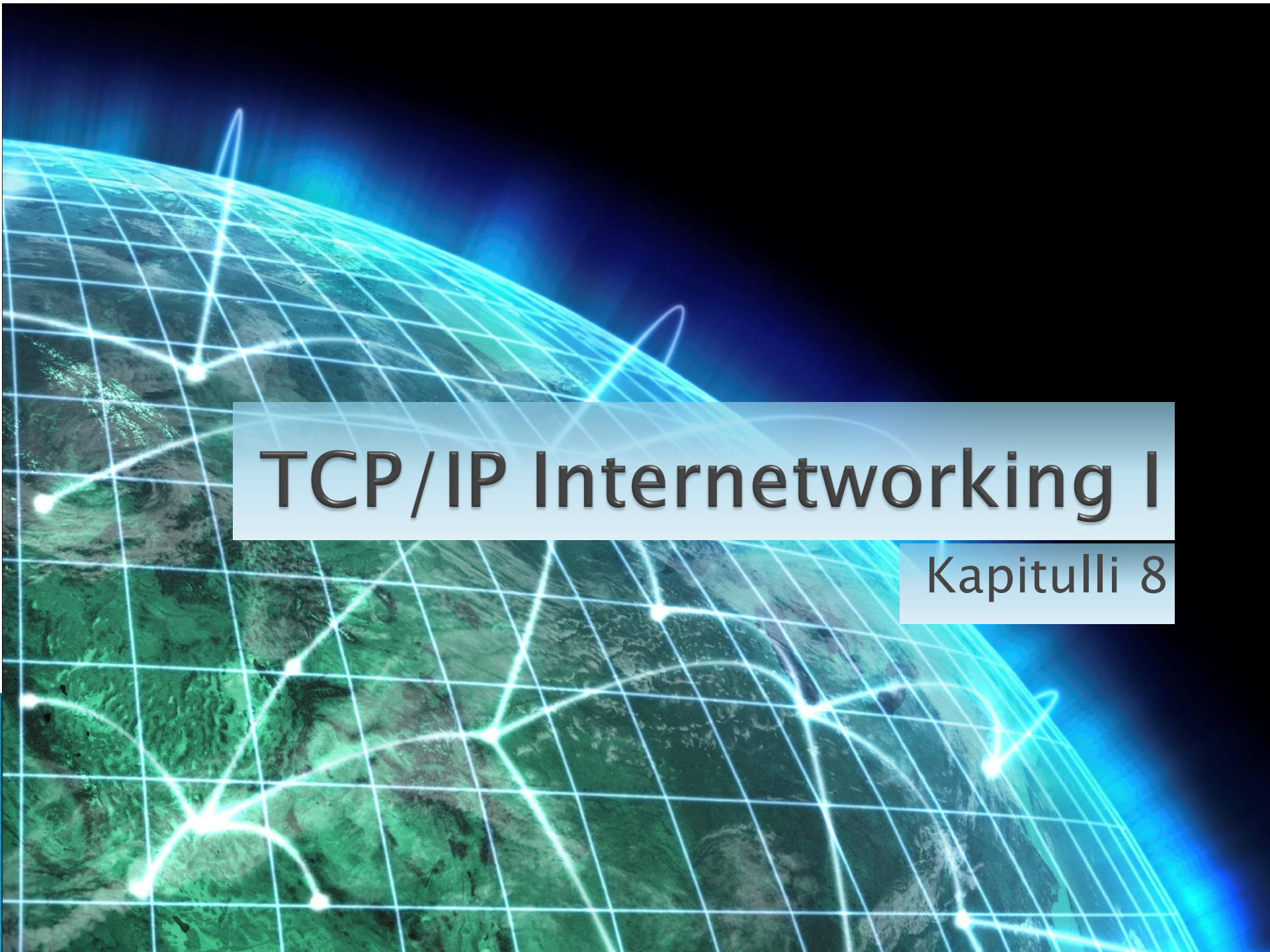




TCP/IP Internetworking I

Kapitulli 8

Kujtesë

Kapitulli	Përmbajtja	Shtresat
1–4	Konceptet dhe parimet kryesore	Të gjitha
5	Single switched networks	1–2
6–7	Single wireless networks	1–2
8–9	Internet	3–4
10	Wide Area Networks	1–4
11	Aplikacionet	5

Konceptet TCP/IP

Adresat hierarkike IP

Funksionimi i Router-ave

IPv4

Hyrje

▶ Single switched dhe wireless networks

- Operojnë tek Shtresa 1 dhe 2 (physical dhe data link)
- Standardet vijnë tërësisht nga OSI

▶ Internet

- Operojnë tek Shtresa 3 dhe 4 (internet dhe transport)
- Standardet vijnë kryesisht nga Internet Engineering Task Force (IETF)
- Quhen standarde TCP/IP
- Publikimet quhen RFC



8.1: Standardet kryesore TCP/IP

5 Application	Aplikacionet e Përdoruesit			Aplikacionet e Supervizimit		
	HTTP	SMTP	Shumë të tjera	DNS	Dynamic Routing Protocols	Shumë të tjera
4 Transport	TCP				UDP	
3 Internet	IP			ICMP		ARP
2 Data Link	Mac, LLC, OSI Standards					
1 Physical	Physical Standards					

TCP/IP ka standardet kryesore të Internet dhe Transport:

TCP/IP ka standardet kryesore të Internet dhe Transport:
IP, TCP, dhe UDP.

8.1: Standardet kryesore TCP/IP

5 Application	Standardet kryesore TCP/IP			Aplikacionet e Supervizimit		
	HTTP	SMTP	Shumë të tjera	DNS	Dynamic Routing Protocols	Shumë të tjera
4 Transport	TCP				UDP	
3 Internet	IP			ICMP	ARP	
2 Data Link						
1 Physical						

TCP/IP ka gjithashtu standarde të Application.

Asnjë: Përdorin standardet OSI

TCP/IP ka gjithashtu standarde të Application.

Asnjë: Përdorin standardet OSI

8.1 : Standardet kryesore TCP/IP

5 Application	Standardet kryesore TCP/IP			Aplikacionet e Supervizimit		
	HTTP	SMTP	Shumë të tjera	DNS	Dynamic Routing Protocols	Shumë të tjera
4 Transport	TCP			UDP		
3 Internet	IP			ICMP		ARP
2 Data Link	Network Layer OSI Standards					
1 Physical						

TCP/IP ka gjithashtu shumë standarde të supervizimit si në shtresën Application dhe Internet.

8.2: IP, TCP, dhe UDP

Protokolli	Shtresa	Connection– Oriented/ Connectionless	Reliable/ Unreliable	Ngarkesa e ulët/ Ngarkesa e lartë
TCP	4 (Transport)	Connection– oriented	Reliable	E lartë
UDP	4 (Transport)	Connectionless	Unreliable	E ulët
IP	3 (Internet)	Connectionless	Unreliable	E ulët

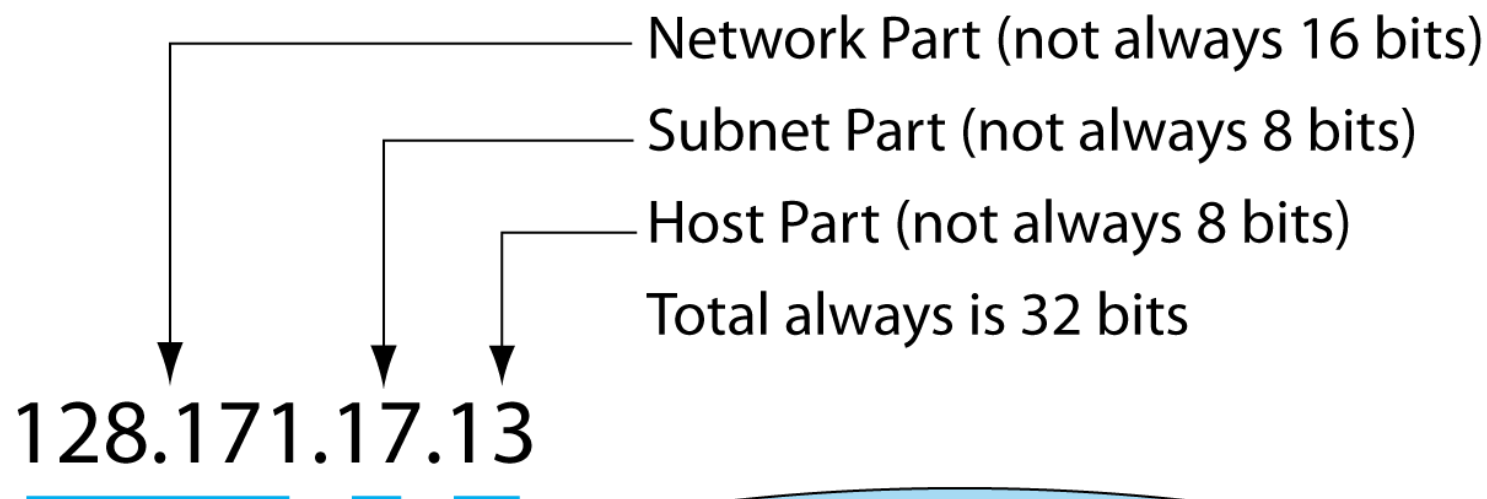
Konseptet TCP/IP

Adresat Hierarkike IP

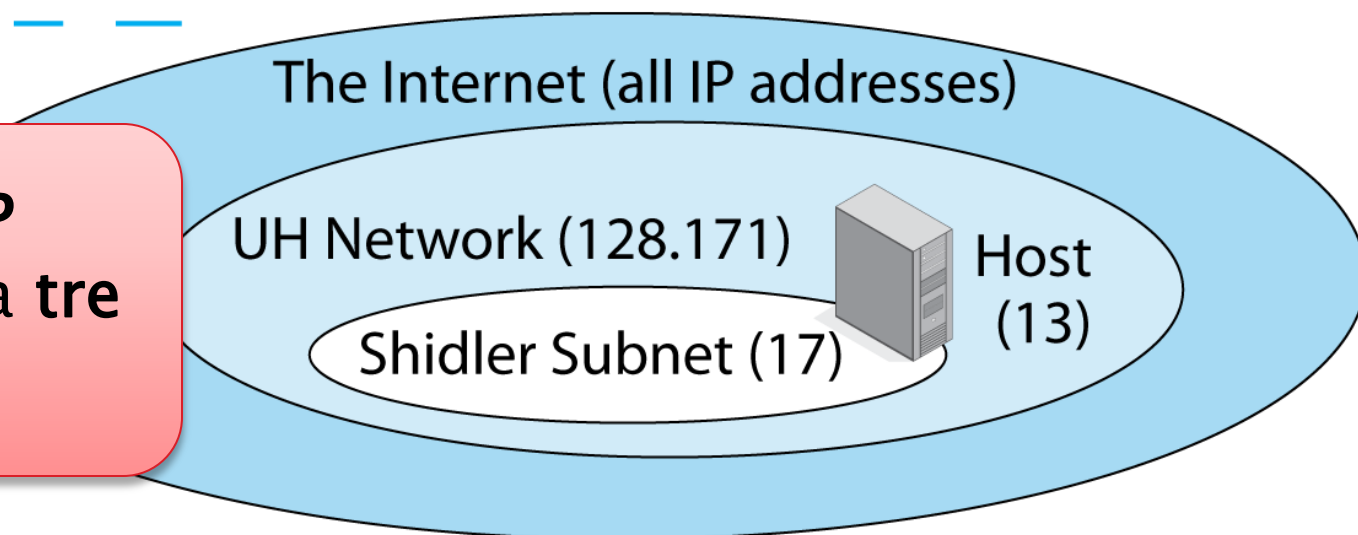
Funksionimi i Router-ave

IPv4

8.3: Adresa Hierarkike IP



**Adresa IP
zakonisht ka tre
pjesë .**



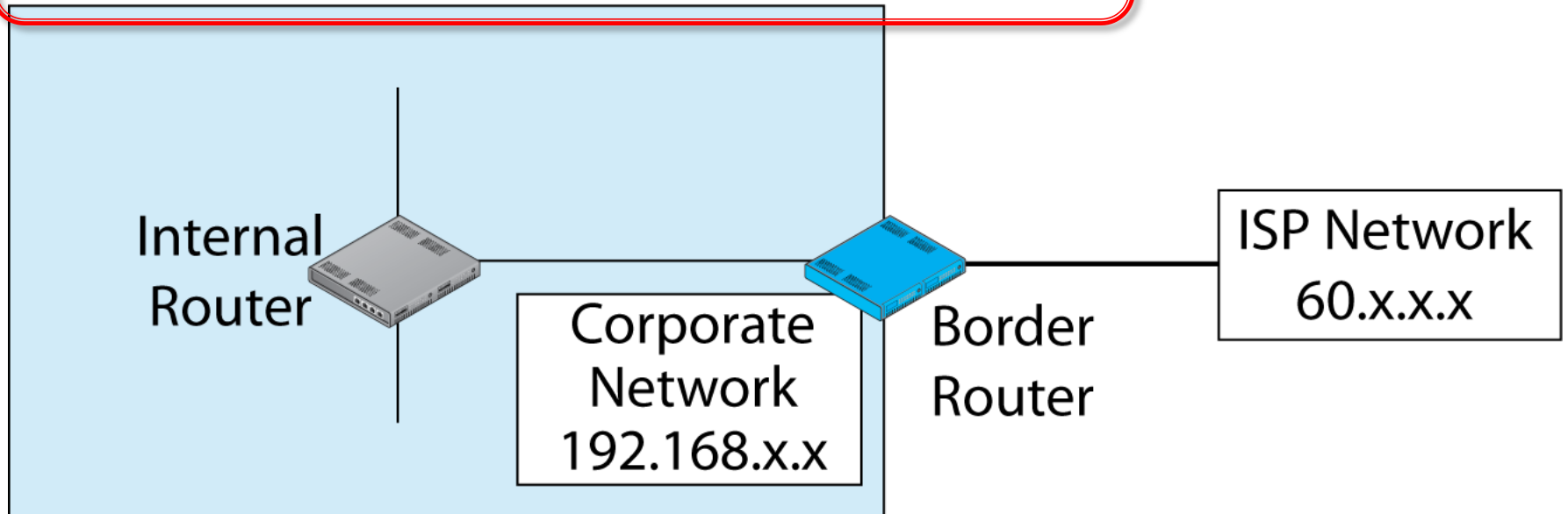
8.3: Adresa Hierarkike IP

- ▶ **Pjesa e rrjetit i jepet një firme nga ISP, ose ndonjë entiteti tjetër nga një “registered number provider”.**
 - Firma e ndan hapësirën e adresave në **subnet-e**.
 - Në secilin subnet, **pjesa e hostit** tregon një host të veçantë.
- ▶ Në një adresë IP, sa të gjata janë pjesa e rrjetit, subnetit, dhe hostit?

8.4: Border Router, Internal Router, Networks, dhe Subnets

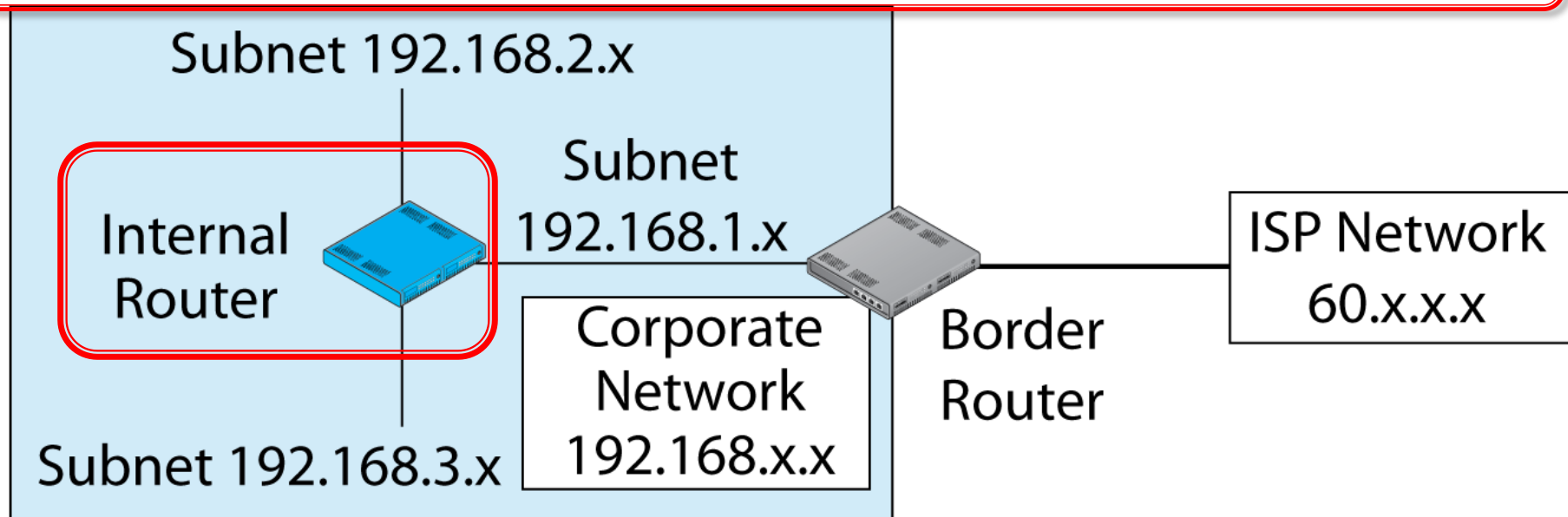
Border routers lidhin rrjetat e ndryshme

(192.168.x.x & 60.x.x.x)



8.4: Border Router, Internal Router, Networks, dhe Subnets

Internal routers lidhin subnetet e ndryshme brenda një rrjeti



8.5: Network Mask dhe Subnet Mask

► Problemi

- Nuk ka asnjë mënyrë për të treguar pjesën e rrjetit, subnetit dhe hostit në një adresë IP, thjesht duke e parë atë. Mund të themi vetëm që është 32 bit.
- Zgjidhja: **maska**.



8.5: IP Network dhe Subnet Masks

► Zgjidhja: maska

- Maska është një seri 1 (binar) ndjekur nga një seri 0 (binar) në total 32 bite, njësoj si adresa IP.
- P.sh.
 - 11111111 11111111 00000000 00000000 (binar)
 - 255.255.0.0. (dhjetor me pikë)
 - /16. (prefiks)
- 11111111 11111111 11111111 00000000
- 255.255.255.0.
- /24.

8.5: IP Network dhe Subnet Masks



Network Mask	Dotted Decimal Notation			
Adresa IP Destinacion	128 10000000	171 10101011	17 00010001	13 00001101
Network Mask (/16)	255 11111111	255 11111111	0 00000000	0 00000000
<i>Logical AND</i>				
Adresa e Rrjetit	128 10000000	171 10101011	0 00000000	0 00000000

8.5: IP Network dhe Subnet Masks



Subnet Mask	Dotted Decimal Notation			
Adresa IP Destinacion	128	171	17	13
Network Mask (/24)	255	255	255	0
<i>Logical AND</i>				
Adresa e Rrjetit	128	171	17	0

Konseptet TCP/IP

Adresat Hierarkike IP

Funksionimi i router-ave

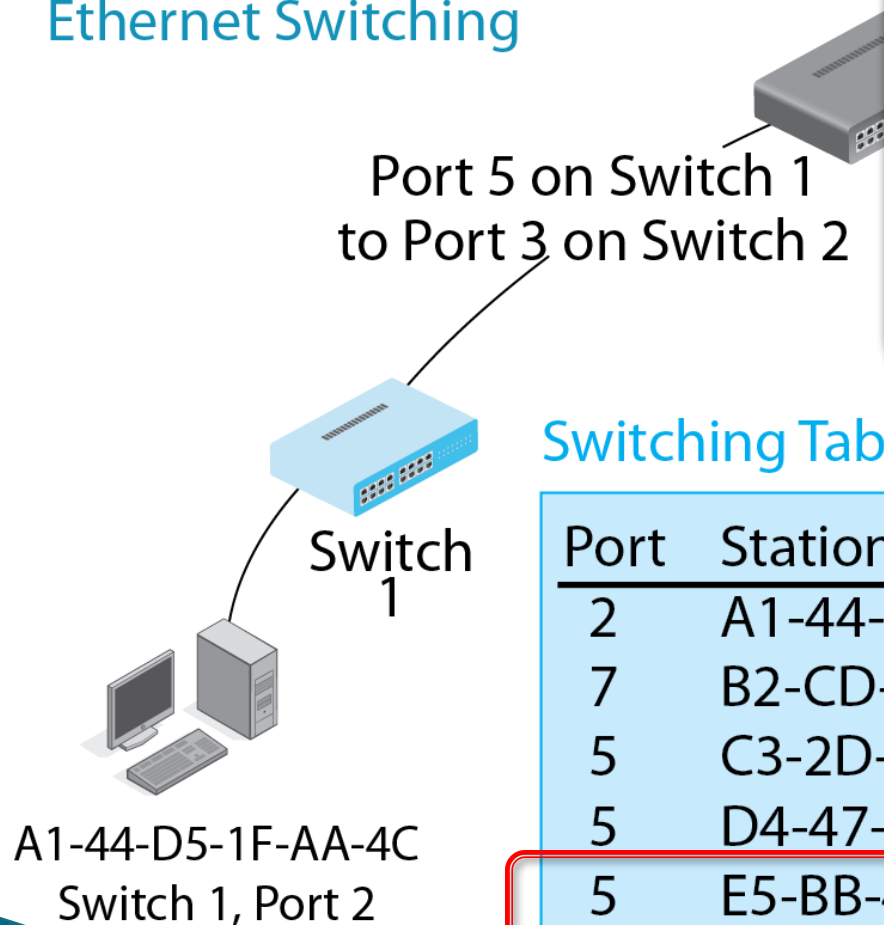
IPv4

Funksionimi i Router-ave

- ▶ Routerat janë pajisje internetwork-ing.
- ▶ Do të shikojnë si e drejtojnë router-at paketat që mbërijnë tek ta.
- ▶ Por fillimisht rikujtojmë se si i drejtojnë Ethernet switche-t framet që arrijnë tek ta.

8.6: Ethernet Switching kundrejt IP Routing

Ethernet Switching



Ethernet switches
organizohen në hierarki,
kështu që ka vetëm një portë
të mundëshme për të dërguar
një frame jashtë, kështu që
ka vetëm një rresht për
adresë.

Switching Table Switch 1

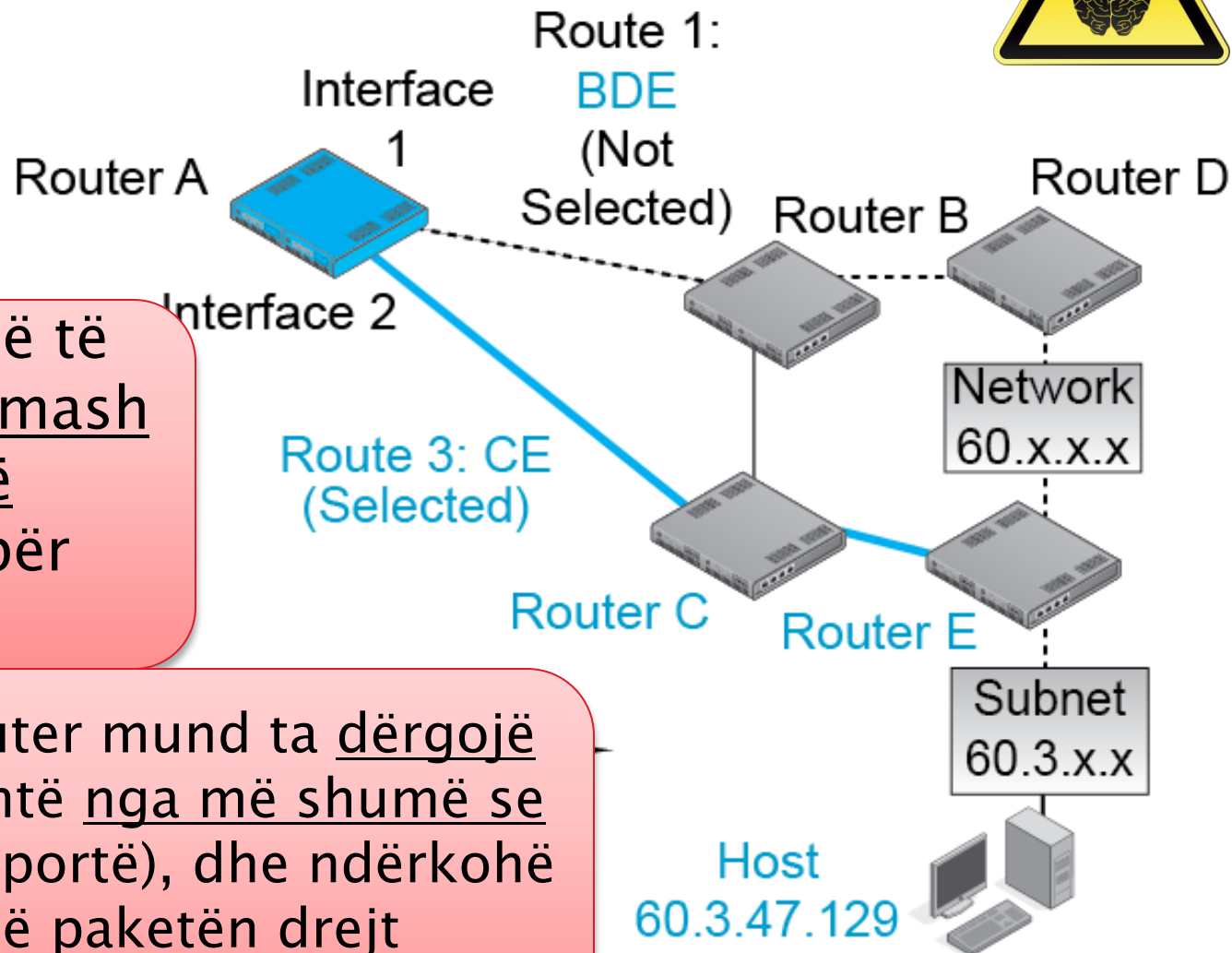
Port	Station
2	A1-44-D5-1F-AA-4C
7	B2-CD-13-5B-E4-65
5	C3-2D-55-3B-A9-4F
5	D4-47-55-C4-B6-9F
5	E5-BB-47-21-D3-56

8.6: Ethernet Switching kundrejt IP Routing



Router-at janë të organizuar në mash me shumë alternativa për route.

Kështu një router mund ta dërgojë një paketë jashtë nga më shumë se një ndërfaqës (portë), dhe ndërkohë ta drejtojë paketën drejt destinacionit.



8.6: Ethernet Switching kundrejt IP Routing



Routing Table for Router A

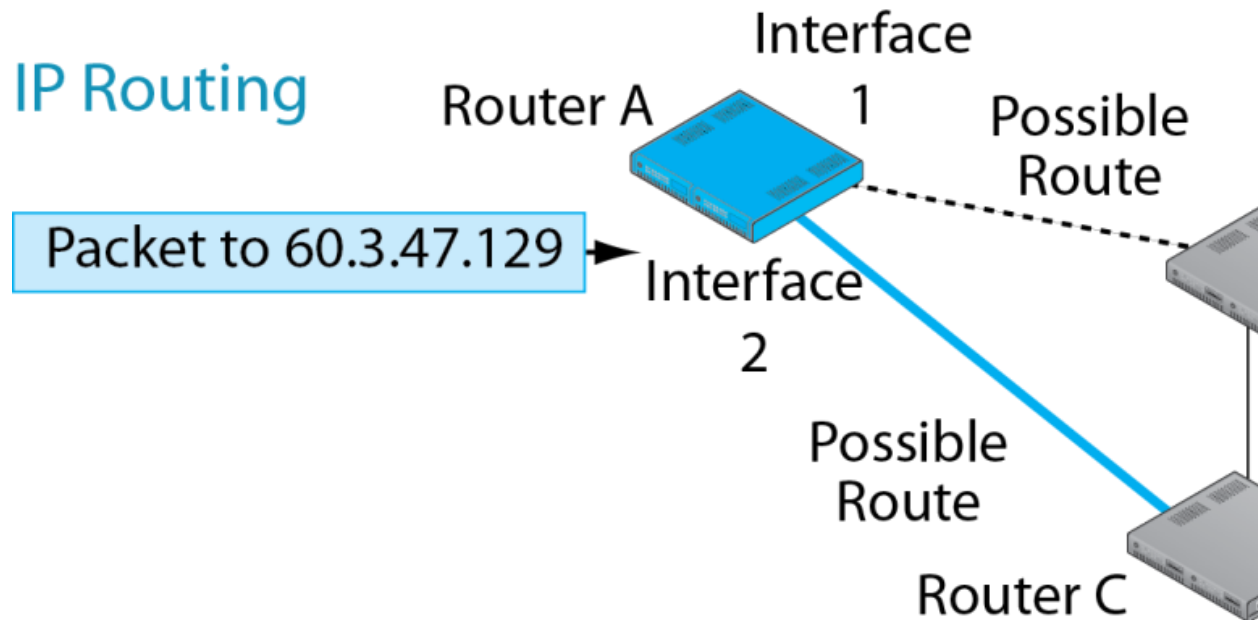
Route	IP Address Range	Interface	Next-Hop Router
1	60.3.x.x	1	B
2	128.171.x.x	1	B
3	60.3.47.x	2	C
4	10.5.3.x	4	Q
5	128.171.17.x	3	Local
6	10.4.3.x	2	C

Kështu në tabelën e routimit shumë rreshta mund të japin informacione konfliktuale rreth asaj se çfarë të bëhet me një paketë.

8.7: Procesi i Routimit

► Routing

- Procesimi i një pakete individuale dhe pasimi në rrugën e saj është quajtur **routing**.



8.7: Procesi i Routimit

► Tabela e Routimit

- Çdo router ka një tabelë routimi që e përdor për të realizuar vendimet e routimit.

- **Reshtat e tabelës**

- Secili rresht përfaqëson një route për një **rang të adresave IP** — që përfaqëson paketat që shkojnë tek i njëjti rrjet ose subnet.

Route	IP Address Range	Interface
1	60.3.x.x	1
2	128.171.x.x	1
3	60.3.47.x	2
4	10.5.3.x	4
5	128.171.17.x	3
6	10.4.3.x	2

8.7: Procesi i Routimit



- ▶ Reshtat e *Ethernet Switching Table* janë rregulla për të drejtuar MAC Adresat individuale Ethernet.
- ▶ Reshtat e *Router Routing Table* janë rregulla për të drejtuar rangje të Adresave IP.

Kolonat në Routing Table

Kolona	Kuptimi
Destination	Rangu i adresave IP që përfaqësohen nga ai rresht
Mask	Maska për atë rang (rresht)
Metric	Parametër cilësie i atij route
Interface	Ndërfaqësi (porta) që përdoret për të nxjerrë paketën
Next-Hop Router	Pajisja (router ose hosti destinacion) në një subnet me ndërfaqësin nga ku del paketa

8.8: Routing Table

Row	Destination Network or Subnet	Mask (/Prefix)	Metric (Cost)	Interface	Next-Hop Router
1	127.171.0.0	255.255.0.0 (/16)	47	2	G
2	172.30.33.0	255.255.255.0 (/24)	0	1	Local
3	60.168.6.0	255.255.255.0 (/24)	12	2	G
4	123.0.0.0	255.0.0.0 (/8)	33	2	G
5	172.29.8.0	255.255.255.0 (/24)	34	1	F
6	172.40.6.0	255.255.255.0 (/24)	47	3	H
7	128.171.17.0	255.255.255.0 (/24)	55	3	H
8	172.29.8.0	255.255.255.0 (/24)	20	3	H

8.8: Routing Table

Row	Destination Network or Subnet	Mask (/Prefix)	Metric (Cost)	Interface	Next-Hop Router
9	172.12.6.0	255.255.255.0 (/24)	23	1	F
10	172.30.12.0	255.255.255.0 (/24)	9	2	G
11	172.30.12.0	255.255.255.0 (/24)	3	3	H
12	60.168.0.0	255.255.0.0 (/16)	16	2	G
13	0.0.0.0	0.0.0.0 (/0)	5	3	H

8.7: Procesi i Routimit



► Vendimet e Routimit

- Kurdo që të vijë paketa, routeri kontrollon adresën IP, pastaj....
- **Hapi 1: Gjen gjithë Rreshtat që përputhen**
- Hapi 2: Gjen Rreshtin që përputet më mirë.
- Hapi 3: Dërgon paketën sipas drejtimit që sugjeron Rreshtin që përputet më mirë (Next-Hop)

8.7: Procesi i Routimit

- ▶ **Hapi 1 : Gjetja e gjithë rreshtave që përputhen**
 - Routeri kontrollon adresën IP destinacion të paketës që i vjen.
 - E krahason këtë adresë IP me secilin rresht.
 - Fillon me rreshtin e parë.
 - Kontrollon tek secili rresht.
 - Ndalon vetëm kur të ketë shkuar në rreshtin e fundit.

8.7: Procesi i Routimit

- ▶ Hapi 1 : Gjetja e gjithë rreshtave që përputhen
 - Secili resht është një rregull për të rout-uar paketën brenda një rangu adresash IP. Rangu i adresave IP tregohet nga rrjeti destinacion dhe maska.

Row	Destination Network or Subnet	Mask
1	128.171.0.0	/16
2	172.30.33.0	/24
3	60.168.6.0	/24

8.7: Procesi i Routimit



► Hapi 1 : Gjetja e gjithë rreshtave që përputhen

- Secili resht është një rregull për të rout-uar paketën brenda një rangu adresash IP.
- Routeri ka adresën IP të paketës që i vjen.
- Bën Logical AND me maskën në secilin rresht të tabelës.
- Nëse rezultati përputhet me adresën destinacion të ndonjë rreshti, atëherë kjo IP ndodhet në një rang të përfaqësuar me një rresht. Pra kemi rreshta që përputhen.

8.7: Procesi i Routimit



► Shembull 1: Një adresë IP Destinacion që NUK Është në Rrangun e Rreshtit

- Dest. IP Address e Paketës 60 . 43 . 7 . 8
- Aplikojmë Maskën (e rrjetit) 255 . 255 . 0 . 0
- Rezultati i Maskimit 60 . 43 . 0 . 0
- Vlera në kolonën Destination 128 . 171 . 0 . 0
- Përputhet vlera e kolonës Destination me rezultatin e Maskuar? Jo
- Konkluzioni: Nuk përputhet

8.7: Procesi i Routimit



► Shembull 2: Një adresë IP Destinacion që Është në Rrangun e Rreshtit

- Dest. IP Address e Paketës 128.171. 17. 13
- Aplikojmë Maskën (e rrjetit) 255.255. 0. 0
- Rezultati i Maskimit 128.171. 0. 0
- Vlera në kolonën Destination 128.171. 0. 0
- Përputhet vlera e kolonës Destination me rezultatin e Maskuar? Po
- Konkluzioni: Ka një përputhje

8.7: Procesi i Routimit

► Vendimet e Routimit

- Kurdo që të vijë paketa, routeri kontrollon adresën IP, pastaj....
- Hapi 1: Gjen gjithë Rreshtat që përputhen
- **Hapi 2: Gjen Rreshtin që përputet më mirë.**
- Hapi 3: Dërgon paketën sipas drejtimit që sugjeron Rreshtin që përputet më mirë (Next-Hop)

8.7: Procesi i Routimit

- ▶ Për të gjetur rreshtin që përputhet me mirë, routeri përdor kolonën e maskës dhe të metrikës.

Row	Mask	Metric (Cost)
1	/16	47
2	/24	0
3	/24	12

8.7: Procesi i Routimit

- ▶ **Hapi 2: Gjen Rreshtin që përputet më mirë**
 - Routeri ekzaminon të gjithë rreshtat që përputheshin nga hapi 1 për të gjetur rreshtin që përputhet më mirë.
 - **Rregulli Bazë: zgjedh rreshtin me përputhjen më të gjatë (numri i 1-shave tek maska).**
 - Reshti 99 përputhet, maska /16 (255.255.0.0)
 - Reshti 78 përputhet, maska /24 (255.255.255.0)
 - Zgjedh reshtin 78 si rreshti që përputhet më mirë.

8.7: Procesi i Routimit

- ▶ **Hapi 2: Gjen Rreshtin që përputet më mirë**
 - Rregulli Bazë: zgjedh rreshtin me përputhjen më të gjatë (numri i 1-shave tek maska).
 - **Nëse ka përputhje me të njëjtën gjatësi, zgjedhja bëhet në bazë të metrikës.**
 - Ka një përputhje me gjatësi të njëjtë në dy reshta.
 - Reshti 668 ka përputhje gjatësia / 16, **cost** metric = 20.
 - Reshti 790 ka përputhje gjatësia / 16, **cost** metric = 16.
 - Routeri zgjedh 790, që ka **koston më të ulët.**

8.7: Procesi i Routimit

- ▶ **Hapi 2: Gjen Rreshtin që përputet më mirë**
 - Rregulli Bazë: zgjedh rreshtin me përputhjen më të gjatë (numri i 1-shave tek maska).
 - **Nëse ka përputhje me të njëjtën gjatësi, zgjedhja bëhet në bazë të metrikës.**
 - Ka një përputhje me gjatësi të njëjtë në dy reshta.
 - Reshti 668 ka një përputhje /16, **speed** metric = 20.
 - Reshti 790 ka një përputhje /16, **speed** metric = 16.
 - Routeri zgjedh 668, që ka **shpejtësinë më të lartë.**

8.7: Procesi i Routimit

► Vendimet e Routimit

- Kurdo që të vijë paketa, routeri kontrollon adresën IP, pastaj....
- Hapi 1: Gjen gjithë Rreshtat që përputhen
- Hapi 2: Gjen Rreshtin që përputet më mirë.
- **Hapi 3: Dërgon paketën sipas drejtimit që sugjeron Rreshtin që përputet më mirë (Next-Hop)**

8.7: Procesi i Routimit

Router Port =
Interface

► Hapi 3: Dërgoje paketën jashtë

- Dërgoje paketën jashtë ndërfaqësit (portës) që përcaktohet në rreshtin që përputhet më mirë.
- Dërgoje paketën tek routeri që përcaktohet në kolonën next-hop router.

Row	Interface	Next-Hop Router
1	2	G
2	1	Local
3	2	H

8.7: Procesi i Routimit



► Hapi 3: Dërgoje paketën jashtë

- Nëse adresa tregon Local, hosti destinacion është lidhur në të njëjtin subnet me ndërfaqësin.
- Dërgoje paketën në një frame tek adresa përkatëse IP destinacion.

Row	Interface	Next-Hop Router
1	2	G
2	1	Local
3	2	H

8.7: Procesi i Routimit

Përmbledhim

► Vendimet e Routimit

- Kurdo që të vijë paketa, routeri kontrollon adresën IP, pastaj....
- Hapi 1: Gjen gjithë Rreshtat që përputhen
- Hapi 2: Gjen Rreshtin që përputet më mirë.
- Hapi 3: Dërgon paketën sipas drejtimit që sugjeron Rreshtin që përputet më mirë (Next-Hop)



Decision Caching (mashtrimi)

- ▶ Thamë që routeri kontrollon çdo rresht për çdo paketë që i vjen.
- ▶ Çfarë bën nëse paketa tjetër që i vjen në rradhë ka të njëjtën IP destinacion.
- ▶ Disa routera i regjistrojnë vendimet në një listë të quajtur cache.
- ▶ Nëse paketa tjetër që vjen ka të njëjtën IP destinacion përdor cache-n dhe merr të njëjtin vendim.

Decision Caching (mashtrimi)

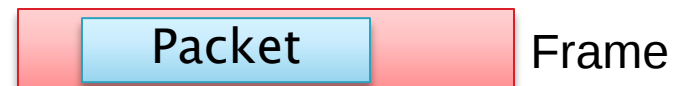
- ▶ Megjithatë ky proces është i rezikshëm.
- ▶ Interneti ndryshon gjatë gjithë kohës.
- ▶ Një vendim bazuar tek cache-ja mund të jetë inefiçient ose dhe i gabuar.
- ▶ Nëse routeri bën caching, rekordet në cache duhet të fshihen shumë shpejt pasi janë krijuar.

8.10: Address Resolution Protocol (ARP)

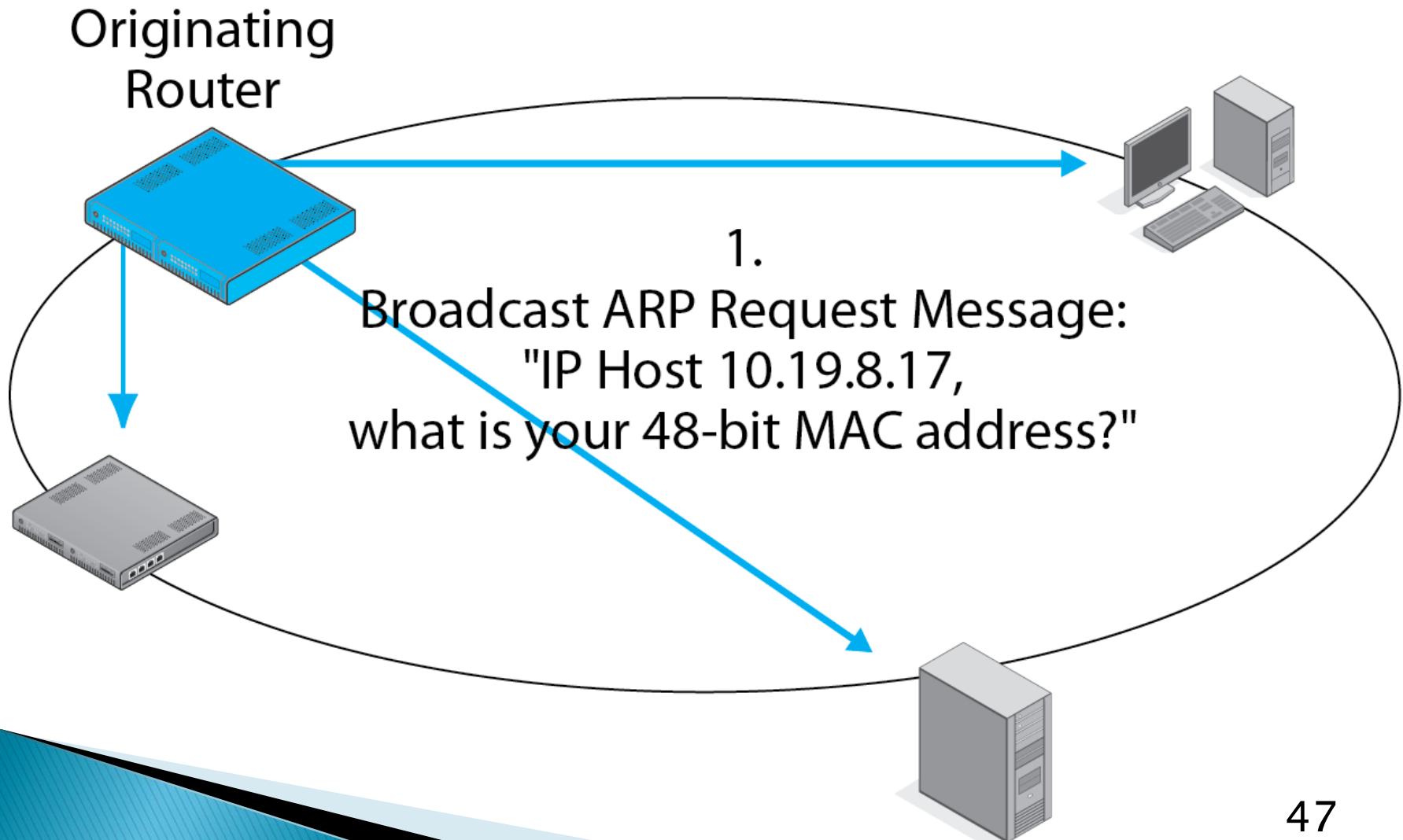


► Problemi

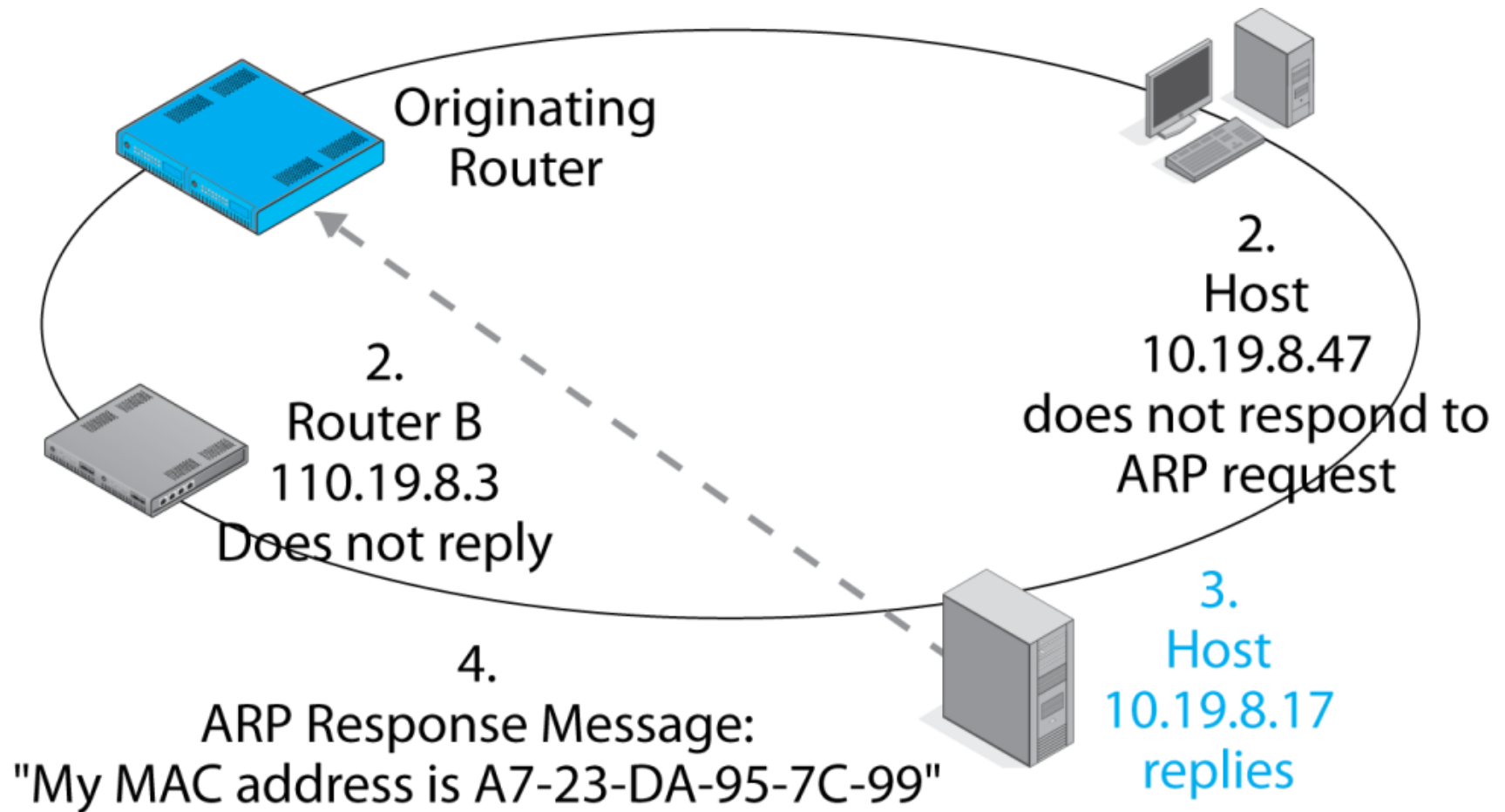
- Routeri do të dërgojë një paketë tek next-hop router ose tek hosti destinacion.
- Routeri di adresën IP destinacion të next-hop routerit ose hostit destinacion.
- Por ai duhet ta dërgojë paketën në një frame në përshtatje me subnetin në vazhdim.
- Routeri nuk e di *data link layer address* të pajisjes destinacion.
- Këtë e mëson duke përdorur Address Resolution Protocol (ARP).



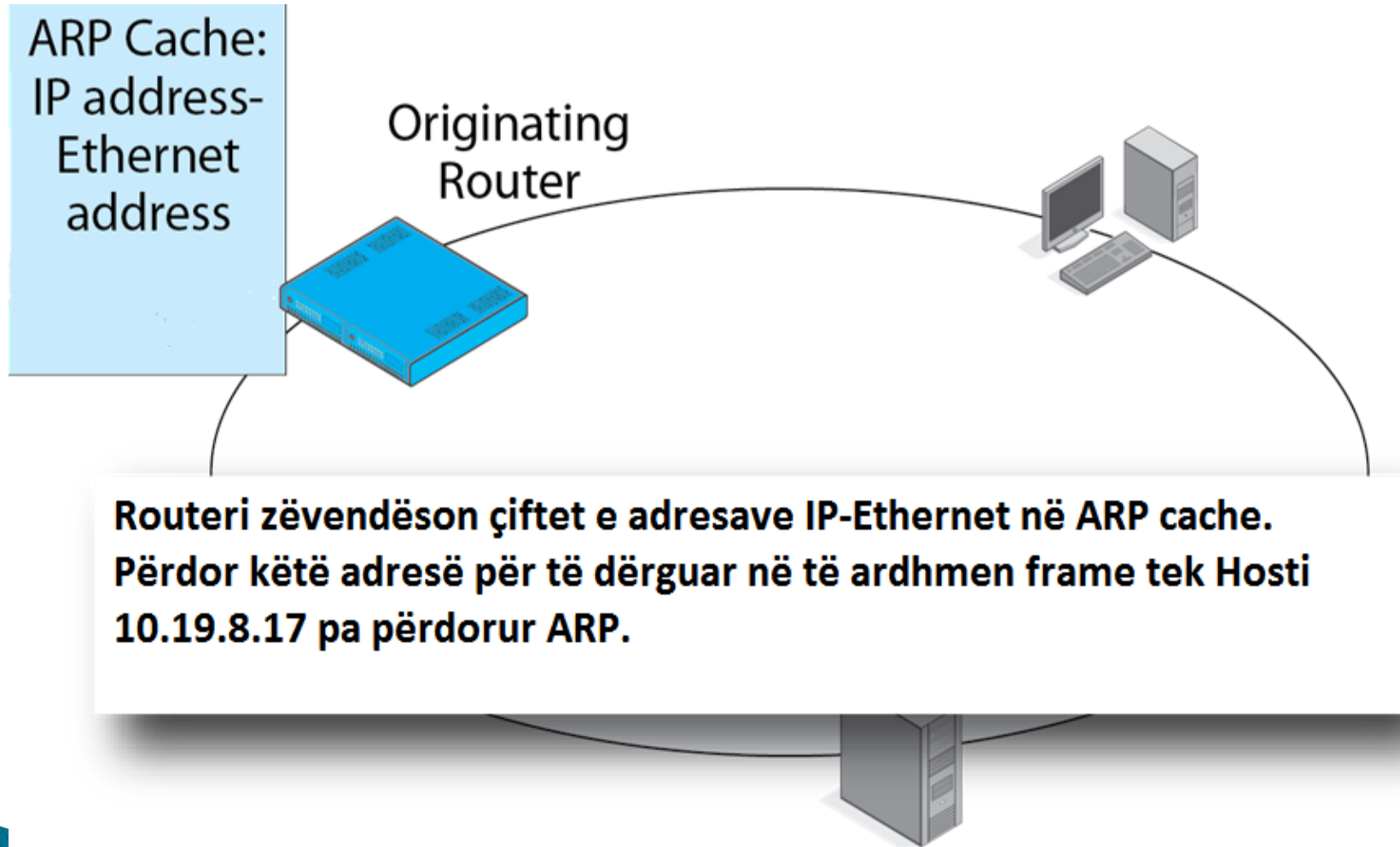
8.10: Address Resolution Protocol (ARP)



8.10: Address Resolution Protocol (ARP)



8.10: Address Resolution Protocol (ARP)



Recap of TCP/IP Concepts

Hierarchical IP Addresses

Router Operation

IPv4

8.11: Paketa IPv4

IP Version 4 Packet			
Bit 0			Bit 31
Version (4 bits) Value is 4 (0100)	Header Length (4 bits)	Diff-Serv (8 bits)	Total Length (16 bits) Length in octets

IPv4 është versioni dominant i IP sot.
Numri i versionit në header është 4 (0100).

Fushat Header Length dhe Total Length
na tregojnë madhësinë e paketës.

Fusha Diff-Serv (Differentiated Services) mund të
Përdoret për të etiketuar cilësinë e shërbimit.

8.11: Paketa IPv4

Bit 0

Version
(4 bits)
Value
is 4
(0100)

Reshti i dytë përdoret për riasemblimin e paketave IP të fragmentuara, por kjo është shumë e rrallë.

31

Identification (16 bits) Unique value in each original IP packet		Flags (3 bits)	Fragment Offset (13 bits) Octets from start of original IP fragment's data field
Time to Live (8 bits)	Protocol (8 bits) 1=ICMP, 6=TCP, 17=UDP	Header Checksum (16 bits)	

8.11: Paketa IPv4

B Dërguesi vendos vlerën Time-to-Live (64 deri 128 zakonisht). Secili router gjatë rrugës e zvogëlon këtë vlerë me 1. Routeri që e bën 0 këtë vlerë e shkarkon paketën . Mund të dërgojë një ICMP error Message (sipas rastit).

Identification (16 bits) Unique value in each original IP packet	Flags (3 bits)	Fragment Offset (13 bits) Octets from start of original IP fragment's data field
Time to Live (8 bits)	Protocol (8 bits) 1=ICMP, 6=TCP, 7=UDP	Header Checksum (16 bits)

8.11: Paketa IPv4



Bit 0

IP Version 4 Packet

Bit 31

Version (4 bits) Value is (0	Header Length (4 bits)	Diff-Serv (8 bits)	Total Length (16 bits)
Fusha Protocol përshkruan <u>mesazhin</u> në fushën data (1 = ICMP, 6 = TCP, 17 = UDP, etj).			
Id Un IP packet			original IP fragment's data field
Time to Live (8 bits)	Protocol (8 bits) 1=ICMP, 6=TCP, 17=UDP	Header Checksum (16 bits)	

8.11: Paketa IPv4



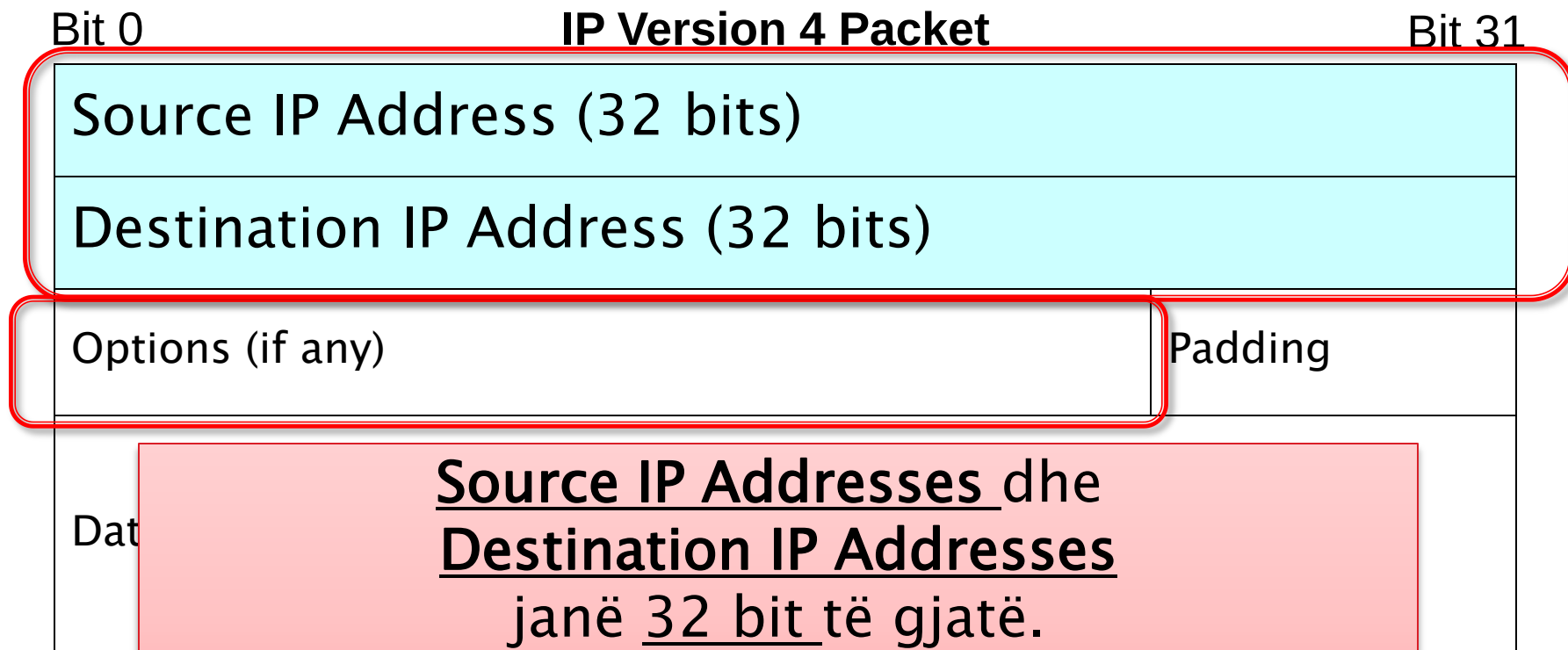
Bit 0

IP Version 4 Packet

Bit 31

Fusha <u>Header Checksum</u> përdoret për të gjetur gabimet në headerin e paketës IP. Nëse paketa ka gabim, routeri e shkarkon atë. Nuk ka ritransmetim në shtresën internet, Kështu që shtresa internet është jo e besueshme.		
IP packet		original IP fragment's data field
Time to Live (8 bits)	Protocol (8 bits) 1=ICMP, 6=TCP 17=UDP	Header Checksum (16 bits)

8.11: Paketa IPv4



Options mund të shtohet, por përgjithësisht është shumë e rallë dhe nëse është tregon që është një paketë e dyshimtë.

Shterimi i adresave IPv4

- ▶ Adresat IPv4 32-bit lejojnë më shumë se 4 billion adresa.
- ▶ Adresat jepen nga Internet Assigned Number Authority (IANA) në grupe.
- ▶ Sot, vetëm 14% e adresave IPv4 përdoren, por përsëri kanë mbaruar adresat IPv4 që mund t'ju vendosen organizatave ose ISP-ve.

Shterimi i adresave IPv4

- ▶ IPv6 ka adresa 128-bit.
- ▶ Kjo është një hapësirë e pafundme adresash.
- ▶ Trafiku i IPv6 është akoma i vogël.
- ▶ Megjithatë firmat duhet të planifikojnë për të suportuar IPv6.