

Komunikim të dhënash dhe rrjetat kompjuterike

Kapitulli 6: Adresimi i Rrjetit – IPv4

Prof. Asoc. Dr. Ezmolda Barolli

Përmbajtja

1. Hyrje
2. Adresat IPv4
3. Adresat për qëllime të ndryshme
4. Përcaktimi i adresave
5. A ndodhet adresa në rrjetin tim
6. Kalkulimi i adresave
7. Testimi i shtresës network

1.1. Hyrje

- Ky kapitull fokusohet tek **adresimi** si funksion kyç i shtresës **Network**.
- **Planifikimi** i adresimit na siguron që rrjeti të operojë me efikasitet dhe efektivitet.
 - Do të shohim **strukturën e adresave IPv4** dhe si përdoret ajo në rrjet.
 - Do të shohim **si vendosen adresat** e rrjetit dhe të hosteve dhe **nga kush**.
 - Do të kalkulojmë **komponentët** e duhur **të adresimit**.
 - Do të përdorni **programet për testim** e statusit të lidhjes.

2.1. Adresa IPv4

- Secila pajisje në rrjet duhet të **identifikohet në mënyrë unike**.
- Paketa e komunikimit duhet të identifikohet me **adresat burim dhe destinacion** të dy pajisjeve fundore.
- IPv4 është **32 bit** e gjatë dhe e vështirë për tu mbajtur mend nga njerzit. Për këtë arsye adresa IPv4 paraqitet me formatin **“dhjetor me pikë”**.
- Për shembull:
 - 101011000000100000000000100000010100
 - 172.16.4.20

2.2. IPv4 Address – pjesa e rrjetit

- Disa pjesë të biteve të nivelit të lartë përfaqësojnë adresën e rrjetit.
- Rrjeti: Një grup hostesh që e kanë njësoj pjesën e biteve që i takon rrjetit tek adresa e tyre.

192	.	168	.	10	.	1
11000000		10101000		00001010		00000001

The computer using this IP address is on network
192.168.10.0.

2.3. Adresa IPv4 – pjesa e hostit

- Një **numër variabël bitesh** tek adresa përbëjnë pjesën e hostit. Ky numër përcakton edhe **numrin e hosteve** që mund të kemi në një rrjet.



The computer using this IP address is on network
192.168.10.0.

2.4. Numrat dhjetorë dhe binar – sistemi pozicional

- Për të kuptuar funksionimin e një pajisje në një rrjet, duhet të shohim **adresat** ashtu siç i kupton makina në **simbole binare**.
- Numrat dhjetorë, baza=10 (0,1,...,9)
 - $245 = 2 \cdot 10^2 + 4 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$
- Numrat binar, baza=2 (0,1)
 - $11110101 = 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$
 $= 128 + 64 + 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1$
 $= 245$
- Numrat heksadecimal, baza=16 (0,1,...,9,A,...,F)
 - $F5 = 15 \cdot 16^1 + 5 \cdot 16^0 = 245$

2.5. Konvertimi nga binar në dhjetor

Exponent	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0							
Position	128	64	32	16	8	4	2	1							
Bits	1	1	1	1	0	1	0	1							
1 BYTE / 1 Octet															
Add these numbers together	128	+	64	+	32	+	16	+	0	+	4	+	0	+	1
Decimal	245														

A 1 in this position means 64 is added to the total.

A 0 in any position means that 0 is added to the total.

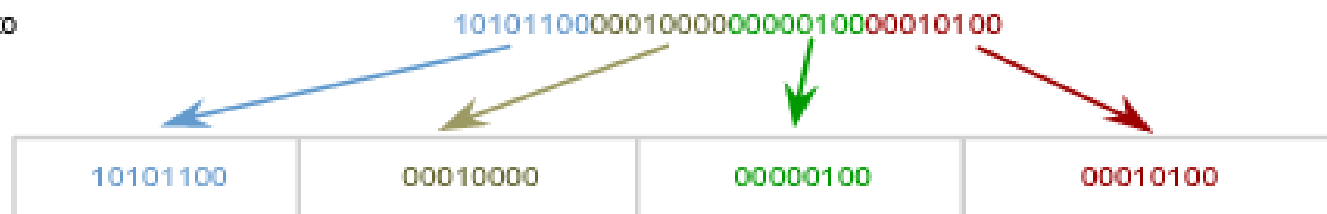
11110101 in Binary = Decimal Number 245

2.6. Konvertimi nga binar në dhjetor

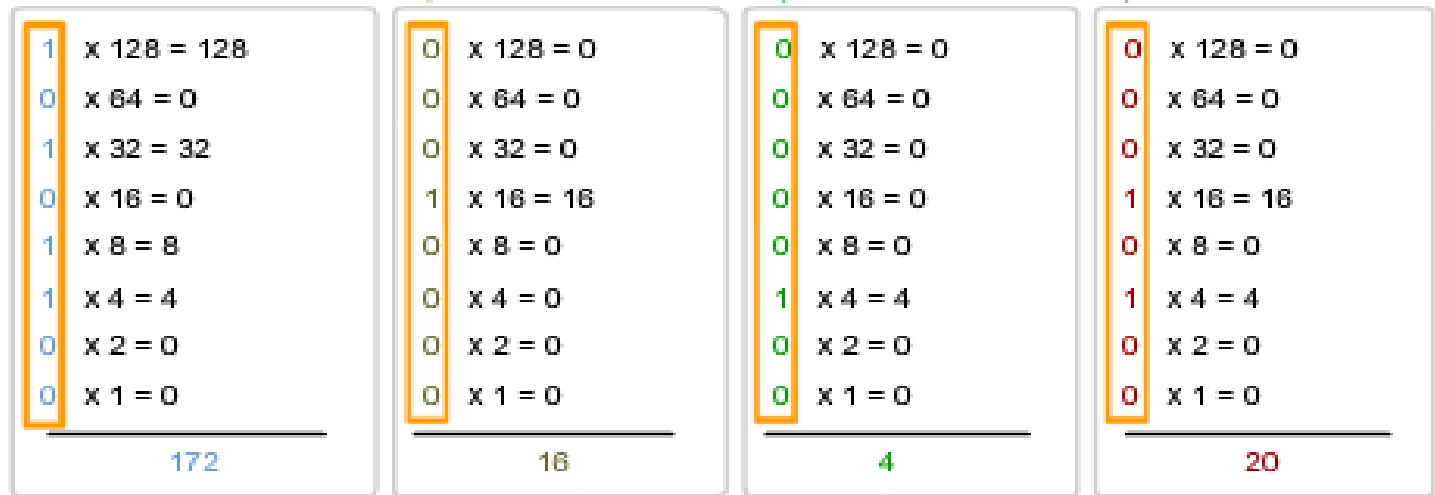
Converting an IPv4 from Binary to Dotted Decimal Notation

Binary IPv4 address 1010110000010000000010000010100

Divide the 32 bits into
4 octets



Convert each
octet to decimal



Decimal IPv4 address

172.16.4.20

2.7. Konvertimi nga dhjetor në binar

Convert Decimal to Binary

Decimal IPv4 address 172.16.4.20

Separate and convert each decimal number separately

Convert 172

$172 - 128 = 44 \rightarrow 1 \times 128$
 $44 < 64 = 0 \rightarrow 0 \times 64$
 $44 - 32 = 12 \rightarrow 1 \times 32$
 $12 < 16 = 0 \rightarrow 0 \times 16$
 $12 - 8 = 4 \rightarrow 1 \times 8$
 $4 - 4 = 0 \rightarrow 1 \times 4$
 $0 < 2 = 0 \rightarrow 0 \times 2$
 $0 < 1 = 0 \rightarrow 0 \times 1$

10101100

Convert 16

$16 < 128 \rightarrow 0 \times 128$
 $16 < 64 \rightarrow 0 \times 64$
 $16 < 32 \rightarrow 0 \times 32$
 $16 - 16 = 0 \rightarrow 1 \times 16$
 $0 < 8 \rightarrow 0 \times 8$
 $0 < 4 \rightarrow 0 \times 4$
 $0 < 2 \rightarrow 0 \times 2$
 $0 < 1 \rightarrow 0 \times 1$

00010000

Convert 4

$4 < 128 \rightarrow 0 \times 128$
 $4 < 64 \rightarrow 0 \times 64$
 $4 < 32 \rightarrow 0 \times 32$
 $4 < 16 \rightarrow 0 \times 16$
 $4 < 8 \rightarrow 0 \times 8$
 $4 - 4 = 0 \rightarrow 1 \times 4$
 $0 < 2 \rightarrow 0 \times 2$
 $0 < 1 \rightarrow 0 \times 1$

00000100

Convert 20

$20 < 128 \rightarrow 0 \times 128$
 $20 < 64 \rightarrow 0 \times 64$
 $20 < 32 \rightarrow 0 \times 32$
 $20 - 16 = 4 \rightarrow 1 \times 16$
 $4 < 8 \rightarrow 0 \times 8$
 $4 - 4 = 0 \rightarrow 1 \times 4$
 $0 < 2 \rightarrow 0 \times 2$
 $0 < 1 \rightarrow 0 \times 1$

00010100

Binary IPv4 address 10101100 00010000000010000010100

3.1. Adresat për qëllime të ndryshme – tipet e adresave

- Brenda rangut të adresave IPv4 të një rrjeti ka dy tipe të **adresave speciale**: rrjetit dhe broadcast.
 - Pjesa e hostit të gjitha **0**: Adresa më e vogël është rezervuar për **adresën e rrjetit**.
 - Pjesa e hostit të gjitha **1**: Adresa më të madhe në rangun e adresave të rrjetit është **adresa broadcast**
- Pjesa e hostit përmban **0 dhe 1**: Vlerat midis adresës së rrjetit dhe adresës broadcast për pajisjet në rrjet **adresë normale hosti**.

3.2. Tipet e adresave

Address Types

Network Address

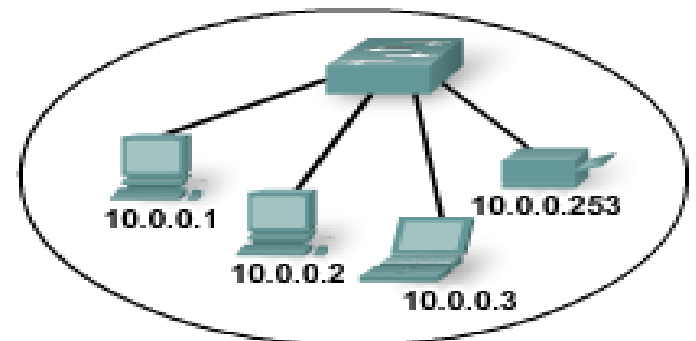
Network			Host
10	0	0	0
00001010	00000000	00000000	00000000

Broadcast Address

Network			Host
10	0	0	255
00001010	00000000	00000000	11111111

Host Address

Network			Host
10	0	0	1
00001010	00000000	00000000	00000001



3.3. Prefiksi i rrjetit

- Si ta dimë se sa **bite** përfaqësojnë **pjesën e rrjetit** dhe sa bite **pjesën e hostit**?
- Përdorim **simbolin e prefiksit**.
- Gjatësia e prefiksit është numri i biteve tek adresa që përfaqësojnë pjesën e rrjetit:
 - **172.16.4.20/24**
- Simboli “/24” na tregon që 24 bitet e para (172.16.4) përfaqsojnë pjesën e rrjetit.
- Kështu lihen 8 bitet e fundit (20) si pjesë e hostit.

3.4. Prefikse të ndryshme

- Jo gjithmonë prefiksi është /24.

Using Different Prefixes for the 172.16.4.0 Network

Network	Network address All Hosts Bits (Red) = 0	Host range Represents all combinations of host bits except where host bits are all zeros or all ones	Broadcast address All Host Bits (in Red) = 1
172.16.4.0 /24	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.254	172.16.4.255
172.16.4.0 /25	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.126	172.16.4.127
172.16.4.0 /26	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.62	172.16.4.63
172.16.4.0 /27	172.16.4.0	172.16.4.1 - 172.16.4.30	172.16.4.31
Binary Representation 27 Network Bits	10101100.00010000.000 00100.00000000	10101100.00010000.00000100.00000001 10101100.00010000.00000100.00000010 10101100.00010000.00000100.00000011 10101100.00010000.00000100.00011110	10101100.00010000.00000100.0 0011111

SAME NETWORK ADDRESS
ALL PREFIXES

DIFFERENT BROADCAST
ADDRESS EACH PREFIX

3.5. Llogaritja e adresave

- Si do të llogarisim adresën e rrjetit, broadcast dhe të hosteve?

Network address

172 . 16 . 20 . 0 /25
10101100.00010000.00010100.00000000
|-----Network -----| host -|
 $0+0+0+0+0+0+0+0=0$
Network address = 172.16.20.0

Step 1

First host address

172 . 16 . 20 . 1
10101100.00010000.00010100.00000001
|-----Network -----| host -|
 $0+0+0+0+0+0+0+1=1$
Lowest host address = 172.16.20.1

Step 2

Broadcast address

172 . 16 . 20 . 127
10101100.00010000.00010100.01111111
|-----Network -----| host -|
 $0+64+32+16+8+4+2+1=127$
Broadcast address = 172.16.20.127

Step 3

Last host address

172 . 16 . 20 . 126
10101100.00010000.00010100.01111110
|-----Network -----| host -|
 $0+64+32+16+8+4+2+0=126$
Highest host address = 172.16.20.126

Step 4

3.6. Tipet e komunikimit

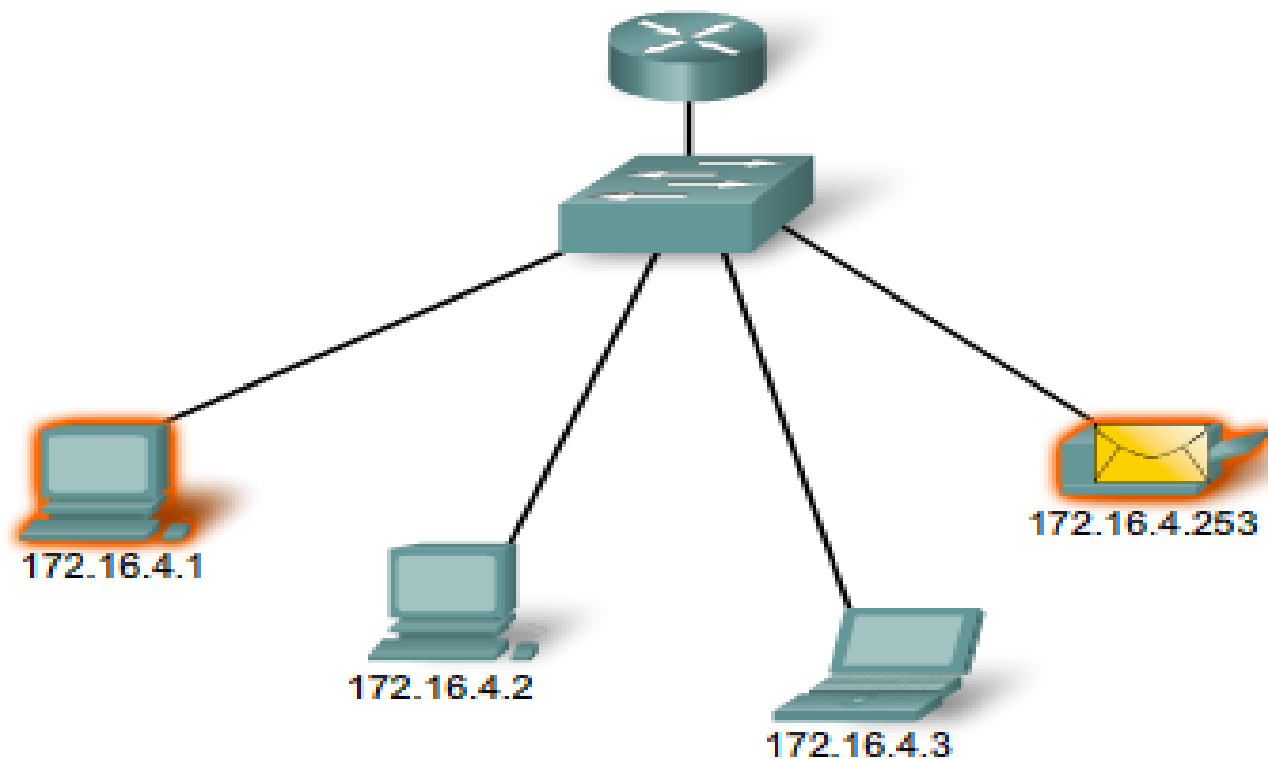
- Në një rrjet IPv4, **hostet** mund të **komunikojnë** në njërën nga tre mënyrat:
 - **Unicast**: Proçesi i **dërgimit** të një pakete nga një host tek një tjetër **host i vetëm**.
 - **Broadcast**: Proçesi i **dërgimit** të një pakete nga një host tek **të gjithë hostet** në rrjet duke përdorur adresën broadcast. Transmetimi broadcast përdoret për të lokalizuar pajisjet/shërbimet speciale për të cilat nuk dihet adresa ose kur hosti kërkon të dërgojë informacion tek të gjithë hostet në rrjet.
 - **Multicast**: Transmetimi Multicast është dizenuar për të ruajtur bandwidth-in e rrjetit IPv4. Ai redukton trafikun duke lejuar një host të **dërgojë** një paketë të vetme **në një grup të zgjedhur hostesh**.

3.7. Transmettimi unicast

Unicast Transmission

Source: 172.16.4.1

Destination: 172.16.4.253



3.8. Transmetimi broadcast

- **Hosti e proçeson paketën si të ishte dërguar tek adresa e tij unicast.**
- **Shembuj** të përdorimit të transmetimit broadcast janë:
 - **Planifikimi** (hartëzimi) i **adresave** të shtresave të larta për adresat e shtresave të ulëta
 - **Kërkimi** i një adrese
 - Shkëmbimi i **informacioneve të rutimit** nga protokollët e rutimit
- Paketat broadcast zakonisht **kufizohen tek rrjeti lokal.**
- Ka dy tipe të broadcast:
 - Broadcast **direkt**
 - Broadcast i **kufizuar**

3.9. Transmetimi broadcast

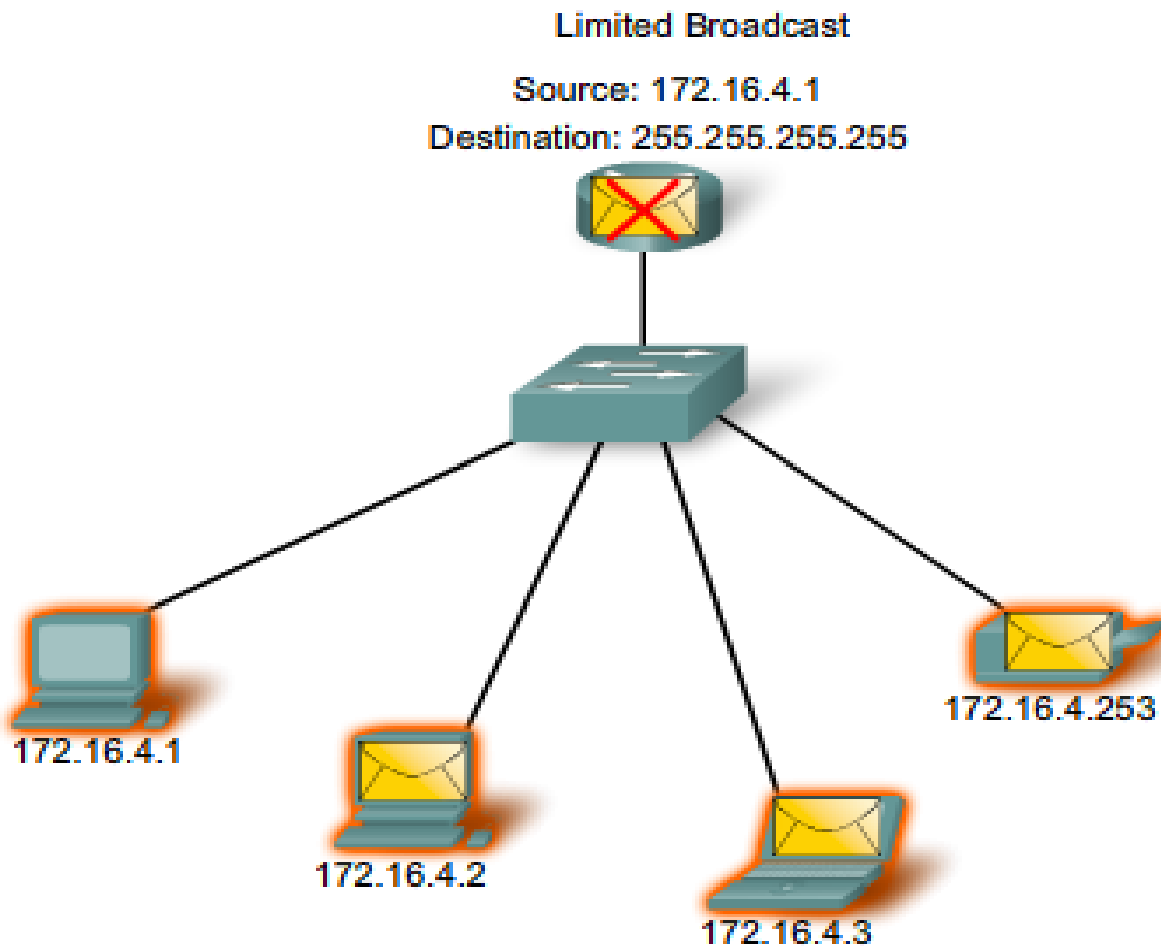
- **Broadcast direkt:**

- Përdoret për të dërguar broadcast **tek të gjithë hostet në një rrjet jo-lokal**. Pavarësisht se router-at nuk dërgojnë Broadcast Direkt by default, ata mund të konfigurohen ta bëjnë këtë.

- **Broadcast i Kufizuar**

- Përdoret për komunikimin që është i kufizuar **tek hostet në rrjetin lokal**. Këto paketa përdorin një adresë IPv4 destinacion 255.255.255.255.
- Për këtë arsye, një rrjeti IPv4 i referohemi gjithashtu si një **broadcast domain**.
- **Router-at nuk e pasojnë** këtë broadcast duke formuar **kufijtë e broadcast domain**.

3.10. Transmetimi broadcast



3.11. Transmetimi multicast

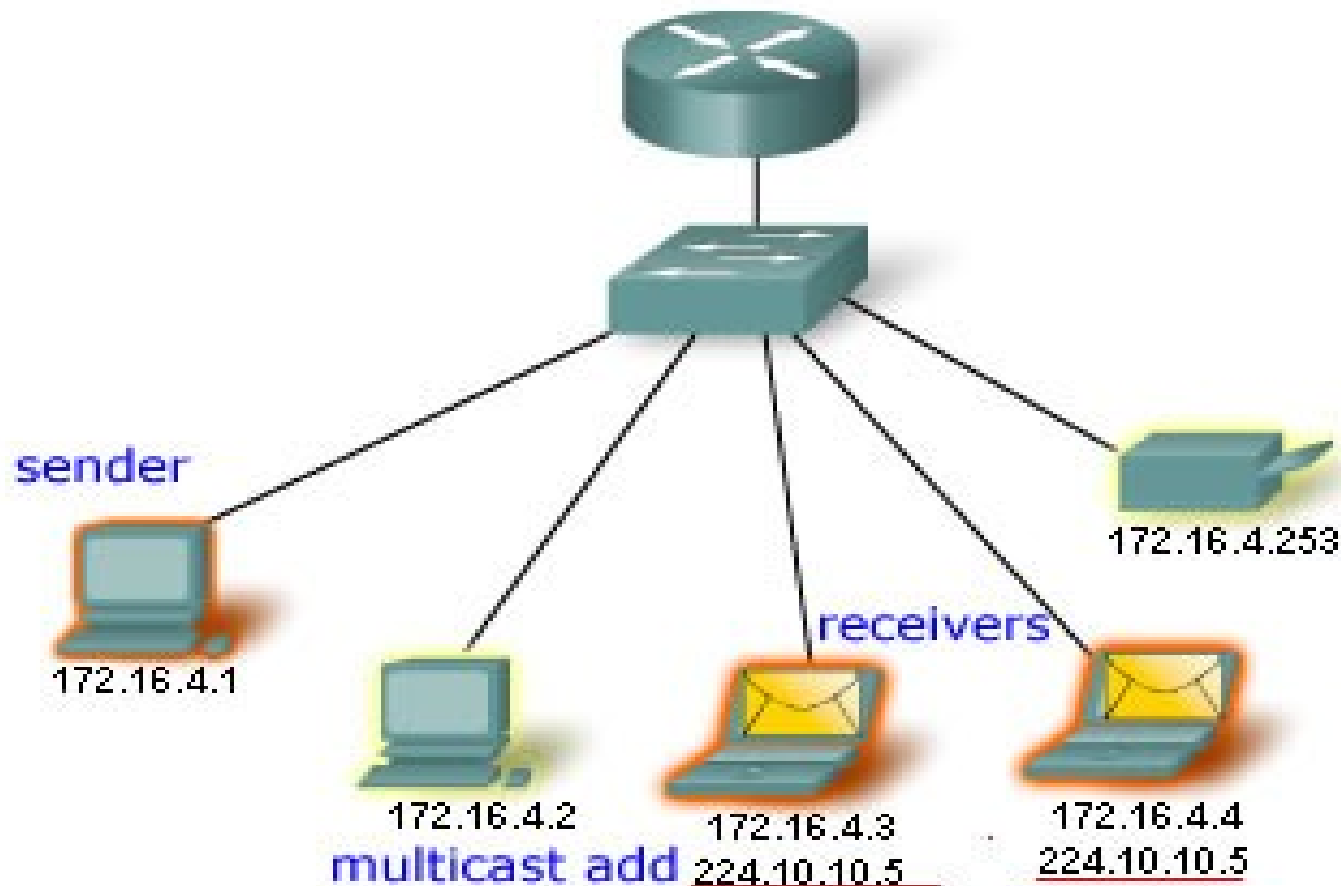
- **Shembuj** të transmetimit multicast :
 - Shpërndarje **video** dhe **audio** ,
 - Shkëmbim **informacioni routimi** nga protokollet e routimit,
 - **Shpërndarje software-sh** ose njoftime.
- Klientët multicast duhet të regjistrohen në një **grup multicast** për të përdorur adresat multicast:
 - **224.0.0.0** deri tek **239.255.255.255**
- Rangu i adresave multicast është ndarë në disa **nënndarje**:
 - Adresa të rezervuara për **lidhje lokale**,
 - Adresa për qëllime **globale** ,
 - Adresa për qëllime **administrative** (adresa me qëllim të kufizuar).

3.12. Transmetimi multicast

- Adresat e rezervuara për lidhje lokale (**Reserved Link Local Addresses**):
 - **224.0.0.0** deri tek **224.0.0.255**
 - Përdoren për gurpet **multicast** në një rrjet lokal.
 - Paketat gjithmonë transmetohen me **TTL=1**, kështu që një router i lidhur me rrjetin lokal nuk duhet ta pasojë (forward) kurrë atë.
- Adresa për qëllime globale (**Globally Scoped Addresses**):
 - **224.0.1.0** deri tek **238.255.255.255**
 - Mund të përdoren për dërgesa **multicast** në internet.
 - P.sh. 224.0.1.1 ka qenë rezervuar për **Network Time Protocol (NTP)** për të sinkronizuar orën e pajisjeve në rrjeta
- Adresat me qëllim të kufizuar (**Limited Scope Addresses**):
 - Të kufizuara në një grup lokal ose një organizatë

3.13. Transmettimi multicast

Source: 172.16.4.1



3.14. Adresat eksperimentale

- Aktualisht këto adresa janë **rezervuar për përdorime në të ardhmen** (RFC 3330). Aktualisht ato **nuk mund të përdoren** në rrjetat IPv4. Këto adresa mund të përdoren për kërkime dhe eksperimente.

3.15. Adresat e rezervuara IP

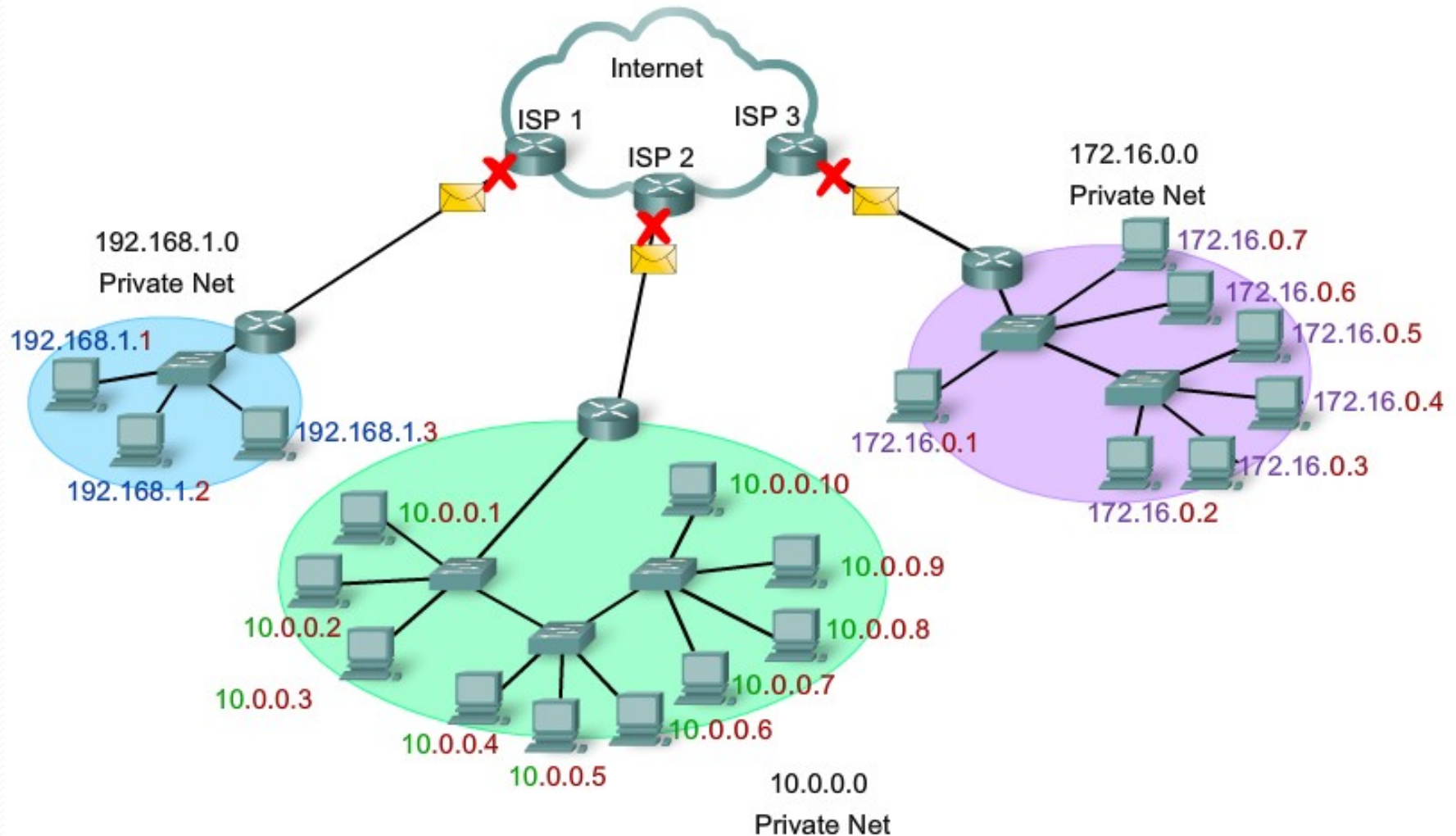
Reserved IPv4 Address Ranges

Type of Address	Usage	Reserved IPv4 Address Range	RFC
Host Address	used for IPv4 hosts	0.0.0.0 to 223.255.255.255	790
Multicast Addresses	used for multicast groups on a local network	224.0.0.0 to 239.255.255.255	1700
Experimental Addresses	• used for research or experimentation • cannot currently be used for hosts in IPv4 networks	240.0.0.0 to 255.255.255.254	1700 3330

3.16. Adresat private IP

- **Shumica** e adresave IPv4 të hosteve janë adresa **publike**
- Ka **disa blloqe** adresash që përdoren në rrjeta të cilat kërkojnë **akses të kufizuar** ose **aspak në internet**
 - **10.0.0.0** deri tek **10.255.255.255** (10.0.0.0/8)
 - **172.16.0.0** deri tek **172.31.255.255** (172.16.0.0/12)
 - **192.168.0.0** deri tek **192.168.255.255** (192.168.0.0/16)
- Këto **adresa private IP** nuk ka nevojë të jenë unike në lidhje me rrjetat e jashtme.
- **Network Address Translation** (NAT) mund të përdoret në kufi (tek router) të rrjetit privat **për internetworking**

3.17. Adresa private pa NAT



3.18. Adresat speciale IPv4

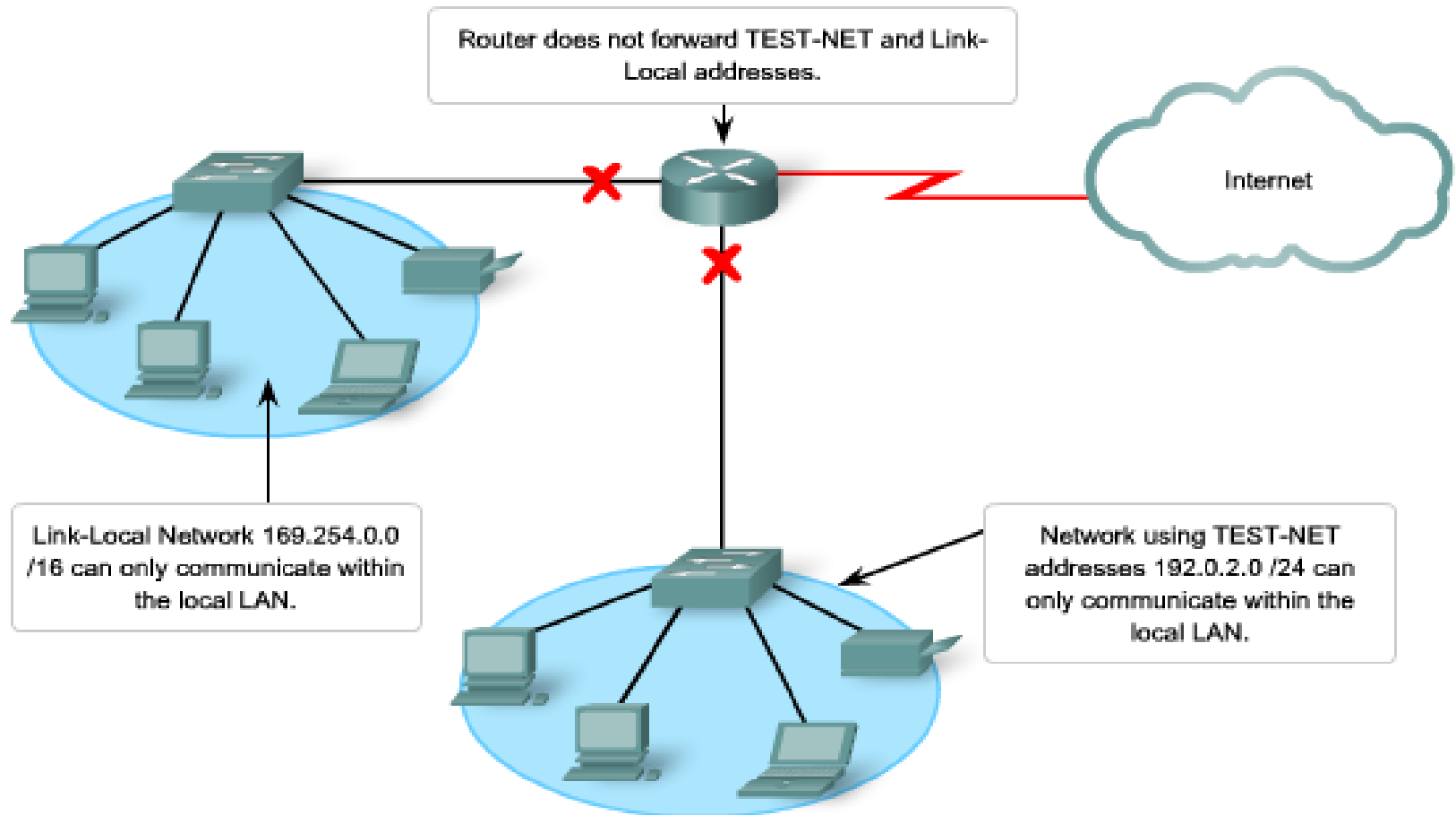
- **Adresat e Rrjetit dhe Broadcast:** Siç i shpjeguem më parë, brenda çdo rrjeti adresa e **parë dhe e fundit** nuk mund ti vendoset hosteve, që janë pikërisht adresa e rrjetit dhe ajo broadcast.
- **Default route:** Gjithashtu e kemi diskutuar më parë, e paraqesim IPv4 default route me **0.0.0.0**. Default route përdoret si një adresë që thotë “**kap të gjitha**” **route-t** nëse një route më specifike nuk është e disponueshme. (0.0.0.0 - 0.255.255.255; 0.0.0.0/8)
- **Loopback:** Loopback është një adresë speciale që hostet e përdorin për ti drejtuar trafik vetes. P.sh.: **127.0.0.1**. Pavarësisht se përdoret vetëm adresa **127.0.0.1**, adresat nga **127.0.0.0** në **127.255.255.255** janë të rezervuara.

3.19. Adresat speciale IPv4

- **Adresat Link-local : 169.254.0.0 deri tek 169.254.255.255 (169.254.0.0/16).** Këto adresa mund ti caktohen automatikisht **hosteve lokale** nga **sistemi operativ** në rrjeta ku nuk ka konfigurim IP të disponueshëm. Vlera TTL është **1**. Adresat Link-local nuk ofrojnë shërbime jashtë rrjetit lokal.
- **Adresat Test-net : 192.0.2.0 deri tek 192.0.2.255 (192.0.2.0/24).** Për qëllime të procesit të të mësuarit. Përdoren në shembujt e **dokumentimit dhe të rrjetit**. Ndryshe nga adresat eksperimentale, **pajisjet e rrjetit do ti pranojnë** këto adresa në konfigurimet e tyre. Këto **nuk duhet të shfaqen në Internet**.

3.19. Adresat speciale IPv4

Special IPv4 Addresses



3.20. Adresimi IPv4 me klasa

(RFC 1700)

Klasat	Rangu i oktetit të parë (dhjetor)	Bitet e oktetit të parë (bitet e errëta nuk ndryshojnë)	Pjesa e rjetit (R) dhe e hostit (H) për adresat	Default subnet mask (dhjetore)	Numri i mundshëm i rrjetave dhe hosteve për rrjet
A	1-127**	00000000-01111111	R.H.H.H	255.0.0.0	128 rrjeta (2^7) 16,777,214 hoste për rrjet ($2^{24}-2$)
B	128-191	10000000-10111111	R.R.H.H	255.255.0.0	16,384 rrjeta (2^{14}) 65,534 hoste për rrjet ($2^{16}-2$)
C	192-223	11000000-11011111	R.R.R.H	255.255.255.0	2,097,150 rrjeta (2^{21}) 254 hoste për rrjet (2^8-2)
D	224-239	11100000-11101111	Të pa disponueshme (multicast)		
E	240-255	11110000-11111111	Të pa disponueshme (eksperimentale)		

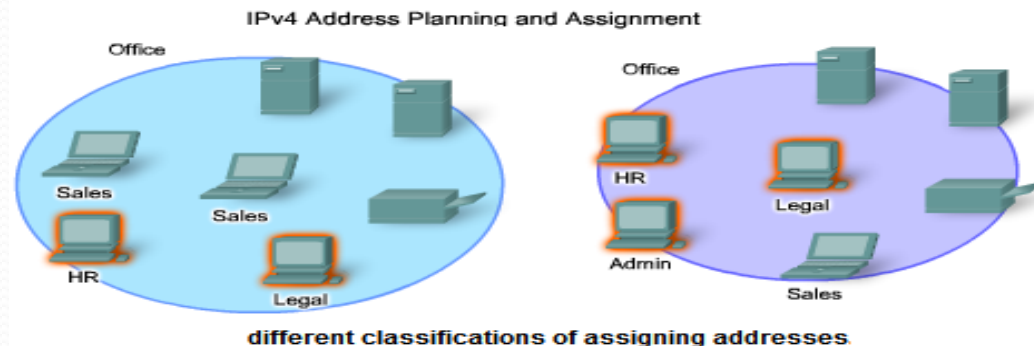
**Të gjitha 0 ose të gjitha 1 janë adresa invalide hostesh

3.21. Kufizimet e sistemit bazuar tek klasat

- Alokimi me klasa i hapësirës së adresave shpesh **çonte dëm shumë adresa**, i cili rëndonte përdorimin me lehtësi të adresave IPv4.
 - Për shembull, një kompanie që kishte një rrjet me **260 hoste** do të duhej ti jepej një **adresë e klasës B** me më shumë se **65000 adresa**.
- Sistemi që ne përdorim aktualisht quhet **adresimi pa klasa**. Me sistemin pa klasa, kompanive ose organizatave i caktohen blloqe adresash të përshtatshme me numrin e hosteve pa pasur në konsideratë klasat e adresave unicast.

4.1. Planifikimi i adresave IPv4

- Alokimi i adresave brenda rrjetave **duhet të planifikohet** dhe të **dokumentohet** për qëllim që:
 - Të **parandalohet** duplikimi i adresave
 - Të sigurohet dhe të **kontrollohet** aksesit
 - Të **monitorohet** siguria dhe performanca
- Adresat IPv4 i vendosen **hosteve** si:
 - Pajisjet **fundore** për përdoruesit
 - **Hostet** që janë të aksesueshëm në Internet
 - **Server-at** dhe periferikët
 - Pajisjet e **ndërmjetme**



4.2. Planifikimi i adresave IPv4

- Një pjesë e rëndësishme e planifikimit të skemës së adresimit IPv4 është të përcaktohet se **kur do të përdoren adresat private** dhe **ku do të aplikohen** ato.
- Konsideratat përfshijnë:
 - A do të ketë **më shumë pajisje** të lidhura me rrjetin sesa **kemi adresa publike** të alokuara nga ISP e rrjetit?
 - A nevojitet që **pajisjet të aksesohen nga jashtë** rrjetit lokal?
 - Nëse pajisjet të cilave ju është caktuar një adresë private kërkojnë të aksesojnë Internetin, a është **rrjeti** i aftë **të sigurojë** shërbimin **Network Address Translation (NAT)**.

4.3. Adresimi për përdoruesit e fundëm

- **Adresimi statik**

- Administratori i rrjetit duhet që të **konfigurojë manualisht** informacionin e rrjetit për një host, adresën IP, subnet mask-ën, dhe default gateway.
- Përdoren për **printerat, serverat** dhe pajisje të tjera të rrjetit që nevojitet të aksesohen nga klientët në rrjet.

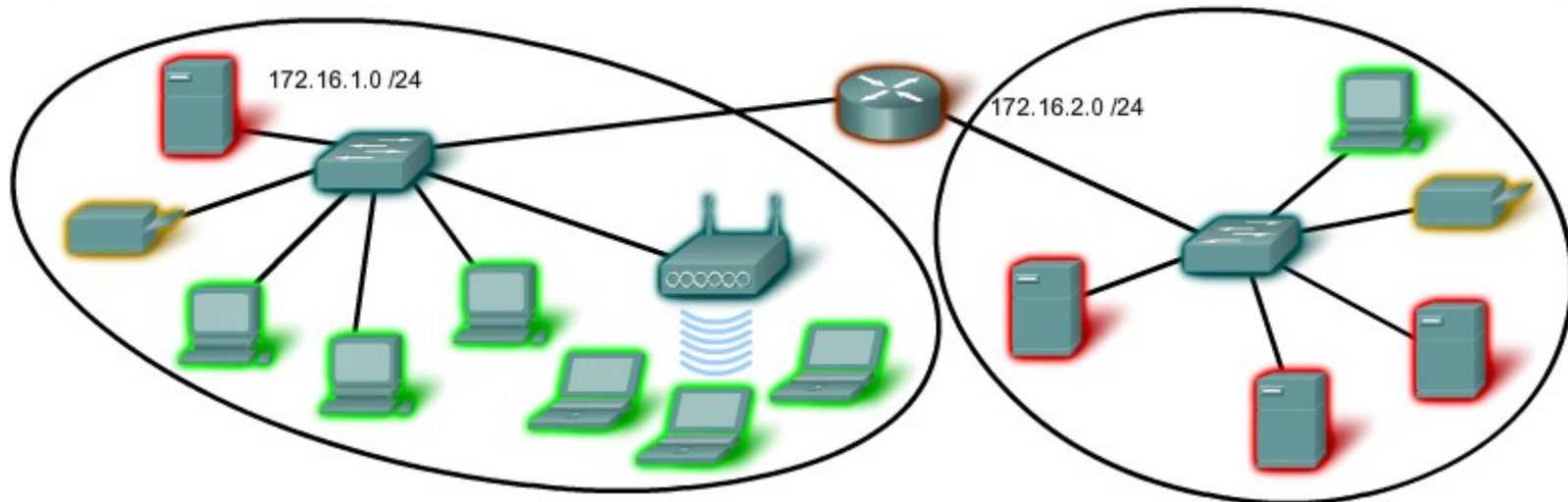
- **Adresimi dinamik**

- **Pajisjet fundore** të përdoruesve shpesh kanë adresa të vendosura në mënyrë dinamike, duke përdorur Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)
- **DHCP** mundëson **vendosjen automatike** të adresës IP, subnet mask, default gateway dhe informacione të tjera konfigurimi.

4.4. Planifikimi i adresave IPv4

Devices IP Address Ranges

Use	First Address	Last Address	Summary Address
Network Address	172.16.x.0		172.16.x.0 /25
User hosts (DHCP pool)	172.16.x.1	172.16.x.127	
Servers	172.16.x.128	172.16.x.191	172.16.x.128 /26
Peripherals	172.16.x.192	172.16.x.223	172.16.x.192 /27
Networking devices	172.16.x.224	172.16.x.253	172.16.x.224 /27
Router (gateway)	172.16.x.254		
Broadcast	172.16.x.255		



4.5. Kush i vendos adresat?

- **Internet Assigned Numbers Authority (IANA)**
(<http://www.iana.net>) është mbajtësi kryesor i adresave IP. Adresat **IPV4** , **IPv6**, **multicast** mbahen direkt nga IANA.
- Një pjesë e adresave IPv4 është vendosur në **regjistra** të tjerë për tu menaxhuar për qëllime të ndryshme ose **për zona rajonale**. Këto kompani rregjistrimi quhen **Regional Internet Registries (RIRs)**.

Entities that Oversee IP Address Allocation

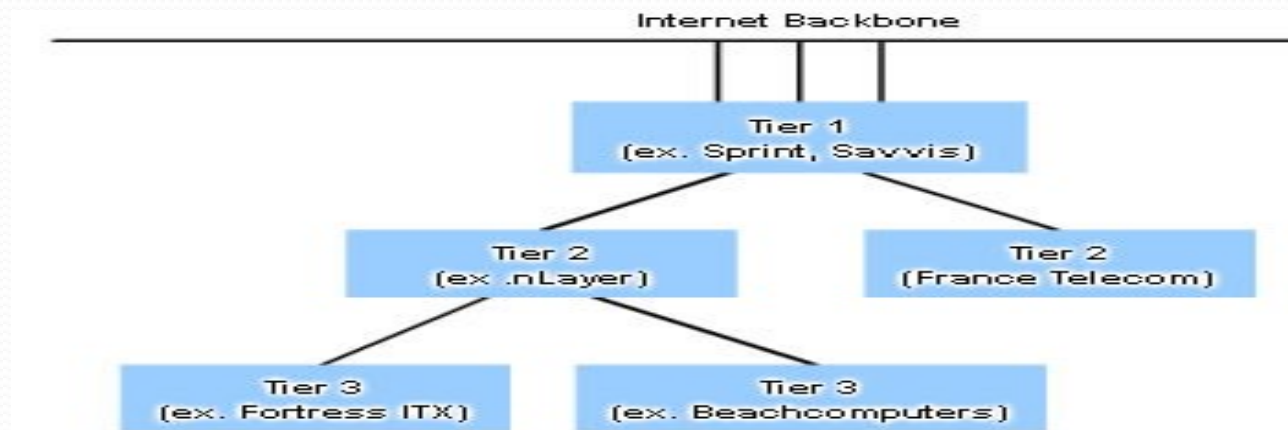
Global	IANA				
	AfrNIC	APNIC	LACNIC	ARIN	RIPE NCC
Regional Internet Registries	Africa Region	Asia/ Pacific Region	Latin America And Caribbean Region	North America Region	Europe, Middle East, Central Asia Region

4.6. Roli dhe shërbimet e ISP

- Shumica e kompanive ose organizatave **marrin bllokun e adresave** të tyre IPv4 nga një ISP.
- ISP **i huazon** ose **i jep me qera** këto adresa organizatave (numër i vogël adresash 4 ose 6).
- ISP kanë grupin e tyre të **rrjetave të brendëshme** për të **menaxhuar lidhjet e Internetit** dhe për të **ofruar shërbimet** që lidhen me to.
 - DNS
 - Email
 - Website

4.7. Nivelet e ISP

- **ISP e Nivelit 1:**
 - Të lidhur **direkt me shtyllën kryesore të Internetit.**
 - **Klientët** – ISP e niveleve më të ulëta ose organizata shumë të mëdha.
 - Avantazhet - **besueshmëria dhe shpejtësia.**
 - Disavantazhi - **kostoja e lartë.**



4.8. Nivelet e ISP

- **ISP e Nivelit 2:**
 - E marrin **shërbimin e Internetit nga ISP e Nivelit 1.**
 - Fokusohen tek **konsumatorët e biznesit.**
 - Ofrojnë **më shumë shërbime** se dy nivelet e tjera: DNS, email, web servera, zhvillim dhe mirëmbajtje website, e-commerce, e-business, VoIP.
 - Disavantazh - Kanë **akses më të ngadaltë në Internet** dhe **më pak besueshmëri** se të parat.

4.9. Nivelet e ISP

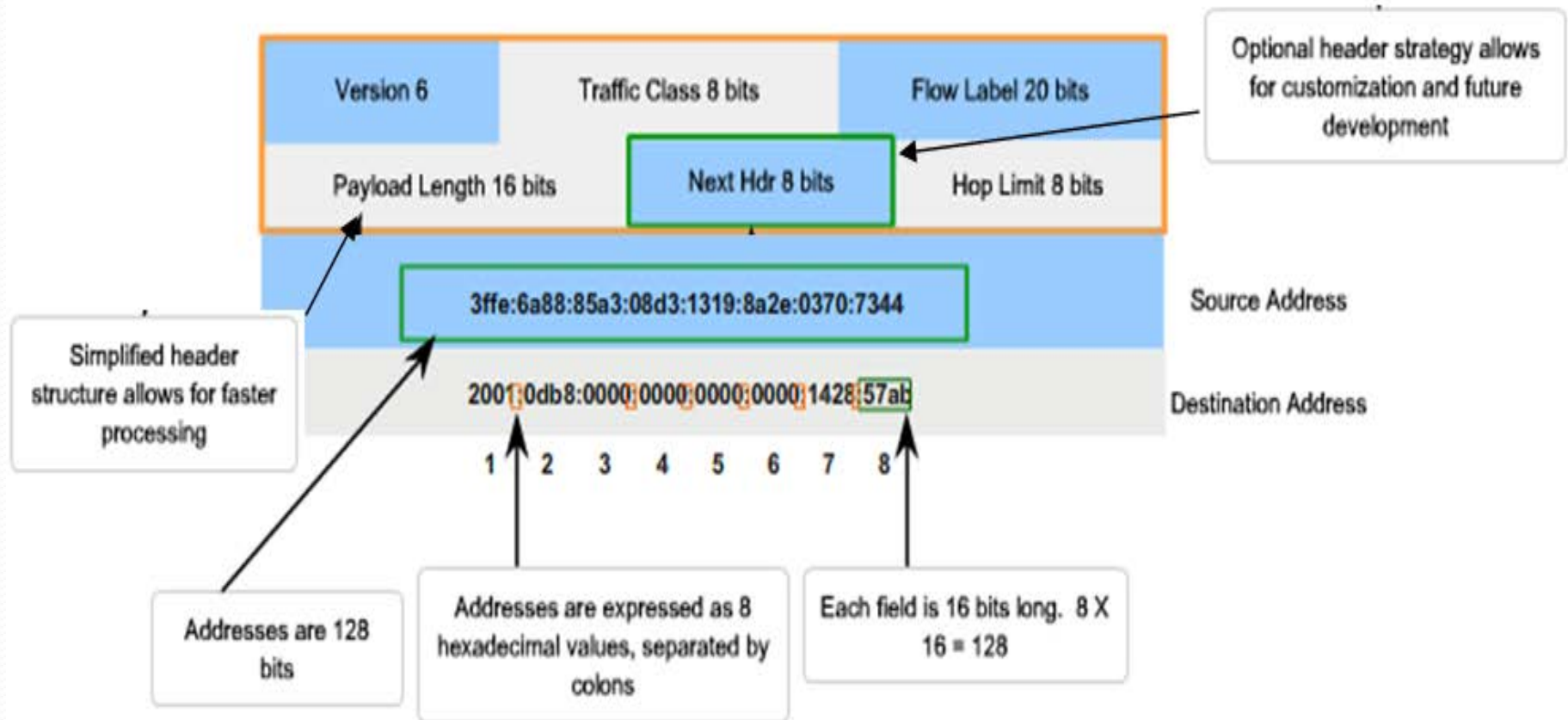
- **ISP e Nivelit 3:**
 - E **blejnë shërbimin** e Internetit nga **ISP e Nivelit 2**.
 - Fokusi - **tregu me pakicë dhe shtëpitë** e ndryshme në lokalitete specifike.
 - E përfshijnë lidhjen me Internetin si **pjesë e një kontrate shërbim** për rrjetin ose kompjuterat për klientët e tyre.
 - Kanë **reduktuar bandwidth-in** dhe kanë **më pak besueshmëri** se ofruesit e Nivelit 1 dhe Nivelit 2.

4.10. IPv6

- Në fillim të 1990, Internet Engineering Task Force (IETF) ngritën shqetësimin mbi **shterimin e adresave IPv4** të rrjetit dhe filluan të kërkonin për zëvendësimin e këtij protokolli.
- Përveç kësaj **të tjera çështje** duhej të konsideroheshin si:
 - Përmirësimi i **trajtimit** të paketave
 - Rritja e **skalabilitetit** (mundësisë për zgjerim) dhe jetëgjatësisë
 - Mekanizmat e **QoS** (cilësisë së shërbimit)
 - Integrimi i **sigurisë**
- Rezultati: **IPv6**

4.11. IPv6

IPv6 Header



4.12. IPv6

- Për të siguruar këto funksione, **IPv6 ofron:**
 - **Adresim hierarkik 128-bit** – për të zgjeruar mundësitë e adresimit
 - **Thjeshtëzim** i formatit të **header-it** – për të përmirësuar trajtimin e paketave
 - Mbështetje e përmirësuar për **zgjerimin dhe opsionet** – për të **rritur skalabilitetin/jetëgjatësinë** dhe për të përmirësuar menaxhimin e paketave
 - Aftësi për **etiketimin e rrjedhës** – si mekanizma QoS
 - Aftësi **autentikimi dhe enkriptimin**– për të integruar sigurinë

5.1. Subnet Mask

- Për të përcaktuar pjesën e rrjetit dhe të hostit në një adresë, pajisja përdor një **model të veçantë 32-bit** që quhet **subnet mask**.
- Shembull: **255.255.255.0**
 - **11111111.11111111.11111111.00000000**
 - **1** përfaqësojnë pjesën e rrjetit
 - **0** përfaqësojnë pjesën e hostit
- Edhe **prefiksi i rrjetit** paraqet të njëjtën gjë:
 - **/24**

Network and Host Portions of an IP Address							
IP Address	172	.	16	.	4	.	1
	10101100		00010000		00000100		00000001
Subnet Mask	255	.	255	.	255	.	0
	11111111		11111111		11111111		00000000
Prefix /24 (24 high order bits)							

5.2. Të kuptojmë operacionin AND

- **Adresa IPv4 e hostit** krahasohet (kalkulohet) me anë të operatorit logjik **AND** me **subnet mask-ën** për të përcaktuar **adresën e rrjetit** me të cilin është lidhur hosti.
 - $1 \text{ AND } 1 = 1$
 - $1 \text{ AND } 0 = 0$
 - $0 \text{ AND } 1 = 0$
 - $0 \text{ AND } 0 = 0$
- **Arsyet** për të përdorur AND:
 - **Router-at** përdorin AND për të përcaktuar një route të pranueshme për një paketë që vjen.
 - **Hosti** i origjinës duhet të përcaktojë nëse një paketë duhet të dërgohet **direkt tek një host** në rrjetin lokal ose të drejtohet tek **gateway**.

5.3. Të kuptojmë operacionin AND

Using the subnet mask to determine the network address for host 172.16.132.70/20

Convert binary network address to decimal

Host Address	172	16	132	70
Binary Host Address	10101100	00010000	10000100	01000110
Binary Subnet Mask	11111111	11111111	11110000	00000000
Binary Network Address	10101100	00010000	10000000	00000000
Network Address	172	16	128	0

6.1. Bazat e Subnetting

- Jepet adresa **192.168.55.129/27**, në bazë të saj përgjigjuni pyetjeve të mëposhtëme:
 - Cila është **klasa** e adresës IP?
 - Cila është **subnet mask** në format binar?
 - Cili është **numri i subnet-eve**?
 - Sa është **numri i hosteve** në secilin subnet?
 - **Cilit subnet** i përket kjo adresë IPv4?
 - Cila është **adresa broadcast** e këtij subnet-i?

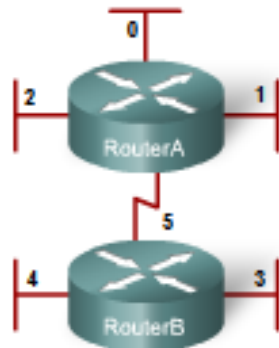
6.2. Bazat e Subnetting

- Jepet adresa **192.168.55.129/27**, në bazë të saj përgjigjuni pyetjeve të mëposhtëme:
 - Cila është **klasa** e adresës IP? **C**
 - Cila është **subnet mask** në format binar?
11111111.11111111.11111111.11100000
 - Cili është **numri i subnet-eve**? **$2^3=8$, (2^n)**
 - Sa është **numri i hosteve** në secilin subnet? **$2^5-2=30$, $(2^n - 2)$**
 - **Cilit subnet** i përket kjo adresë IPv4? **192.168.55.128**
 - Cila është **adresa broadcast** e këtij subnet-i? **192.168.55.159**

6.3. Bazat e Subnetting

Borrowing Bits for Subnets

Start with this address -	192.168.1.0 (/24) 255.255.255.0	Address: 11000000.10101000.00000001.00000000 Mask: 11111111.11111111.11111111.00000000
Make 8 subnets 0	192.168.1.0 (/27) 255.255.255.224	Address: 11000000.10101000.00000001.00000000 Mask: 11111111.11111111.11111111.11100000
1	192.168.1.32 (/27) 255.255.255.224	Address: 11000000.10101000.00000001.00100000 Mask: 11111111.11111111.11111111.11100000
2	192.168.1.64 (/27) 255.255.255.224	Address: 11000000.10101000.00000001.01000000 Mask: 11111111.11111111.11111111.11100000
3	192.168.1.96 (/27) 255.255.255.224	Address: 11000000.10101000.00000001.01100000 Mask: 11111111.11111111.11111111.11100000
4	192.168.1.128 (/27) 255.255.255.224	Address: 11000000.10101000.00000001.10000000 Mask: 11111111.11111111.11111111.11100000
5	192.168.1.160 (/27) 255.255.255.224	Address: 11000000.10101000.00000001.10100000 Mask: 11111111.11111111.11111111.11100000
6	192.168.1.192 (/27) 255.255.255.224	Address: 11000000.10101000.00000001.11000000 Mask: 11111111.11111111.11111111.11100000
7	192.168.1.224 (/27) 255.255.255.224	Address: 11000000.10101000.00000001.11100000 Mask: 11111111.11111111.11111111.11100000



Three bits are borrowed to provide eight subnets.

6.4. Bazat e Subnetting

Borrowing Bits for Subnets

Addressing Scheme: Example of 6 networks

Subnet	Network address	Host range	Broadcast address
0	192.168.1.0/27	192.168.1.1 - 192.168.1.30	192.168.1.31
1	192.168.1.32/27	192.168.1.33 - 192.168.1.62	192.168.1.63
2	192.168.1.64/27	192.168.1.65 - 192.168.1.94	192.168.1.95
3	192.168.1.96/27	192.168.1.97 - 192.168.1.126	192.168.1.127
4	192.168.1.128/27	192.168.1.129 - 192.168.1.158	192.168.1.159
5	192.168.1.160/27	192.168.1.161 - 192.168.1.190	192.168.1.191
6	192.168.1.192/27	192.168.1.193 - 192.168.1.222	192.168.1.223
7	192.168.1.224/27	192.168.1.225 - 192.168.1.254	192.168.1.255

6.5. Ndarja e rrjetave në përmasat e duhura

- Një mjet i dobishëm në këtë proces të planifikimit të adresimit është **diagrama e rrjetit**. Diagrama na lejon të shohim rrjetat dhe të bëjmë një llogaritje më të saktë.
- Për të akomoduar **800 hoste** në **katër vendndodhjet** e kompanisë, **përdorim aritmetikën binare** për të alokuar **një bllok /22** ($2^{10}-2=1022$). Blloku 172.16.0.0/22.
- **Fillojmë** me vendndodhjet që kërkojnë shumicën e **hosteve** dhe punojmë duke zbritur **deri tek lidhjet point-to-point**.
- **Hoste në përdorim** = $2^n - 2$, ku **n** është **numri i biteve të mbetura** që do të përdoret **për hostet**.

6.6. Ndarja e rrjetave në përmasat e duhura



6.7. Subnetting

Rrjeti Kryesor: **172.16.0.0/22**

Adresa IP të disponueshme në rrjetin kryesor: **1022**

Numri i adresave IP që nevojiten: **776**

Adresa IP të disponueshme në subnet-et e alokuara: **862**

Është përdorur rreth **86%** e hapësirës së disponueshme të adresave të rrjetit kryesor.

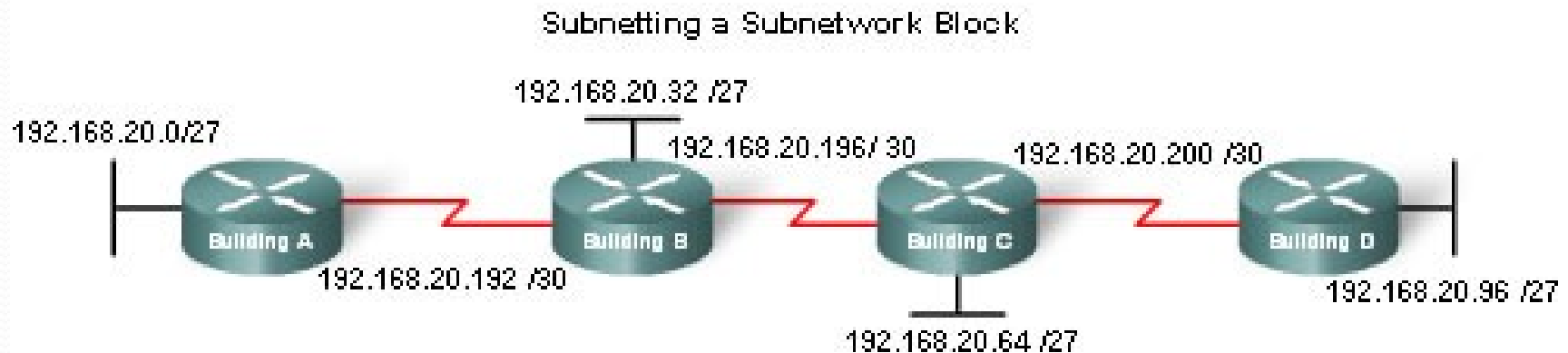
Është përdorur rreth **90%** e hapësirës së subnet-eve.

Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
Zyra Qendrore	500	510	172.16.0.0	/23	255.255.254.0	172.16.0.1 - 172.16.1.254	172.16.1.255
Zyra e shitjeve	200	254	172.16.2.0	/24	255.255.255.0	172.16.2.1 - 172.16.2.254	172.16.2.255
Burimet Njerzore	50	62	172.16.3.0	/26	255.255.255.192	172.16.3.1 - 172.16.3.62	172.16.3.63
Zyra Legale	20	30	172.16.3.64	/27	255.255.255.224	172.16.3.65 - 172.16.3.94	172.16.3.95
WAN 1	2	2	172.16.3.96	/30	255.255.255.252	172.16.3.97 - 172.16.3.98	172.16.3.99
WAN 2	2	2	172.16.3.100	/30	255.255.255.252	172.16.3.101 - 172.16.3.102	172.16.3.103
WAN 3	2	2	172.16.3.104	/30	255.255.255.252	172.16.3.105 - 172.16.3.106	172.16.3.107

6.8. “Subnetting a Subnet” – VLSM (Ndarja e një nënrrjeti)

- Kur identifikojmë numrin total të hosteve duke përdorur **subnetting tradicional**, ne **alokojmë të njëjtin numër të adresave** për secilin subnet.
- Nëse të gjithë subnet-et kanë **të njëjtat kërkesa për numrin e hosteve**, këto **blloqe adresash me madhësi fikse** do të ishin efëiente. Megjithatë shumë shpesh nuk është ky rasti.
- “**Subnetting a subnet**”, ose përdorimi i **Variable Length Subnet Mask (VLSM)** u dizenua për të **maksimizuar efëiencën e adresimit**.

6.9. "Subnetting a subnet"

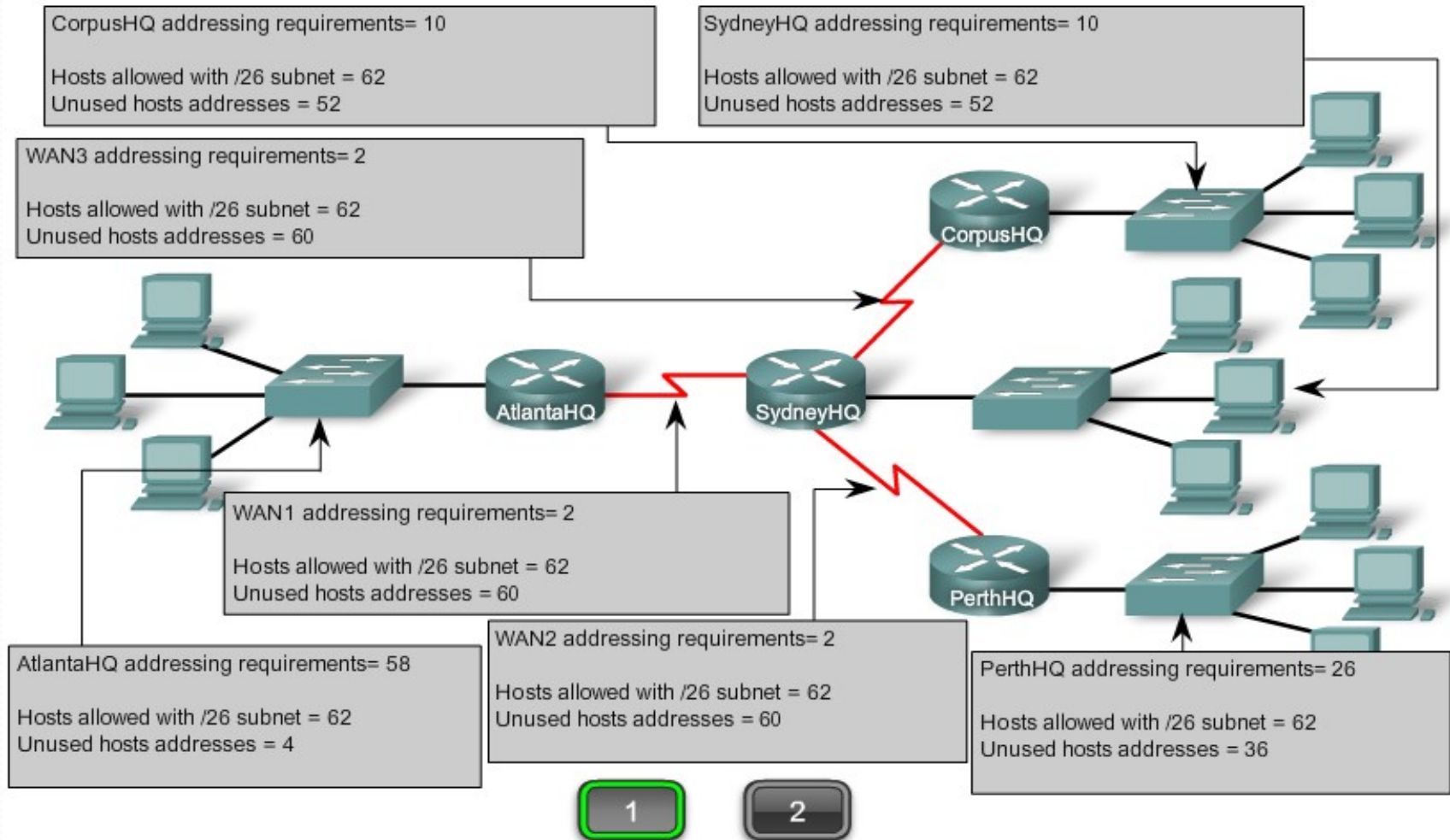


Subnet Number	Subnet Address
Subnet 0	192.168.20.0/27
Subnet 1	192.168.20.32/27
Subnet 2	192.168.20.64/27
Subnet 3	192.168.20.96/27
Subnet 4	192.168.20.128/27
Subnet 5	192.168.20.160/27
Subnet 6	192.168.20.192/27
Subnet 7	192.168.20.224/27

Subnet Number	Subnet Address
Subnet 0	192.168.20.192/30
Subnet 1	192.168.20.196/30
Subnet 2	192.168.20.200/30
Subnet 3	192.168.20.204/30
Subnet 4	192.168.20.208/30
Subnet 5	192.168.20.212/30
Subnet 6	192.168.20.216/30
Subnet 7	192.168.20.220/30

6.10. "Subnetting a subnet"

Network Requirements: Using standard subnetting would be inefficient.



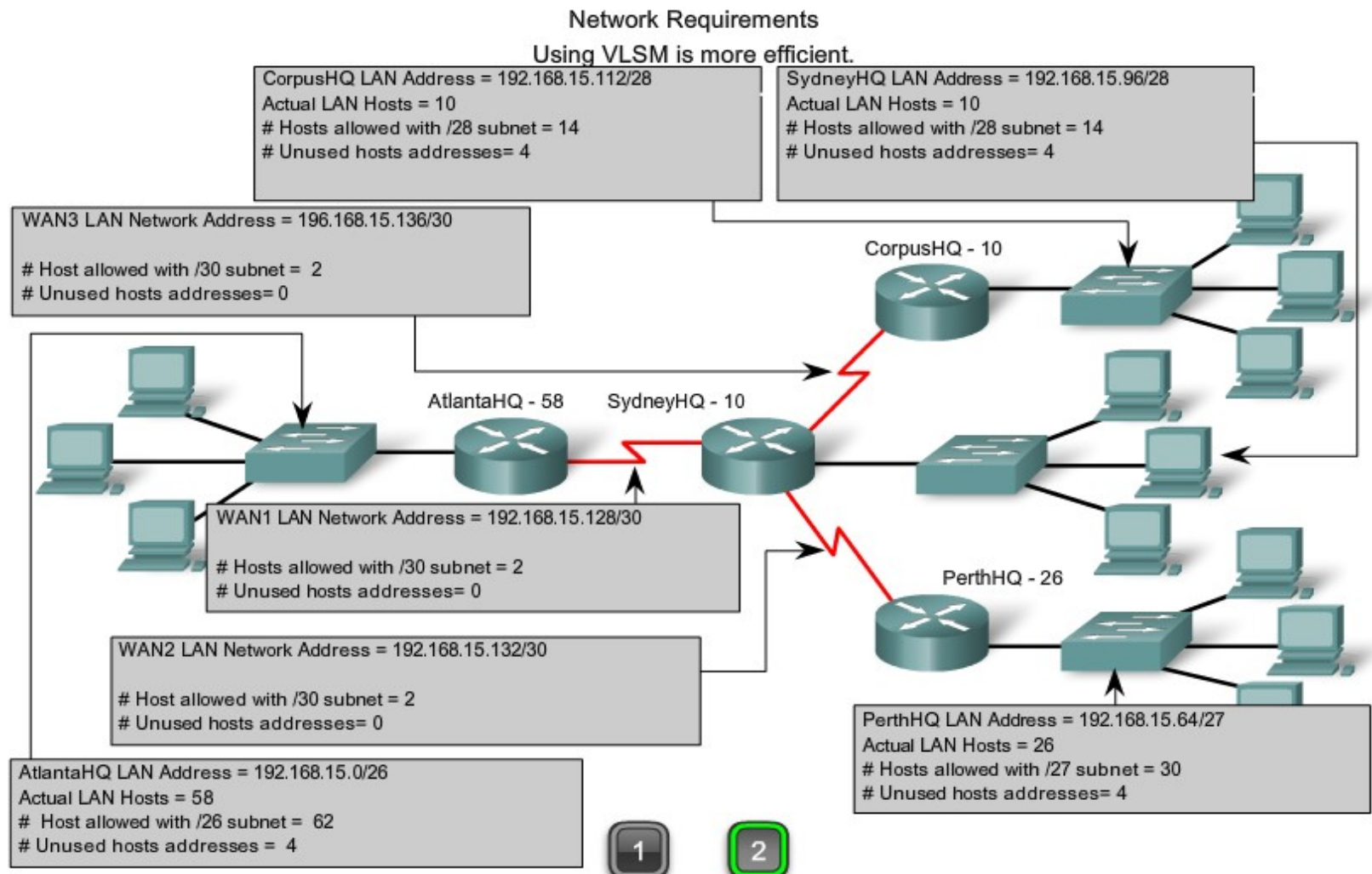
Click to see the steps.

6.11. "Subnetting a subnet" – VLSM

Name -required addresses	Subnet address	Address range	Broadcast Address	Network /prefix
AtlantaHQ - 58	192.168.15.0	.1 - .62	.63	192.168.15.0 /26
PerthHQ - 26	192.168.15.64	.65 - .94	.95	192.168.15.64 /27
SydneyHQ - 10	192.168.15.96	.97 - .110	.111	192.168.15.96 /28
CorpusHQ - 10	192.168.15.112	.113 - .126	.127	192.168.15.112 /28
WAN1 - 2	192.168.15.128	.129 - .130	.131	192.168.15.128 /30
WAN2 - 2	192.168.15.132	.133 - .134	.135	192.168.15.132 /30
WAN3 - 2	192.168.15.136	.137 - .138	.139	192.168.15.136 /30

The networking problem is solved

6.12. "Subnetting a subnet" – VLSM



7.1. Testimi i rrjetit – Ping

- Ping është një mjet për **testimin e lidhjes IP** midis hosteve.
- Ping **dërgon kërkesa tek një adresë** e specifikuar hosti dhe pret për përgjigje.
- Ping **përdor një protokoll të Shtresës 3** që është një pjesë e suitës TCP/IP i quajtur **Internet Control Message Protocol (ICMP)**.
- Ping përdor një datagramë **ICMP Echo Request**.
- Nëse hosti në adresën e specifikuar e merr kërkesën Echo, ai përgjigjet me një datagramë **Echo Reply**.
- Ping mat **kohën vajtje-ardhje** të paketës ICMP (brenda një **kohe kufi**) – **tregues i performancës së rrjetit**.

7.2. Ping the Local Loopback

- **Ping local loopback (127.0.0.1):**
 - Për të testuar **konfigurimin e brendëshëm IP** në një host lokal.
 - Përgjigjja nga 127.0.0.1 tregon që **IP është instaluar në rregull** tek hosti.
 - Megjithatë kjo përgjigje **nuk tregon nëse konfigurimet e paramentrave të Internetit janë në rregull**, apo karta e rrjetit funksionon.
 - Është tregues që **TCP/IP është funksional** tek hosti.

7.3. Testimi i LAN – Ping Gateway

- Ping-u **për tek gateway** tregon që **hosti dhe ndërfaqësi i router-it** që shërben si gateway janë **të dy funksionalë** në rrjetin lokal.
- Në rast **mospërgjigje**:
 - **Problem me ndërfaqësin** e router-it
 - Vendosje e **adresës së gabuar** të gateway
 - Ndërfaqësi i router-it mund të jetë funksional por janë aplikuar **masa sigurie** duke e parandaluar procesimin ose përgjigjen e kërkesave ping.
 - Ka raste kur edhe **hostet** e tjera në rrjet mund të kenë **të njëjtat kufizime** sigurie

7.4. Testimi i internetwork-ut

- Ping-u për tek një host në një rrjet tjetër LAN.
- Nëse **ping del i suksesshëm** është testuar në pjesë e madhe e internetwork-ut. **Kemi verifikuar:**
 - Komunikimin e hostit burim në **rrjetin lokal**.
 - Funksionimin e **gateway**.
 - **Gjithë router-at** që janë rrugës.
- Mungesa e përgjigjes mund të jetë **rezultat i kufizimeve** për sigurinë dhe jo mosfunksionim i elementëve të rrjetit.

7.5. Traceroute – Testimi i rrugës

- Traceroute (tracert) është një mjet që na lejon të observojmë **rrugën midis këtyre hosteve**.
- Gjurmimi (trace) **gjeneron një listë të hapave (hop)** që janë arritur përgjatë rrugës.
- Gjurmimi (trace) **liston ndërfaqësit në çdo router** përgjatë rrugës që janë funksional.
- Nëse të dhënat dështojnë në ndonjë hap, kemi **adresën e router-it të fundit**. Kjo tregon **ku është problemi**.

7.6. Traceroute – Testimi i rrugës

- **Fusha RTT – Round Trip Time** tregon kohën e udhëtimit **vajtje-ardhje për secilin hap**.
 - Tregon nëse një stacion përgjigjet ose jo.
 - Për të treguar paketat e humbura përdoret *.
 - Në këtë mënyrë kuptohen router-at problematikë.
- **Fusha TTL – Time to Live** përdoret për të **kufizuar numrin e hapave** që një paketë mund të kalojë.
 - Kur TTL bëhet 0, **router-i e shkarkon paketën dhe i dërgon burimit një mesazh ICMP Time Exceeded**.
 - Sekuenca e parë e mesazhit e dërguar nga traceroute do të ketë fushën TTL **1**. Traceroute më pas në mënyrë progresive rrit fushën TTL (2, 3, 4...) **deri sa të arrihet destinacioni**.
 - Në fund përgjigjja mund të jetë ose :
 - **ICMP Port Unreachable**
 - **ICMP Echo Reply**

7.7. ICMP – Mbështetja e testimit dhe dërgimit të mesazheve

- ICMP është **protokolli për dërgimin e mesazheve** në **suitën TCP/IP**
- ICMP siguron **kontrollin** dhe dërgimin e **mesazheve për gabimet** dhe përdoret nga **shërbimet ping** dhe **traceroute**.
- **Mesazhet ICMP** që mund të dërgohen përfshijnë:
 - Konfirmimin e hostit
 - Destinacion ose Shërbim i Paarritshëm
 - Kohë e skaduar
 - Ridrejtim i route
 - Bllokim i burimit

7.8. Mesazhet ICMP

- **Konfirmim Hosti:**

- **ICMP Echo Message** – baza e shërbimit **Ping** për të përcaktuar nëse një host është në funksionim.
- Hosti burim - **ICMP Echo Request**. Hosti destinacio -**ICMP Echo Reply**.

- **Destinacion ose Shërbim i Paaritshëm:**

- **ICMP Destination Unreachable Message** përdoret për të njoftuar një host që destinacioni ose shërbimi është i paarritshëm.
- Kjo paketë përmban kodet:
 - **0=rrjet i paaritshëm** dhe **1=host i paaritshëm** që dërgohen nga routeri (routeri nuk ka një rrugë ose hosti nuk funksionon)
 - **2=protokoll i paaritshëm** dhe **3=portë e paaritshme** që dërgohen nga hosti destinacion (nuk ofrohet shërbimi ose masa sigurie)

7.9. Mesazhet ICMP

- **Kohë e Skaduar:**
 - **ICMP Time Exceeded Message** përdoret nga router-i për të treguar që një paketë nuk mund të pasohet sepse fusha **TTL e paketës ka skaduar**.
- **Ridrejtimit i Route:**
 - **ICMP Redirect Message** përdoret nga router-i për të njoftuar hostin në një rrjet që **një rrugë më e mirë** është disponibël për një destinacion të caktuar.
 - Ky mesazh mund të përdoret kur hosti burim është **në të njëjtin rrjet fizik** me të dy gateway.

7.10. Mesazhet ICMP

- **Bllokim i burimit:**
 - **ICMP Source Quench Message** përdoret për ti treguar burimit që **të ndalojë përkohësisht** të dërgojë paketa.
 - Dërgohet **nga router-i** kur nuk ka më **hapësirë në buffer** për të marrë paketat që vijnë.
 - Dërgohet nga **hosti destinacion** nëse datagramat arrijnë shumë shpejt për tu procesuar.
 - Kur burimi merr një mesazh ICMP Source Quench, ai **e raporton atë tek shtresa Transport** dhe mund të përdorë mekanizmin e TCP për **kontrollin e rrjedhës** për të rregulluar transmetimin.