

## Adresarea IP

O adresă de IP (Internet Protocol) este un identificator unic pentru un calculator (nod) într-o rețea IP. O adresă IP este un număr binar pe 32 de biți reprezentat ca o valoare de 4 numere zecimale – fiecare reprezentând 8 biți – cuprinse în intervalul 0 – 255 (cunoscute ca octeți), separate prin puncte. Această notație mai este cunoscută ca "dotted decimal".

Exemplu: 193.226.128.65

Uneori este folositor să vedem valorile în forma lor binară:

```
1100 0001 1110 0010 1000 0000 0100 0001
  193      226      128      65
```

Orice adresă de IP este formată din două părți, una care identifică rețeaua (**Network ID**) iar cealaltă care identifică nodul (**Host ID**). Clasa și masca de rețea (subnet mask) pentru o anumită adresă de IP identifică care parte a adresei aparține rețelei și care parte aparține nodului.

### CLASELE DE ADRESE IP:

Există 5 clase diferite de adrese. Putem determina clasa din care face parte adresa de IP prin examinarea primilor 4 biți ai adresei de IP:

- **CLASA A:** adresele încep cu 0xxx, sau de la 1 la 126 zecimal.
- **CLASA B:** adresele încep cu 10xx, sau de la 128 la 191 zecimal.
- **CLASA C:** adresele încep cu 110x, sau de la 192 la 223 zecimal.
- **CLASA D:** adresele încep cu 1110, sau de la 224 la 239 zecimal.
- **CLASA E:** adresele încep cu 1111, sau de la 240 la 254 zecimal.

Adresele care încep cu 01111111, sau 127 zecimal, sunt folosite pentru loopback (adresa internă a oricarui nod sau dispozitiv ce înțelege/comunică prin protocolul TCP/IP). Adresa de loopback nu poate fi accesată decât local – orice pachet trimis spre ea va avea ca destinație exact calculatorul de pe care sunt trimise pachetele.

Adresele clasei D sunt rezervate pentru multicasting iar cele ale clasei E sunt rezervate pentru o utilizare viitoare. Acestea nu trebuie să fie folosite ca și adrese de host.

În continuare se poate vedea care este partea de rețea (N) și partea de host (n) pentru o anumită adresă din cadrul unei clase de IP-uri:

Class A – NNNNNNNN.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn

Class B – NNNNNNNN.NNNNNNNN.nnnnnnnn.nnnnnnnn

Class C - NNNNNNNN.NNNNNNNN.NNNNNNNN.nnnnnnnn

În exemplu de mai sus, 193.226.128.65 este o adresă de clasă C, deci partea care aparține rețelei este formată din primii 3 octeți (193.226.128.x) iar partea care aparține nodului este formată din ultimul octet (x.x.x.65).

Pentru a specifica adresa de rețea pentru o anumită adresă de IP, partea care aparține nodului este setată pe "0" (în exemplul nostru 193.226.128.0 specifică adresa rețelei pentru 193.226.128.65). Când partea nodului este setată pe "1", aceasta specifică o adresă de broadcast (un pachet care este trimis având ca destinație adresa de broadcast va ajunge la fiecare host din cadrul rețelei). 193.226.128.255 este de adresa de broadcast pentru exemplul luat în considerare mai sus. Toate adresele de IP din cadrul unei rețele TCP/IP vor avea aceeași parte de rețea iar partea de host va fi diferită.

În concluzie mai multe IP-uri care au același network ID formează o rețea. Întotdeauna *prima* adresă IP dintr-o rețea reprezintă adresa rețelei (network address) iar *ultima* adresă IP din rețea reprezintă adresa de broadcast.

## Rețele "private"

Există trei rețele cu adrese de IP rezervate pentru rețele private. Rețelele sunt: **10.0.0.0/8**, **172.16.0.0/12** și **192.168.0.0/16**. Acestea pot fi folosite de către oricine configurează rețele interne (de exemplu un laborator, un LAN în spatele unui NAT/server PROXY/router. Aceste adrese sunt definite în RFC 1918 (<http://rfc.net/rfc1918.html>).

## Subnetting (împărțirea unei rețele în subrețele)

Împărțirea unei rețele în subrețele se poate face din diferite motive printre care menționăm: organizarea, utilizarea unor medii fizice diferite ( Ethernet, FDDI, WAN etc.), conservarea spațiului de adrese, securitate, etc. Dar principalul motiv este controlul traficului din rețea. Într-o rețea Ethernet, toate nodurile unui segment văd toate pachetele transmise de către toate celelalte noduri din acel segment. Performanțele rețelei sunt afectate în mod negativ când avem trafic prea mare datorită coliziunilor și implicit a retransmisiei pachetelor. Un router este folosit pentru a conecta rețele IP și pentru a reduce traficul pe care fiecare segment trebuie să-l primească.

## Netmask (masca de rețea)

Prin aplicarea unui subnetmask (o mască de biți) unei adrese de IP vom putea să identificăm partea de rețea și partea de host a respectivei adrese. Pentru a obține rețeaua este suficient să facem *SI* logic pe biți între adresa de IP și

netmask (pentru operații logice vezi anexa A). Pentru calculul adresei de broadcast se va face  $\overline{XOR}$  între adresa de rețea și netmask.

$$\begin{aligned} \text{ADRESĂ IP} \text{ \textbf{\textit{ȘI}} } \text{NETMASK} &= \text{ADRESĂ REȚEA} \\ \text{ADRESĂ REȚEA} \text{ \textbf{\textit{XOR}} } \text{NETMASK} &= \text{ADRESĂ BROADCAST} \end{aligned}$$

**ATENȚIE:**

**Netmask-ul NU poate conține biți "0" intercalați cu biți de "1".**

Ca exemplu vom folosi aceeași adresă de IP prezentată mai sus:

```
11000001.11100010.10000000.01000001 193.226.128.065 Adresă IP de clasă C
11111111.11111111.11111111.00000000 255.255.255.000 Netmask de clasă C
-----
11000001.11100010.10000000.00000000 193.226.128.000 Network Address
11000001.11100010.10000000.11111111 193.226.128.255 Broadcast Address
```

Netmask-ul implicit pentru adresele din clasele de IP-uri A, B și C este prezentat mai jos:

```
Class A: 255.0.0.0      sau binar 11111111.00000000.00000000.00000000
Class B: 255.255.0.0   sau binar 11111111.11111111.00000000.00000000
Class C: 255.255.255.0 sau binar 11111111.11111111.11111111.00000000
```

Se poate observa ușor că, per octet, netmask-ul poate lua doar următoarele valori:

Număr biți folosiți	Valoare decimal	Valoare binar
0 biți	0	00000000
1 bit	128	10000000
2 biți	192	11000000
3 biți	224	11100000
4 biți	240	11110000
5 biți	248	11111000
6 biți	252	11111100
7 biți	254	11111110
8 biți	255	11111111

Pentru a împărți o rețea în subrețele se "împrumută" biți din netmask, de la partea de host pentru partea de rețea (cel mai semnificativ bit de "0" se transformă în cel mai puțin semnificativ bit de "1"). După "împrumutarea" acestor biți vom vorbi de subnetmask și subrețele. Se pot împrumuta minim 2

biți și de asemenea trebuie să rămână minim 2 biți pentru hosturi din cauza unor restricțiilor impuse pentru rețele și subrețele.

Aceste restricții sunt:

- *Partea de rețea* din adresa unui nod nu poate avea toți biții pe "0" sau "1" (toți biții pe "0" reprezintă adresa locală de rețea [pentru un host care nu știe adresa rețelei] iar toți biții pe "1" reprezintă toate hosturile din rețea [adresa de broadcast]).
- *Partea de subrețea* din adresa unui nod nu poate fi formată toată din "0" sau "1".
- *Partea de host* din adresa unui nod nu poate fi formată din toți biții pe "0" sau "1".

Când toți biții de host dintr-o adresă IP sunt "0", această adresă va desemna o rețea și nu un host într-o rețea. Într-o subrețea setarea pe "0" a tuturor biților de host va desemna o subrețea. Dar biții alocați (imprumutați) pentru subrețea nu pot fi toți "0" deoarece această adresă va referi adresa de rețea a rețelei parinte.

Pentru a calcula numărul de subrețele sau noduri alocabile vom folosi formula  $N = 2^n - 2$  unde "n" este numărul de biți pe "0" din adresa de rețea în cazul în care dorim să calculăm numărul de hosturi a unei rețele sau numărul de biți din subnetmask pentru cazul în care dorim să calculăm numărul de subrețele (doar biții care au fost imprumutați).

Tabelele cu toate posibilele subrețele pe clase de IP-uri sunt prezentate mai jos. Pentru clasa A avem:

<b>Nr. biți</b>	<b>Subnet mask</b>	<b>CIDR</b>	<b>Nr. subrețele</b>	<b>Număr host-uri</b>
2	255.192.0.0	/10	2	4194302
3	255.224.0.0	/11	6	2097150
4	255.240.0.0	/12	14	1048574
5	255.248.0.0	/13	30	524286
6	255.252.0.0	/14	62	262142
7	255.254.0.0	/15	126	131070
8	255.255.0.0	/16	254	65534
9	255.255.128.0	/17	510	32766
10	255.255.192.0	/18	1022	16382
11	255.255.224.0	/19	2046	8190
12	255.255.240.0	/20	4094	4094
13	255.255.248.0	/21	8190	2046
14	255.255.252.0	/22	16382	1022

<b>Nr. biți</b>	<b>Subnet mask</b>	<b>CIDR</b>	<b>Nr. subrețele</b>	<b>Număr host-uri</b>
15	255.255.254.0	/23	32766	510
16	255.255.255.0	/24	65534	254
17	255.255.255.128	/25	131070	126
18	255.255.255.192	/26	262142	62
19	255.255.255.224	/27	524286	30
20	255.255.255.240	/28	1048574	14
21	255.255.255.248	/29	2097150	6
22	255.255.255.252	/30	4194302	2

Pentru clasa B avem:

<b>Nr. biți</b>	<b>Subnet mask</b>	<b>CIDR</b>	<b>Nr. subrețele</b>	<b>Număr host-uri</b>
2	255.255.192.0	/18	2	16382
3	255.255.224.0	/19	6	8190
4	255.255.240.0	/20	14	4094
5	255.255.248.0	/21	30	2046
6	255.255.252.0	/22	62	1022
7	255.255.254.0	/23	126	510
8	255.255.255.0	/24	254	254
9	255.255.255.128	/25	510	126
10	255.255.255.192	/26	1022	62
11	255.255.255.224	/27	2046	30
12	255.255.255.240	/28	4094	14
13	255.255.255.248	/29	8190	6
14	255.255.255.252	/30	16382	2

Pentru clasa C avem:

<b>Nr. biți</b>	<b>Subnet mask</b>	<b>CIDR</b>	<b>Nr. subrețele</b>	<b>Număr host-uri</b>
2	255.255.255.192	/26	2	62
3	255.255.255.224	/27	6	30
4	255.255.255.240	/28	14	14
5	255.255.255.248	/29	30	6
6	255.255.255.252	/30	62	2

**Exemplu:**

```

11000001.11100010.10000000.01000001 193.226.128.065 Adresă IP
11111111.11111111.11111111.11100000 255.255.255.224 Subnetmask
-----
11000001.11100010.10000000.01000000 193.226.128.064 Network Address
11000001.11100010.10000000.01011111 193.226.128.095 Broadcast Address

```

În acest exemplu, a fost folosit un subnetmask pe 3 biți. Există 6 subrețele cu această mască ( $2^3$ ). Fiecare subrețea are 32 de noduri ( $2^5$ ) din care 30 alocabile ( $2^5 - 2$ ). Orice subrețea poate avea noduri cu adrese IP alocate între adresa de rețea și adresa de broadcast. Împărțirea unei rețele în subrețele reduce întotdeauna numărul de adrese de IP alocabile disponibile înainte de împărțire. Pentru exemplul de mai sus se pierd 6 adrese de IP (2 adrese x 3 subrețele = 6 adrese IP ce nu pot fi folosite) care sunt alocate adresei de rețea și broadcastului plus 64 adrese IP care nu pot fi folosite din cauza restricțiilor prezentate mai sus.

<i>Biți subrețea</i>	<i>Adresă rețea</i>	<i>Adresă broadcast</i>	<i>Adrese noduri</i>
000	193.226.128.0	Nu	Rezervate
001	193.226.128.32	193.226.128.63	.33 până la .62
010	193.226.128.64	193.226.128.95	.65 până la .94
011	193.226.128.96	193.226.128.127	.97 până la .126
100	193.226.128.128	193.226.128.159	.129 până la .158
101	193.226.128.160	193.226.128.191	.161 până la .190
110	193.226.128.192	193.226.128.223	.193 până la .222
111	193.226.128.224	Nu	Rezervate

**CIDR – Classless InterDomain Routing**

CIDR a fost introdus pentru a preveni pierderea de adrese IP prezentată mai sus. Înainte de introducerea CIDR oricine avea nevoie de mai mult de 254 de adrese îi era alocat un bloc de adrese de clasa B de 65533 adrese. Și mai mare risipă făceau companiile și organizațiile cărora li se alocă blocuri de adrese de clasa A ce conțin peste 16 milioane de adrese.

S-a ajuns astfel la concluzia că adresele ar putea fi conservate dacă s-ar elimina sistemul cu clase. Asigurând cu acuratețe doar spațiul de adrese de care o rețea are nevoie s-a evitat (și încă este evitată) o criză de adrese alocabile. Modelul CIDR a fost propus pentru prima dată în 1992 și a fost numit Supernetting.

Pe scurt CIDR este un model de adresare ce permite unei adrese IP să desemneze mai multe adrese IP. O adresă IP CIDR arată ca o adresă IP normală

exceptând faptul că se termină cu un caracter slash urmat de un număr. Spre exemplu 192.168.0.0/16 specifica rețeaua 192.168.0.0 cu netmask-ul 255.255.0.0. CIDR este descris în [RFC 1519](#).

De exemplu, dacă avem nevoie de 1000 de adrese, am putea uni 4 rețele de clasa C într-una singură.

192.60.128.0	11000000.00111100.10000000.00000000	Rețea clasă C
192.60.129.0	11000000.00111100.10000001.00000000	Rețea clasă C
192.60.130.0	11000000.00111100.10000010.00000000	Rețea clasă C
192.60.131.0	11000000.00111100.10000011.00000000	Rețea clasă C
-----		
192.60.128.0	11000000.00111100.10000000.00000000	Rețeaua finală
255.255.252.0	11111111.11111111.11111100.00000000	Subnet Mask
192.60.131.255	11000000.00111100.10000011.11111111	Broadcast address

În acest exemplu, subrețeaua 192.60.128.0 include toate adresele de la 192.60.128.0 la 192.60.131.255. După cum se poate vedea în reprezentarea binară a subnetmask-ului, partea de rețea (network ID) este de 22 biți, iar parte de host (host ID) are lungimea de 10 biți.

De asemenea prin modelul CIDR avem și o nouă notație pentru netmask. În loc să scriem 192.60.128.0 subnetmask 255.255.252.0 vom scrie 192.60.128.0/22 care ne indică în acest caz tocmai adresa de început a rețelei (adresa de rețea) și numărul de biți de "1" din netmask (în cazul nostru 22).

Revenind la exemplul din paragraful anterior, în cazul CIDR vom avea 8 rețele fiecare cu câte 32 de IP-uri per rețea din care 30 adrese IP alocabile. Formula de calcul a subrețelilor se va schimba în  $N=2^n$  dar calculul numărului de hosturi alocabile rămâne ca mai sus:  $N=2^n-2$ .

<b>Biți subrețea</b>	<b>Adresă rețea</b>	<b>Adresă broadcast</b>	<b>Adrese noduri</b>
000	193.226.128.0	193.226.128.31	.1 până la .30
001	193.226.128.32	193.226.128.63	.33 până la .62
010	193.226.128.64	193.226.128.95	.65 până la .94
011	193.226.128.96	193.226.128.127	.97 până la .126
100	193.226.128.128	193.226.128.159	.129 până la .158
101	193.226.128.160	193.226.128.191	.161 până la .190
110	193.226.128.192	193.226.128.223	.193 până la .222
111	193.226.128.224	193.226.128.255	.225 până la .254

## Bibliografie:

<http://www.ietf.org/rfc.html>

<http://www.ietf.org/rfc/rfc1219.txt>

<http://www.ietf.org/rfc/rfc1918.txt>

<http://www.ietf.org/rfc/rfc917.txt>

<http://www.ietf.org/rfc/rfc932.txt>

<http://www.ietf.org/rfc/rfc940.txt>

<http://www.ietf.org/rfc/rfc950.txt>

<http://www.ietf.org/rfc/rfc1518.txt>

<http://www.ietf.org/rfc/rfc1519.txt>

<http://www.ralphb.net/IPSubnet/>

Cisco Network Academy – CCNA

<http://www.cisco.com>

- On the Assignment of Subnet Numbers
- Address Allocation for Private Internets
- Internet Subnets
- A Subnetwork Addressing Scheme
- Toward an Internet Standard Scheme for Subnetting
- Internet Standard Subnetting Procedure
- An Architecture for IP Address Allocation with CIDR
- Classless Inter-Domain Routing (CIDR)
- IP Address Subnetting Tutorial



## Anexa A: Operații logice pe biți

Această anexă va reaminti studenților operațiile logice pe biți **ȘI**, **SAU**, **XOR** și **NOT**. Operațiile logice sunt efectuate între doi biți de date (exceptând NOT). Biții pot fi "1" sau "0", aceste operații fiind esențiale pentru înțelegerea ceea ce s-a explicat mai sus. În "tabelele de adevăr" de mai jos biții de intrare sunt îngroșați.

### ȘI

Operația logică **ȘI** compară 2 biți iar dacă sunt amândoi "1" atunci rezultatul este "1" altfel rezultatul este "0".

	0	1
0	0	0
1	0	1

### SAU

Operația logică **SAU** compară 2 biți iar dacă unul sau amândoi sunt "1" atunci rezultatul este "1" altfel rezultatul este "0".

	0	1
0	0	1
1	1	1

### XOR

Operația logică **XOR** (**SAU** exclusiv) compară 2 biți și doar când unul dintre ei este "1" atunci rezultatul este "1" altfel rezultatul este "0".

	0	1
0	0	1
1	1	0

### NOT

Operația logică **NOT** modifică valoarea unui singur bit. Dacă bitul este "1" atunci rezultatul este "0" și invers.

0	1
1	0