloužit hlavička s číslem 44, která slouží pro indikaci fragmentace IPv6 paketů. Seznam všech možných čísel je spravován na adrese <http://www.iana.org/assignments/protocol-numbers/>.

## Minimálně 64 bitová síťová maska

IPv6 zavádí fixní délku prefixu 64 bitů pro identifikace koncových stanic, resp. přesněji řečeno síťového rozhraní v síti. To znamená, že jakákoliv síť bude mít možnost adresovat až  $2^{64}$  koncových stanic. Do takové sítě by se tedy vešel 4,3 miliardkrát (232) celý IPv4 Internet. Může se to zdát jako plýtvání, ale tento systém značně usnadňuje automatickou konfiguraci koncových zařízení, navíc při celkovém počtu dostupných IPv6 adres není nutné s adresami šetřit na úkor použitelnosti. Navíc větší fragmentace adresního rozsahu také znamená větší nároky na paměťovou a výpočetní kapacitu směrovačů kvůli velikosti směrovacích tabulek.

Identifikátor síťového rozhraní se může generovat více způsoby, primárně se však generuje z MAC adresy, ale o tom více v některém z dalších dílů.

## Skupinové adresy

IPv4 používá oznamovací adresu v případech, kdy potřebuje oslovit všechny stanice v lokální síti. Návrh IPv6 oznamovací adresu neobsahuje a tuto funkcionalitu poskytuje skupinová adresa pro všechny hosty FF02::1. Nově také existuje možnost oslovit například všechny směrovače v lokální síti skupinovou adresou FF02::2 nebo všechny DHCP servery pomocí adresy FF02::1:2. Více o dostupných skupinových adresách na <http://www.iana.org/assignments/ipv6-multicast-addresses>.

## Bezstavová automatická konfigurace adres

IPv6 obsahuje mechanismy pro automatickou konfiguraci koncových zařízení. Po připojení např. počítače do sítě lze téměř okamžitě komunikovat s okolním světem. Stanice si na základě ICMP zprávy Router Advertisement (Ohlášení směrovače), kterou místní směrovač pravidelně zasílá, zjistí prefix sítě, výchozí bránu a další užitečné informace na základě kterých si vygeneruje svou globální unikátní adresu a nastaví cestu k výchozí bráně. Chybí zde však zatím informace o rekurzivním DNS serveru, tu musí administrátor sítě předat stanicím například pomocí bezstavového DHCPv6. Protokol bezstavového DHCPv6 má oproti stavovému DHCPv6 méně funkcí a je mnohem jednodušší na konfiguraci a správu. Elegantnější řešení se snaží prosadit RFC dokument s číslem 5006 (IPv6 Router Advertisement Option for DNS Configuration), kde navrhuje do ICMP zprávy Router Advertisement přidat volbu RDNSS identifikující rekurzivní DNS servery. V lokální síti by pak nebylo nutné provozovat DHCPv6 server pouze v případech složitější konfigurace koncových stanic pomocí protokolu DHCPv6.



**Computerworld, 17.  
12. 2011**

Autoři:

Emanuel Petr a Ondřej Surý pracují v Laboratořích CZ.NIC, výzkumném a vývojovém centru správce české národní domény