

Adresování

Nejdůležitějšími používanými adresami jsou na druhé vrstvě OSI MAC adresa a na třetí vrstvě IP adresa.

MAC adresa

MAC adresa (zkratka „media access control“) je jedinečný identifikátor síťového zařízení, který používají různé protokoly druhé (spojové) vrstvy OSI. Je přiřazována síťové kartě NIC bezprostředně při její výrobě (u starších karet je přímo uložena do EEPROM paměti), nicméně ji lze dnes u moderních karet dodatečně změnit. Ethernetová MAC adresa se skládá ze 48 bitů a podle standardu by se měla zapisovat jako tři skupiny čtyř hexadecimálních čísel (např. 0123.4567.89ab), mnohem častěji se ale píše jako šestice dvojciferných hexadecimálních čísel oddělených pomlčkami nebo dvojtečkami (např. 01-23-45-67-89-ab nebo 01:23:45:67:89:ab).

MAC adresa přidělená výrobcem je vždy celosvětově jedinečná. Z hlediska přidělování je rozdělena na dvě poloviny. O první polovinu musí výrobce požádat centrálního správce adresního prostoru a je u všech karet daného výrobce stejná (či alespoň velké skupiny karet, velcí výrobci mají k dispozici několik hodnot pro první polovinu). Výrobce pak každé vyrobené kartě či zařízení přiřazuje jedinečnou hodnotu druhé poloviny adresy. Jednoznačnost velmi usnadňuje správu lokálních sítí – novou kartu lze zapojit a spolehnout se na to, že bude jednoznačně identifikována.

Speciální adresy

Všesměrová (broadcast) je adresa označující všechna připojená zařízení. Ji adresovaný paket bude přijat všemi zařízeními v dané lokální síti. Všesměrová adresa obsahuje samé jedničky (ff:ff:ff:ff:ff:ff).

Skupinová (multicast) adresa označuje skupinu připojených zařízení. Přijmou ji všechna zařízení v lokální síti, která byla nakonfigurována za členy skupiny (typicky některá aplikace požádá o vstup do skupiny a karta následně začne přijímat pakety s danou skupinovou adresou). Skupinové adresy mají v nejméně významném bitu prvního bajtu jedničku (01 při zápisu adresy).

Lokálně spravovaná adresa je přidělována správcem sítě, nikoli výrobcem. Lokálně spravované adresy mají nastaven druhý nejméně významný bit prvního bajtu (02 v zápisu adresy), používají se však jen výjimečně. Vzhledem ke skutečnosti, že moderní síťová zařízení mají možnost MAC adresu změnit, není zaručena jednoznačná identifikace zařízení v lokální počítačové síti LAN. Při výskytu zařízení se stejnou MAC adresou ve stejné lokální síti, nemusí být komunikace mezi některými zařízeními plně funkční.

IP adresa

IP adresa je jednoznačná identifikace konkrétního zařízení (typicky počítače) v prostředí Internetu. Veškerá data (ve formě datagramů), která jsou z/na dané zařízení přez počítačovou síť posílána, obsahují IP adresu odesilatele i příjemce.

Zkratka IP znamená Internet Protocol, což je protokol, pomocí kterého spolu komunikují všechna zařízení v Internetu. Dnes nejčastěji používaná je jeho čtvrtá verze (označovaná jako IPv4), postupně se však bude přecházet na novější verzi 6 (IPv6). V jiných protokolech se adresování jednotlivých zařízení může provádět jinak (viz např. MAC adresa).

Jelikož by pro běžné uživatele počítačových sítí bylo velice obtížné pamatovat si číselné adresy, existuje systém specializovaných počítačů, které převádějí zapamatovatelná doménová jména na IP adresy a opačně. Tomuto systému se říká DNS (Domain Name System).

Adresy v IPv4

V IPv4 je adresou 32bitové číslo, zapisované po jednotlivých bajtech, oddělených tečkami. Hodnoty jednotlivých bajtů se zapisují v desítkové soustavě, např.

192.168.48.39

Takových čísel existuje celkem $232 \cdot 4 \times 10^9$. Určitá část adres je ovšem rezervována pro vnitřní potřeby protokolu a nemohou být přiděleny. Dále pak praktické důvody vedou k tomu, že adresy je nutno přidělovat hierarchicky, takže celý adresní prostor není možné využít beze zbytku. To vede k tomu, že v současnosti je již znatelný nedostatek IP adres, který řeší různými způsoby: dynamickým přidělováním (tzn. např. každý uživatel dial-up připojení dostane dočasnou IP adresu ve chvíli, kdy se připojí, ale jakmile se odpojí, je jeho IP adresa přidělena někomu jinému; při příštím připojení pak může tentýž uživatel dostat úplně jinou adresu), překladem adres (Network address translation) a podobně. Ke správě tohoto přidělování slouží specializované síťové protokoly, jako např. DHCP.

Struktura adresy

Adresa se v IPv4 dělí na tři základní části:

adresa sítě adresa podsítě adresa počítače

Koncepce internetu jako sítě složené ze sítí a tomu odpovídající struktura adres patří mezi novinky zavedené IP. Má velký význam pro směrování – mimo cílovou síť se směruje podle adresy sítě a až když je IP datagram doručen do ní, začíná se brát ohled i na detailnější části adresy.

Původní koncept adresace nepočítal s podsítěmi, definoval jen adresu sítě a počítače. Později se však toto členění ukázalo jako příliš hrubé a lokální část adresy se rozdělila na podsít' a počítač. Obecně platí, že mezi adresami ve stejné podsíti (mají totožnou adresu sítě a podsítě) lze data dopravovat přímo – dotyční účastníci jsou všichni propojeni jedním Ethernetem či

jinou lokální sítí. Jakmile se adresa cíle nachází v jiné síti, bude potřeba datagram předat příslušnému směrovači, aby jej dopravil dál – viz směrování.

Adresu sítě pro danou koncovou síť přiděluje poskytovatel připojení (oficiálně ji přiděluje lokální registrátor, ale tím bývá právě poskytovatel). Je třeba o ni požádat prostřednictvím standardních formulářů. Strukturu lokální části adresy – zda bude rozdělena na podsítě a jaká její část bude případně věnována adrese podsítě a jaká adrese počítače – určuje správce dotyčné sítě. Ten také přiděluje adresy.

Hranici mezi adresou podsítě a počítače určuje maska podsítě (subnet mask). Jedná se o 32bitovou hodnotu zapisovanou stejně jako IP adresa. V binárním tvaru obsahuje jedničky tam, kde se v adrese nachází síť a podsít', a nuly tam, kde je počítač. Maska podsítě je společně s IP adresou součástí základní konfigurace síťového rozhraní, často se předává protokolem DHCP.

Adresování sítí a podsítí

V úplných začátcích Internetu bylo toto rozdělení adresy na síť a lokální část fixní: prvních osm bitů adresy určovalo síť, zbytek pak stroj v síti. To však umožňovalo pouze 256 sítí (v každé však mohlo být přes 16 milionů stanic), takže s nástupem lokálních sítí bylo zřejmé, že bude potřeba tento systém změnit. Adresy se proto rozdělily do tříd podle toho, jaká část adresy určuje síť a jaká určuje stanici v síti (přičemž dvě třídy byly vyhrazeny pro zvláštní účely). Odpovídající třída se poznala podle hodnoty prvních několika bitů (a pro člověka podle prvního bajtu):

Třídy IP adres

Třída	Začátek (bin)	1. bajt	Standardní maska	Bitů sítě	Bitů stanice	Sítí	Stanic v každé síti
A	0	0–127	255.0.0.0	8	24	128	16 777 216
B	10	128–191	255.255.0.0	16	16	16384	65536
C	110	192–223	255.255.255.0	24	8	2 097 152	256

Postupem času se však i toto rozdělení ukazovalo jako velice nepružné a s rostoucím nedostatkem adres se hledaly způsoby na vylepšení tohoto systému. Od roku 1993 se pak začal používat tzv. Classless Inter-Domain Routing (CIDR, beztřídní mezidoménové směrování), ve kterém je možno předěl mezi adresou sítě a lokální částí adresy umisťovat libovolně. Daná adresa se pak značí kombinací prefixu a délky ve formě

192.168.24.0/21

což znamená, že takto určená síť je určena prvními 21 bity adresy, zbytek je adresa stanice (případně podsítě), takže tato síť používá rozsah adres 192.168.24.0–192.168.31.255.

Vyhrazené adresy

Mezi adresami nesmí být stanice s adresou sítě ani adresou stanice tvořenou samými bity 1 nebo samými bity 0 – tyto adresy jsou vyhrazeny pro zvláštní použití (nulová adresa znamená „tato síť“, resp. „tato stanice“, jedničková adresa se používá pro všesměrové vysílání, broadcast).

Adresy 127.x.x.x (tzv. localhost, nejčastěji se používá adresa 127.0.0.1) jsou rezervovány pro tzv. loopback, logickou smyčku umožňující posílat pakety sám sobě.

Dále jsou vyčleněny rozsahy tzv. interních (neveřejných) IP adres, které se používají pouze pro adresování vnitřních sítí (např. lokálních), na Internetu se nikdy nemohou objevit. Jako neveřejné jsou určeny adresy:

- ve třídě A: 10.0.0.0 až 10.255.255.255 (celkem 16 777 216 adres)
- ve třídě B: 172.16.0.0 až 172.31.255.255 (celkem 1 048 576 adres)
- ve třídě C: 192.168.0.0 až 192.168.255.255 (celkem 65 536 adres)

Adresy v IPv6

Trvalejším řešením problémů s nedostatkem adres by měla být nová verze protokolu, označovaná IPv6, která se ovšem zatím rozšiřuje jen velice pozvolna. V IPv6 má adresa délku 128 bitů, což znamená, že počet možných adres je $2^{128} \approx 3 \times 10^{38}$. To je astronomicky velké číslo; pro představu: teoreticky se jedná o 6×10^{23} IP adres na 1 m² zemského povrchu. I pokud započítáme, že i v IPv6 je potřeba velkou část adres rezervovat a adresní prostor opět nelze dokonale využít, je těchto adres dostatek na to, aby každé zařízení připojitelné do internetu dostalo svou vlastní jedinečnou adresu.

Adresa IPv6 se zapisuje jako osm skupin po čtyřech hexadecimálních číslicích, například:

```
2001:0718:1c01:0016:0214:22ff:fec9:0ca5
```

Úvodní nuly v každé skupině lze ze zápisu vynechat. Výše uvedenou adresu tedy lze psát ve tvaru

```
2001:718:1c01:16:214:22ff:fec9:ca5
```

Pokud adresa obsahuje několik po sobě jdoucích nulových skupin, lze místo nich zapsat jen „:“. Tato zkratka smí být v adrese jen jedna. Používá se často u prefixů pro nulový konec adresy či u speciálních adres, jako je loopback (smyčka), jejíž tvar ::1 je podstatně příjemnější, než 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001.

Adresní architekturu IPv6 definuje RFC 4291. Zavádí tři typy adres:

- Individuální (unicast) která identifikují právě jedno síťové rozhraní.
- Skupinové (multicast) označují skupinu síťových rozhraní, jejímž členům se mají data dopravit. Skupinově adresovaný datagram se doručuje všem členům skupiny.
- Výběrové (anycast) označují také skupinu síťových rozhraní, data se však doručují jen jejímu nejbližšímu členovi.

- IPv6 neobsahuje všesměrové (broadcast) adresy. Byly nahrazeny obecnějším modelem skupinových adres a pro potřeby doručení dat všem zařízením připojeným k určité síti slouží speciální skupinové adresy (např. ff02::1 označuje všechny uzly na dané lince).

IPv6 zavádí také koncepci dosahu (scope) adres. Adresa je jednoznačná vždy jen v rámci svého dosahu. Nejčastější dosah je pochopitelně globální, kdy adresa je jednoznačná v celém Internetu. Kromě toho se často používá dosah linkový, definující jednoznačnou adresu v rámci jedné linky (lokální síť, např. Ethernetu). Propracovanou strukturu dosahů mají skupinové adresy (viz níže).

Adresní prostor je rozdělen následovně:

- prefix význam
- ::/128 neurčená
- ::1/128 smyčka (loopback)
- ff00::/8 skupinové
- fe80::/10 individuální lokální linkové
- ostatní individuální globální

Výběrové adresy nemají rezervovanou svou vlastní část adresního prostoru. Jsou promíchány s individuálními a je otázkou lokální konfigurace, aby uzel poznal, zda se jedná o individuální či výběrovou adresu.