

MAC adresa

MAC adresa je **“nemenný”** a **jednoznačný** 6 bajtový identifikátor **každého** sieťového zariadenia, ktoré sa má používať na linkovej vrstve.

T. j. MAC adresa je pre každé zariadenie jedinečná a musí ju mať každé sieťové zariadenie. MAC adresa je daná pri výrobe zariadenia (sieťovej karty)

Je zobrazovaná vo forme 12 hexadecimálnych čísl¹ oddelených dvojbodkou.

Príklad: 00:90:96:1F:D3:FC

Prvé 3 byty z MAC adresy identifikujú výrobcu - OUI (Organization Unique Identifier) .

Príklad: 00:00:0C:1F:D3:FC - Cisco

Rôzne identifikátory môžu patriť rovnakému výrobcovi.

Zostávajúce tri bajty (SN) MAC adresy prideluje výrobca tak, aby zabezpečil unikátnosť.

MAC adresa je napevno uložená v ROM ale po inicializácii sieťového zariadenia sa skopíruje do RAM a tam môže byť dočasne zmenená².

Na základe MAC adresy môže byť napríklad zariadeniu pridelená IP adresa (dočítate sa nižšie) alebo ne/umožnené pripojenie sa do WI-FI siete.

Pretože je MAC adresa nemenná používa sa pre ňu aj termín **fyzická adresa**.

IP adresa

IP adresa je číslo, ktoré musí byť priradené k zariadeniu, aby mohlo fungovať v sieti využívajúcej Internet Protokol. V súčasnosti sa používajú verzie IPv4 a IPv6.

IPv4

IPv4 je 32 bitové číslo, ktoré sa pre prehľadnosť zobrazuje po bytoch (byte = celé číslo 0 až 255). Byty sú oddelené bodkou. IPv4 adresa servera fpedas.uniza.sk je číslo 2663494657, v dvojkovej sústave je to po oktetoch (osmica bitov) 10011110.11000001.10110100.00000001. Po prevedení do desiatkovej sústavy: 158.193.180.1.

IPv4 adresa sa skladá z dvoch častí: adresa siete (prefix, prvých X bitov, zvyšné sa vynulujú) a adresa uzla v danej sieti (zvyšok).

Obrázok 1 ukazuje nastavenie IP adresy (okrem iného) vo MS Windows. V tomto prípade maska podsiete hovorí, že prvých 8 bitov ($11111111_2 = 255_{10}$) z adresy tvorí adresu siete, t. j. adresa siete je 10.0.0.0. Keby sa IP adresa zapisovala ako obyčajné číslo 2663494657 a nie v „bodkovom“ formáte, nebolo by to také jednoduché. To platí iba v prípade, že adresa siete je násobok 8 bitov, viď príklady Príklad 1 a Príklad 2

¹ Desiatková sústava používa číslice 0-9, dvojková 0 a 1. Šestnástková sústava používa 16 číslic: 0-9, A, B, C, D, E, F. Číslica A = 10, ... číslica F = 15. Jeden byte sa zobrazuje ako dve hexadecimálne číslice.

² Bežne nie je dôvod meniť MAC adresu. Použitie/využívanie nejakého zariadenia/služby môže byť viazané na konkrétnu MAC adresu (t. j. počítač, mobil). Vtedy ten dôvod môže nastať.

Získať adresu IP automaticky
 Použiť túto adresu IP:

Adresa IP: 10 10 10 1
 Maska podsiete: 255 . 0 . 0 . 0
 Predvolená brána: 10 . 10 . 10 . 254

Získať adresu servera DNS automaticky
 Použiť tieto adresy serverov DNS:

Preferovaný server DNS: 8 . 8 . 8 . 8
 Alternatívny server DNS: 222 . 222 . 222 . 222

Obrázok 1 Nastavenie IP protokolu

Pôvodne sa IPv4 adresy delili na 5 skupín, nazývaných triedy (Tabuľka 1 Triedy IP adries). O zaradení, do tej ktorej triedy, rozhodovali prvé bity (= v prípade bodkového zápisu prvý byte, 2. stĺpec v tabuľke). Triedy mali rozdielnu masku (8, 16, 21 bitov, 3. stĺpec), preto sa líšili počtom sietí a počtom uzlov v sieti. V exponentoch je počet bitov pre masku, resp. uzol. Pridelovali sa iba adresy z tried A, B a C. Adresy triedy D sa používajú na smerovanie multicast a adresy triedy E sú vyhradené pre špeciálne účely.

Príklad 1: Adresa 158.193.180.1 je adresa triedy B, pretože jej prvý byte (158) je medzi 128 a 191 (= prvé bity sú 10).

IP adresa 10011110.11000001.10110100.00000001 = 158.193.180.1
 maska podsiete 11111111.11111111.00000000.00000000 = 255.255.0.0
 Adresa siete 10011110.11000001.00000000.00000000 = 158.193.0.0
 (jednotka je iba tam, kde sú pod sebou jednotky, AND)

Tabuľka 1 Triedy IP adries

Trieda	Prvý bajt prvé bity	Sieť(N), Uzol(H)	Maska podsiete	Počet sietí	Počet uzlov v sieti**
A	0–127 0	N.H.H.H	255.0.0.0	126 (2 ⁸ -2)*	16 777 214 (2 ²⁴ -2)
B	128–191 10	N.N.H.H	255.255.0.0	16 384 (2 ¹⁴)	65 534 (2 ¹⁶ -2)
C	192–223 110	N.N.N.H	255.255.255.0	2 097 152 (2 ²¹)	254 (2 ⁸ -2)
D	224–239 1110	multicasting			
E	240–254 1111	rezervované			

* V triede A je k dispozícii iba 126 sietí, pretože siete 0.0.0.0 a 127.0.0.0 majú špeciálne využitie.

** Všade je -2, pretože adresy zložené iba z 0₂, alebo iba z 1₂ sa nemožno používať alebo sa používajú na špeciálne účely.

Problémom takéhoto delenia do tried bolo to, že počet adries dostupných v triede C (254) často nedokázal uspokojiť potreby väčších organizácií. Ak firma potrebovala napr. 500 alebo len pár tisíc adries, tak jej bola pridelená celá trieda B (65 534 adries), napr. ŽU má k dispozícii celú triedu B IP adries. Takto sa zbytočne premrhalo mnoho adries triedy A a B.

Mrhanie IP adresami v triednom modeli delenia IP adries bolo obmedzené úspornejším delením označovaným CIDR (Classless Inter-Domain Routing, beztriedne smerovanie). CIDR umožňuje jemnejšie delenie po bitoch (nielen po oktetoch bitov ako pri triedach). Zapisuje sa pridaním lomky a počtu bitov masky siete (dĺžky prefixu) za IP adresu. Zápis 10.10.10.1/8 je zhodný so zápisom na obrázku 1 a zápis 158.193.180.1/16 je zhodný s príkladom [vyššie](#). Keďže CIDR umožňuje použiť aj iný počet bitov ako len 8, 16 či 24, tak je možné vhodnejšie určiť veľkosť siete.

Príklad 2: Beztriedne delenia 158.193.180.1/21. V takomto prípade má sieť $2^{32-21} = 2^{11} = 2048$ uzlov.

IP adresa	10011110.11000001.10110100.00000001 = 158.193.180.1
maska podsiete	<u>11111111.11111111.11111000.00000000</u> = 255.255.248.0
Adresa siete	10011110.11000001.10110000.00000000 = 158.193.176.0

(jednotka je iba tam, kde sú pod sebou jednotky, AND)

Typy IPv4 adries

IPv4 adresy môžeme deliť na základe nasledujúcich kritérií:

Podľa možnosti prístupu na verejnú sieť (napr. Internet)

- Súkromná IP adresa. Je to adresa určená pre lokálne siete. Zariadenie so súkromnou IP adresou sa nemôže priamo³ pripojiť do verejnej siete a ani z nej nie je priamo dosiahnuteľné. Súkromné IP adresy sú adresy z rozsahov:

Trieda A: 10.0.0.0 až 10.255.255.255

Trieda B: 172.16.0.0 až 172.31.255.255

Trieda C: 192.168.0.0 až 192.168.255.255

- Verejná IP adresa. Zariadenia s verejnou IP adresou sú priamo dosiahnuteľné z verejnej siete a môžu na ňu priamo pristupovať. Všeobecne: So zariadením s verejnou IP adresou môže priamo komunikovať len zariadenie s verejnou IP adresou. Okrem rozsahov uvedených vyššie, sú všetky IP adresy tried A, B, C verejné.

Skoro všetky domácnosti a drvivá väčšina firiem používa vo svojich LAN súkromné IP adresy. Verejnú IP adresu má iba router (prostredník/sprostredkovateľ), cez ktorý sa pripájajú do internetu. Dôvod je šetrenie IP adries.

Každá IP adresa musí byť v sieti jedinečná. Verejných IP adries je menej ako zariadení, ktoré sa chcú pripojiť na Internet. To znamená, že niektoré sa nemôžu pripojiť, pretože nemajú verejnú IP adresu. To je dôvod, prečo existujú súkromné adresy. Súkromná adresa 192.168.1.1 zrejme existuje v ľubovoľnom momente v tisíckach LAN. To ale nevedí, pretože zariadenia s touto adresou sa navzájom nevidia - nemôžu ísť na Internet priamo. Ak je v LAN 20 zariadení so súkromnou adresou a všetky sa pripájajú na Internet nepriamo cez router, tak je namiesto 20 verejných IP adries potrebná iba jedna. Existujú LAN, z ktorých sa pripájajú stovky súkromných IP adries na Internet cez jedinú verejnú IP adresu. To je šetrenie verejných IP adries. O tom, ako to funguje, je podrobne rozoberané v prednáške NAT ...

³ „Priamo“ = „bez prostredníka/sprostredkovateľa“, „bez dodatočnej roboty/technológie“

Podľa spôsobu priradenia:

- Statická (pevná) IP adresa. Ako napovedá názov, statické IP adresy sa zvyčajne nemenia, t. j. nepredpokladá sa častá zmena. Ak je ich potrebné zmeniť, robí sa to „manuálne“. Napríklad vo Windows sa to dá urobiť vyplnením tabuľky v nastaveniach IP protokolu, tak ako je to zobrazené na obrázku 1. To znamená, že statická adresa sa môže meniť.
- Dynamická (dočasná) IP adresa. Takáto IP adresa je automaticky priradená zariadeniu, najčastejšie pri zapnutí/reštartovaní. Aby priradenie fungovalo musí byť zariadenie správne nastavené. Napríklad vo Windows v nastaveniach IP protokolu (ako na obrázku 1) zaškrtnúť „Získať adresu IP automaticky“. V takom prípade sa získa len IP adresa ale aj maska siete a IP adresa brány. Väčšinou je nutné zaškrtnúť „Získať adresu DNS severov automaticky“. Aby to fungovalo musí byť v sieti DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) server. IP adresa (+nastavenia IP protokolu) môže byť pridelená na základe MAC adresy alebo náhodne.
 - Ak je MAC adresa žiadajúceho zariadenia v zozname definovanom na DHCP serveri, tak zariadenie dostane vždy tú istú IP adresu (aj ostatné nastavenia).
 - V najjednoduchšom prípade je na DHCP serveri zoznam IP adries a DHCP server ich náhodne prideluje žiadateľom. To znamená, že rôzne zariadenia v sieti môžu v priebehu času (nie naraz) používať tú istú IP adresu. DHCP server si môže pamätať, že zariadenie malo pred časom pridelenu nejakú IP a ak je voľná, môže mu ju prednostne priradiť. Dokonca môže IP adresu nejaký čas rezervovať pre minulého majiteľa (pokiaľ je zariadenie vypnuté).

To znamená, že dynamická adresa môže byť stále rovnaká.

Rozdiel medzi statickou a dynamickou IP adresou je v spôsobe jej zmeny: manuálne alebo automaticky DHCP serverom. Rozdiel nie je v tom, či sa IP adresa mení alebo nie.

Spôsob priradenia IP adresy nesúvisí s možnosťou prístupu. Dynamická aj statická IP adresa môžu byť súkromné alebo verejné.

Špeciálne adresy

V rámci IP sú zadané špeciálne adresy alebo rozsahy:

0.0.0.0 - Reprezentuje všetky siete. Pri serveroch 0.0.0.0 znamená všetky IP adresy na danom serveri. Ak má napríklad server dve IP adresy 192.168.10.1 a 10.1.20.1 a čaká dotazy na adrese 0.0.0.0, tak to znamená, že čaká na oboch IP adresách.

127.0.0.0 až 127.255.255.255 - Celá trieda A (16,7 milióna adries) je rezervovaná hlavne na testovanie a riešenie problémov v rámci IP protokolu, v rámci jedného počítača. V praxi sa používa iba adresa 127.0.0.1, nazývaná localhost alebo loopback adresa. Každý počítač používa túto adresu ako svoju vlastnú, ale nemôže pomocou nej komunikovať s ostatnými uzlami v sieti. Okrem testovania a riešenia problémov sa využíva na zjednodušenie komunikácie medzi programami v zariadení. Ak programy v rámci jedného zariadenia chcú navzájom komunikovať, tak je často výhodné využiť už existujúci protokol, napríklad IP. Pri protokole IP je ale nutné poznať IP adresu. Ak sa použije adresa 127.0.0.1, tak je jasné, že sa jedná o IP adresu daného počítača (a netreba ju zisťovať). Teda ak na počítači beží nejaký server, programy v rámci tohto počítača môžu k nemu pristupovať ako k 127.0.0.1 bez znalosti skutočnej IP adresy. Ale rovnako by sa mohla používať ľubovoľná z 16,7 milióna adries, napr. 127.127.127.127, výsledok by bol rovnaký.

255.255.255.255 - Reprezentuje všetky uzly.

IPv4 adresa je 32 bitové číslo a preto maximálny počet IPv4 adries je $2^{32} \doteq 4,3$ miliardy. To sa zrejme zdalo postačujúce v roku 1981, keď bola definovaná. Dnes už asi nikoho neprekvapí, že 3. februára 2011 [IANA odovzdala](#) posledné IPv4. Záverečná veta, „Deploying IPv6 is now a requirement, not an option.“, hovorí za všetko (Nasadzovanie IPv6 už nie možnosť ale nevyhnutnosť). Veľmi skoro na to došli voľné IPv4 adresy aj regionálnym registrátorom (okrem Afriky). [Súčasný stav](#). Adresy IPv4 sú teda vyčerpané, ale k počítačom, mobilom, tabletom rýchlo pribúdajú ďalšie zariadenia (TV, kamery, ...), ktoré sa pripájajú na Internet.

IPv6

Protokol IPv6 používa 128 bitové adresy, čo znamená, že je k dispozícii teoreticky $2^{128} \doteq 3,4 \times 10^{38}$ adries. Nedostatok adries v IPv4 bol pôvodne hlavným dôvodom pre zavedenie protokolu IPv6. Používanie súkromných adries a NAT a beztriedne pridelovanie adries však tento dôvod odsúva do úzadia. Ale sú aj iné dôvody, prečo je protokol IPv6 potrebný. Tu sú tie najdôležitejšie:

- **Bezpečnosť** zabudovaná priamo v IPv6. Protokol IPv4 nemá v sebe zabudovaný žiaden bezpečnostný mechanizmus - dáta musia byť šifrované pomocou iného protokolu pred odoslaním.⁴
- **Autokonfigurácia**. Protokol IPv4 umožňuje konfigurovať zariadenie manuálne alebo dynamicky. Teda potrebuje zásah človeka alebo nejaký konfiguračný mechanizmus (DHCP). Zariadenie IPv6 sa môže konfigurovať samo. Po štarte vyhľadá IPv6 router, dozvie sa prefix siete a vygeneruje (na základe svojej MAC adresy) si k nemu svoju adresu. Ručné nastavenie IPv6 je síce možné, ale jeho používanie sa nepredpokladá. Existuje aj možnosť DHCPv6.
- **Simultánne pripojenie** do rôznych sietí. IPv4 to síce umožňuje (IP aliasing) ale obvykle mávalo jedno sieťové rozhranie len jednu IPv4 adresu. Pri IPv6 ich dokonca musí mať viac. Existujú tzv. povinné adresy, na ktorých musí zariadenie prijímať dáta.
- **Priama adresovateľnosť**. Odstránenie nutnosti používať NAT.
- **Podpora služieb so zabezpečenou kvalitou**. V protokole IPv4 nie je postačujúca pre dnešné potreby, nieto ešte pre tie budúce.
- **Multicast**. IPv4 používa broadcast (multicast iba pre adresy triedy D, prípadne je nutná podpora iných protokolov = komplikácia)⁵. Protokol IPv6 používa namiesto broadcastu multicast.
- **Efektívnosť**, podpora vysokorýchlostných sietí. IPv6 pakety umožňujú preniesť naraz (s podporou jumbogram) viac dát ako IPv4 pakety, čo môže mať za následok zvýšenú priepustnosť.
- **Podpora mobilných zariadení**. IPv6 podporuje protokol Mobile IPv6 (MIPv6), ktorý umožňuje mobilným zariadeniam prepínať medzi sieťami a prijímať roamingové notifikácie bez ohľadu na to, kde sa nachádzajú.
- **Rýchlosť**. Rýchlejšie a úspornejšie smerovanie paketov.

V súčasnosti IPv4 koexistuje s IPv6. Prejsť kompletne na IPv6 si vyžaduje nahradenie IPv4 zariadení, čo sú náklady navyše a preto sa IPv6 zrejme bude presadzovať pomaly, tak ako budú dosluhovať.

Ako vyzerá IPv6 adresa?

Adresa IPv6 sa zapisuje v šestnástkovej sústave 32 (malými) hexadecimálnymi číslicami:

⁴ Navyše veľký rozsah adries IPv6 robí sieť menej zraniteľné pred hackerskými technikami ako je napríklad IP scanning.

⁵ Multicast umožňuje poslať dáta súčasne viacerým **vybraným** adresátom. Broadcast posla dáta **všetkým** v sieti / podsieti. Multicast je preto úspornejší, rýchlejší, bezpečnejší. Multicast sa používa napr. na šírenie zvukového či obrazového signálu.

1. Pre lepšiu prehľadnosť sa člení na 8 skupín po 4 číslice.
2. Skupiny sú oddelené dvojbodkou.
3. Úvodné nuly v skupine sa majú vynechať.
4. Namiesto **:0000:** sa má písať **:0:**.
5. Oblasť viacerých súvislých „nulových“ skupín: **:0:0:** alebo **:0:0:0:** atď. je možné zapísať **::**. Neplatí to pre osamotené **:0:**
6. Ak je viacero takých oblastí, nahrádza sa najdlhšia. V prípade rovnosti sa nahrádza sa tá najviac vľavo. Nahrádza sa maximálne jedna oblasť.
7. Zápis by mal byť čo najkratší.

Napríklad:

b14b:26ad:0001:908d:297f:0053:e711:8e28 = b14b:26ad:1:908d:297f:53:e711:8e28 - pravidlo 3.

b14b:26ad:0000:908d:297f:0000:e711:8e28 = b14b:26ad:0:908d:297f:0:e711:8e28 - pravidlo 4/5.

b14b:26ad:908d:297f:0000:0000:e711:8e28 = b14b:26ad:908d:297f::e711:8e28 - 5 pravidlo

0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001 = ::1 - 5 pravidlo (localhost)

b14b:26ad:0000:0000:297f:0000:0000:8e28 = b14b:26ad::297f:0:0:8e28 - 6 pravidlo

Každá IPv4 adresa sa dá vyjadriť ako IPv6 adresa:

IPv4: 158.193.180.1 IPv6: 0:0:0:0:ffff:9ec1:b401, úsporne zapísané ::ffff:9ec1:b401

Ekvivalentom IPv4 adresy 127.0.0.1 je IPv6 adresa ::1 (alebo úplný zápis 0:0:0:0:0:0:0:1)

Zápis IPv6 adresy je dlhý. Ale to ľuďom nebude vadiť (vadia im IPv4 adresy?). Neočakáva sa totiž, že by ich písali. Väčšina sa nikdy nedozvie, že 31.13.84.36 sa zmenila na 2a03:2880:f107:83:face:b00c:0:25de, stále si budú písať facebook.com, využívajúc nevedomky DNS.

Typy IPv6 adries

Adresy sa podľa spôsobu adresovania delia do nasledujúcich základných kategórií:

- **Individuálna adresa** (unicast) - Adresa jedného sieťového rozhrania zariadenia (≡jedno konkrétne zariadenie).
- **Skupinová adresa** (multicast) - Adresa skupiny sieťových rozhraní. Paket so skupinovou cieľovou adresou bude doručený všetkým členom skupiny (iba im).
- **Výberová adresa** (anycast) - Adresa skupiny sieťových rozhraní. Paket s výberovou cieľovou adresou bude doručený jednému členovi skupiny (najčastejšie tomu najbližšiemu).

Adresy sa podľa jedinečnosti delia do nasledujúcich základných kategórií:

- **Unikátne lokálne adresy** sa používajú len lokálne, ale s veľkou pravdepodobnosťou sú globálne jedinečné. Sú obdobou súkromných IPv4 adries.
- **Lokálne linkové adresy** sa môžu používať len v rámci jedného sieťového segmentu (napríklad jednej Wi-Fi bunky) a len v rámci neho je zaručená jedinečnosť. Ich hlavnou výhodou je, že si ich zariadenie môže automaticky prideliť samo.
- **Globálne adresy** sú najbežnejší typ adresy, používajú sa a sú jedinečné na Internete.

Prečo nie IPv5?

Pretože ST (Internet Stream Protocol), protokol s rovnakou štruktúrou adres ako IPv4, používal označenie verzie 5. A aj keď nebol známy ako IPv5, aby nedošlo k omylom, tak následník IPv4 bol označený ako IPv6.



Bonus stručne a možno jasne

- IP (Internet Protocol) definuje formát posielaných dát a spôsob adresovania. Často sa kombinuje s protokolom TCP (Transmission Control Protocol), ktorý zabezpečuje virtuálne spojenie medzi uzlami.
- IP funguje ako pošta: na zásielku sa napíše adresa a zásielka sa odošle. Medzi odosielateľom a adresátom nie je žiadne priame spojenie.
- TCP/IP - V najširšom ponímaní: množina protokolov, štandardov and nástrojov bežne používaných na Internete.
- TCP/IP zriadi spojenie medzi odosielateľom a adresátom. Po dobu svojej existencie môže byť toto spojenie využívané na posielanie správ oboma smermi.
- Broadcast adresa (IPv4) - IP adresa, v ktorej je časť patriaca uzlu zložená iba z 1₂.
- Host - Počítač alebo nejaké zariadenie na TCP/IP sieti.
- InterNIC - Organizácia zodpovedná za správu IP adries na Internete.
- Sieťová adresa - IP adresa, v ktorej časť patriaca uzlu je zložená iba z 0₂.
- Packet, paket - Jednotka dát posielaných cez TCP/IP sieť alebo WAN.
- RFC (Request for Comment) - Dokument(y), kde sú definované štandardy na Internete. (nič pre bežného človeka, napr. [RFC1918](#))
- Router - Zariadenie, ktoré smeruje premávku medzi IP sieťami.
- Subnet Mask, maska podsiete - 32-bitové číslo používané na oddelenie sieťovej a host-ovej časti z IP adresy.
- WAN - Veľká sieť zložená z menších sietí, ktoré sú spojené/oddelené routermi. Tieto menšie siete môžu byť zložené z menších sietí, ktoré sú spojené/oddelené routermi. Atd'.