

A low-angle shot of a modern glass skyscraper. The building's facade is composed of a grid of large glass windows that reflect the sky and clouds. On the roof of the building, a large satellite dish is mounted on a metal structure. The sky is a clear, vibrant blue. The overall image conveys a sense of modern technology and wireless communication.

Rrjetat Wireless I

Kapitulli 6

7.1: Perspektivë

► Kapitulli 5

- Wired Switched Networks
- Standardet në Shtresën 1 (fizike) dhe Shtresën 2 (data link)
- Standardet e shtresës Fizike dhe Data Link janë pothuaj gjithmonë standardet OSI.

7.1: Perspektivë

► Kapitulli 6 dhe 7

- Rrjetat Wireless
- Wireless LAN (WLAN)
- Wireless WAN (WWAN)
- Kërkojnë gjithashtu standarde në Shtresën 1 dhe 2
- Kështu që ato janë gjithashtu standardet OSI

► Wired LAN kundrejt Wireless LAN

- Kompanitë janë duke shpenzuar më shumë për rrjetat wireless LAN sesa ato wired LAN që nga viti 2008.

Problemet e përhapjes Wireless

802.11 Wireless LAN (WLAN)

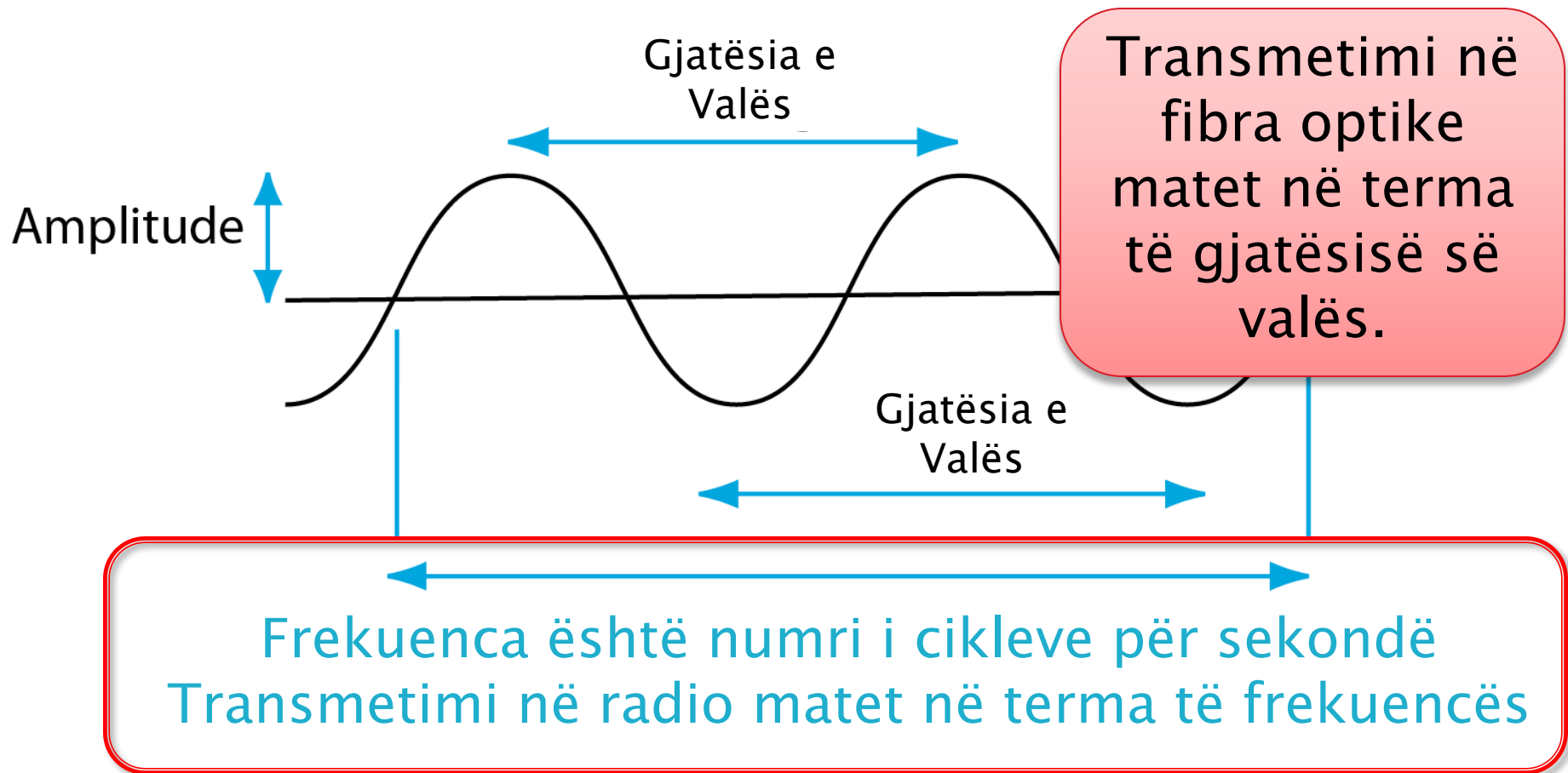
Bandwidth dhe shpejtësia

Transmetimi në WLAN

Standardet 802.11

Drejtime premtuese

7.2: Vala Elektromagnetike



7.3 Antenat Shumëdrejtimesh dhe Parabolike



Antena Shumë Drejtimesh

Sinjali përhapet në të gjitha drejtimet

Dobësimi i shpejtë i sinjalit

Nuk ka nevojë të drejtohem nga marrësi



Antena Parabolike

Sinjali fokusohet në një diapazon të ngushtë

Sinjali dërgohet në një distancë të gjatë

Duhet të drejtohet nga marrësi

7.3 Antenat Shumëdrejtimesh dhe Parabolike



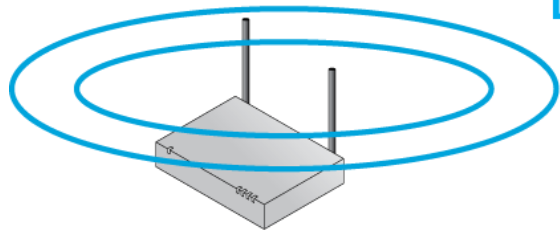
Antena Shumë Drejtimesh



Antena Parabolike

Pyetje:
Çfarë tip antene përdorin telefonat celularë?
Pse?

7.4 Probleme të përhapjes Wireless



Electromagnetic
Interference
(EMI)

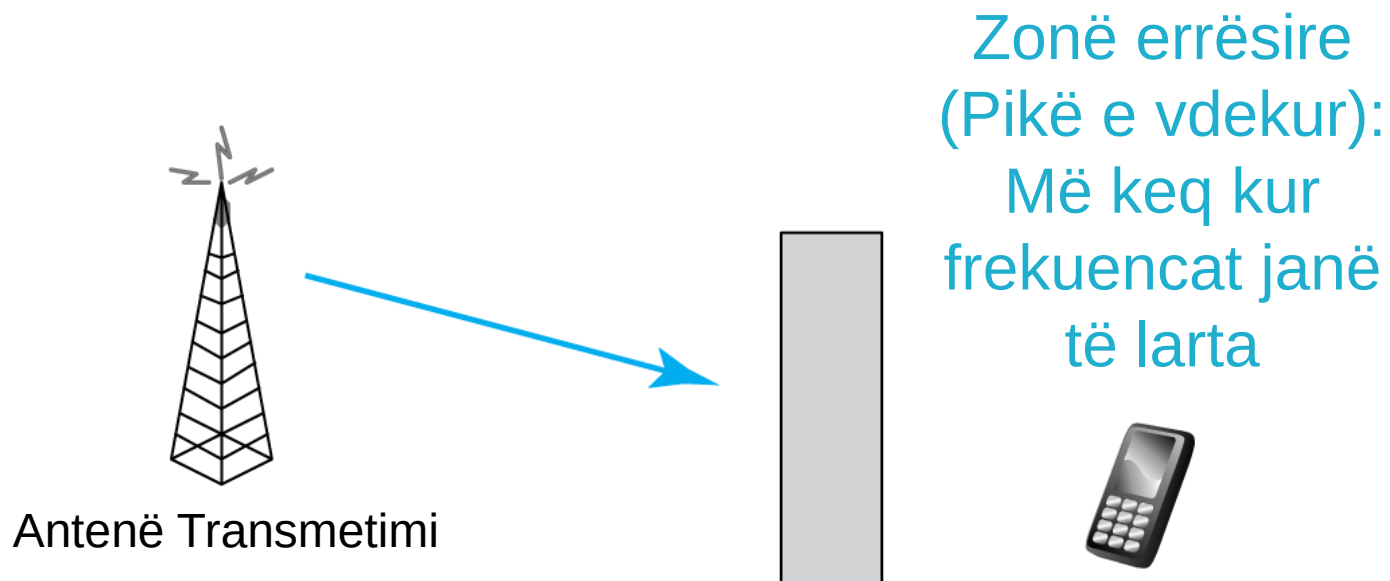
1.
Transmetimi
Wireless ka
shumë
probleme në
përhapje.



Antenë Transmetimi

2.
Interferenca
Elektromagnetike
(EMI) është
tensioni i
padëshiruar në të
njëjtën frekuencë
nga pajisje të
tjera.

7.4 Probleme të përhapjes Wireless



Zona errësire janë vende ku sinjali nuk mund të penetrojë sepse ka pengesa gjatë rrugës.

Zonat e errësirës quhen ndryshe dhe pikë e vdekur, dhe bëhen më keq nëse frekuenca rritet.

7.4 Probleme të përhapjes Wireless



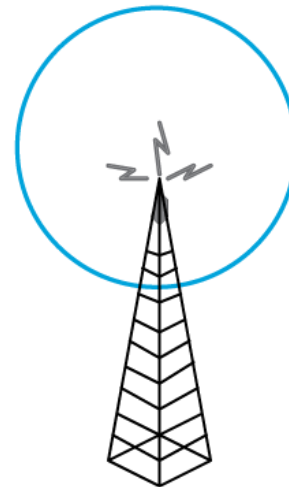
Fortësia e sinjalit përhapet si sipërfaqe e një sfere.

Kjo do të thotë që fortësia bie sa $(1/r)^2$, ku r është rezja e sferës.

Nëse distanca dyfishohet, marrim vetëm $1/4$ e fortësisë së sinjalit

Ligji i katrorit të zhdrejtë

Dobësimi :
 $(1/r)^2$



Antenë Transmetimi

7.4 Probleme të përhapjes Wireless

- ▶ Sinjali i radios përhapet si sferë.
 - S = fuqia e sinjalit, r = rang (distanca) ose rezja
 - Nëse fortësia e sinjalit në 10 metra është 9 mili Wat (mW), sa i fortë është ai në 30 metra?



$$S_2 = S_1 * (r_1 / r_2)^2$$

$$S_2 = 9 \text{ mW} * (10 / 30)^2$$

$$S_2 = 9 \text{ mW} * (1 / 3)^2$$

$$S_2 = 9 \text{ mW} * (1 / 9)$$

$$S_2 = 1 \text{ mW}$$

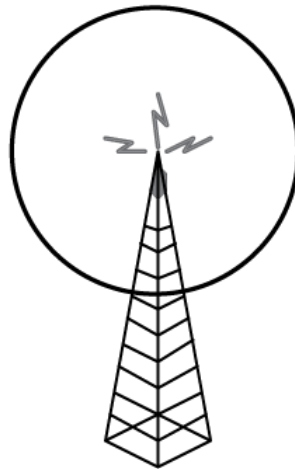
7.4 Probleme të përhapjes Wireless

- ▶ Llogarisni.
 - Nëse fortësia e sinjalit në 5 metra është 48 mW, sa i fortë është ai në 20 metra?

7.4 Probleme të përhapjes Wireless

Ligji i katrorit të zhdrejtë

Dobësimi
 $(1/r)^2$



Dobësim nga
absorbimi
(Rritet me
frekuencën)

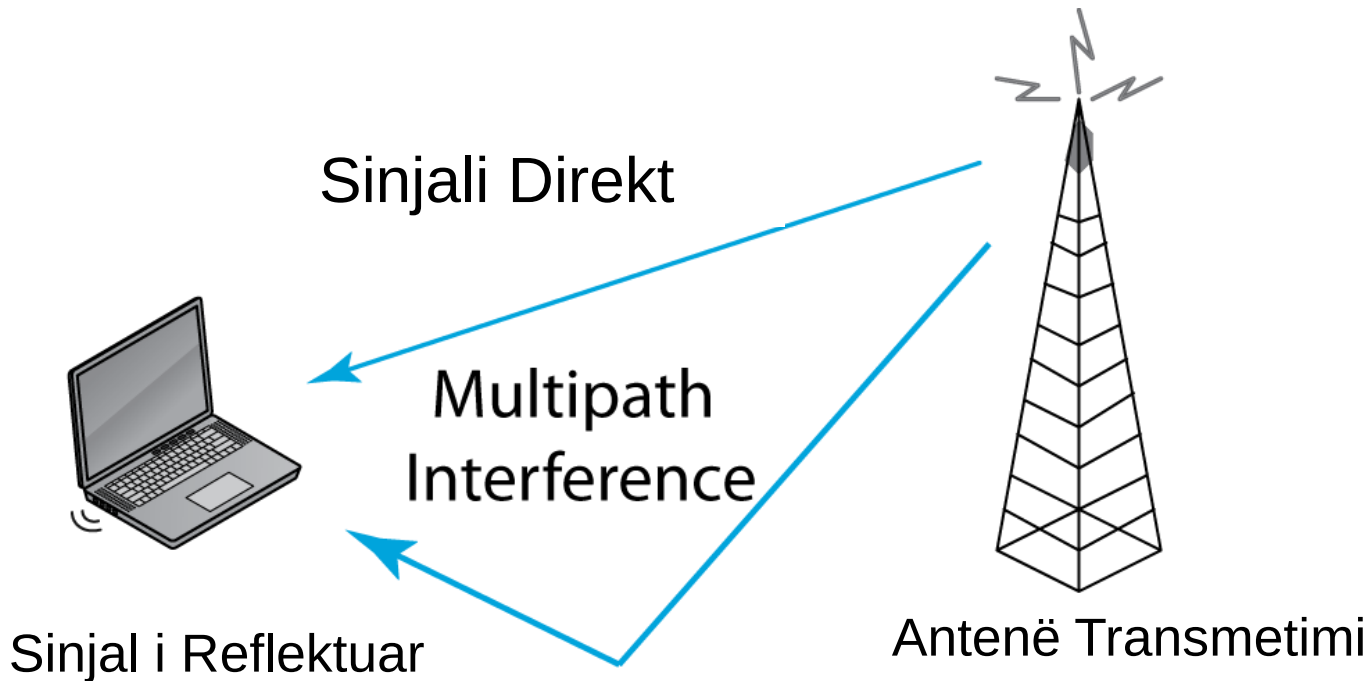


Sinjali absorbohet nga ajri, uji dhe bimët.

Vini re që ka dy tipe të dobësimit.

Vini re që kjo është e ndryshme nga zonat e errësirës.

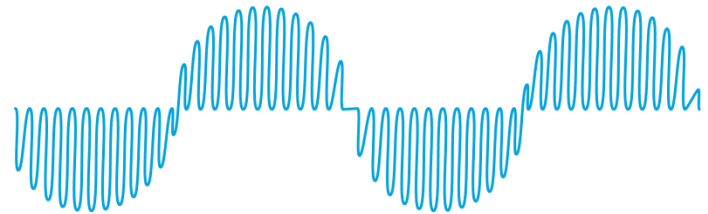
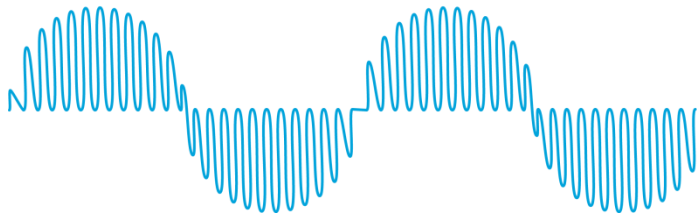
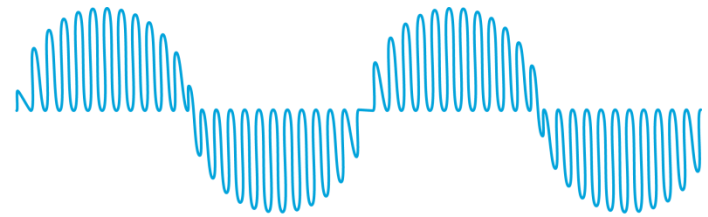
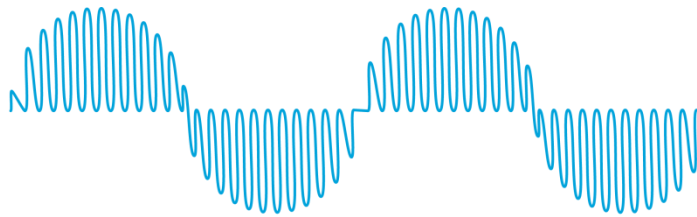
7.4 Probleme të përhapjes Wireless



Sinjali direkt dhe ai i reflektuar mund të interferojnë.

Shumica e problemeve serioze të përhapjes në frekuencat e WLAN.

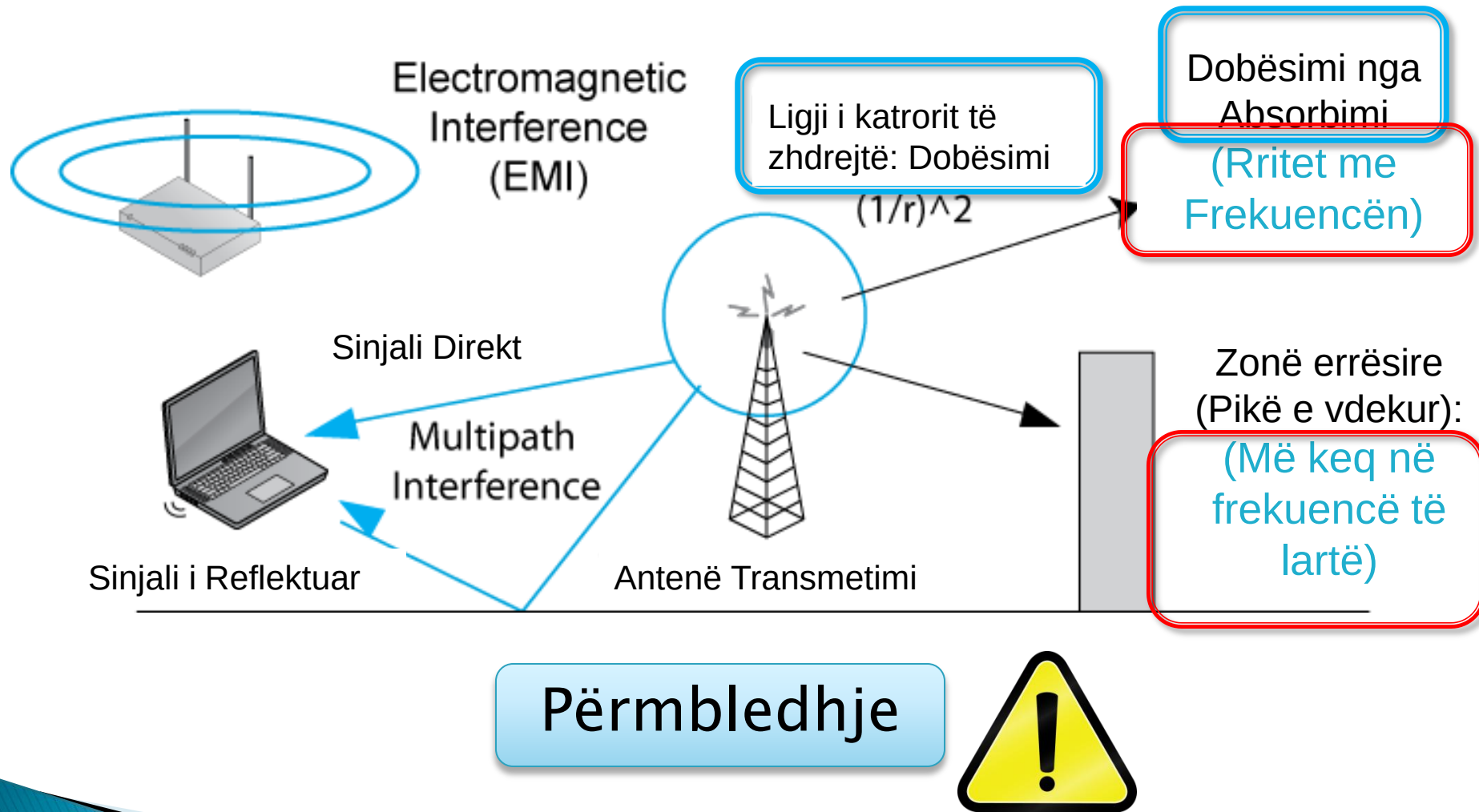
7.4 Probleme të përhapjes Wireless



Nëse dy valët janë në fazë, do ta forcojnë njëra-tjetrën, duke dhënë një sinjal të fortë.

Nëse dy valët janë në faza të kundërta, do ta anulojnë njëra-tjetrën, duke mos dhënë asnjë sinjal.

7.4 Probleme të përhapjes Wireless



Probleme të përhapjes Wireless

802.11 Wireless LAN (WLAN)

Bandwidth dhe shpejtësia

Transmetimi në WLAN

Standardet 802.11

Drejtime premtuese

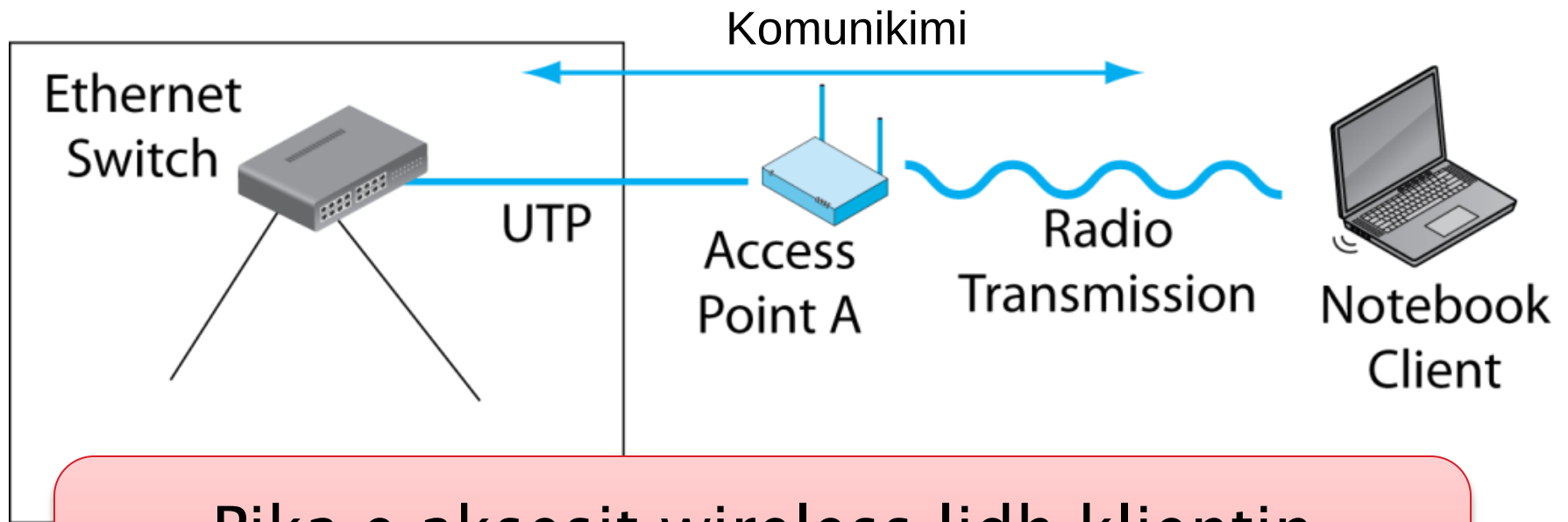
7.5: Standardet 802.11 Wireless LAN (WLAN)

► Teknologjia Wireless LAN

- Teknologjia dominante sot në WLAN
- Standardizuar nga Grupi i Punës 802.11

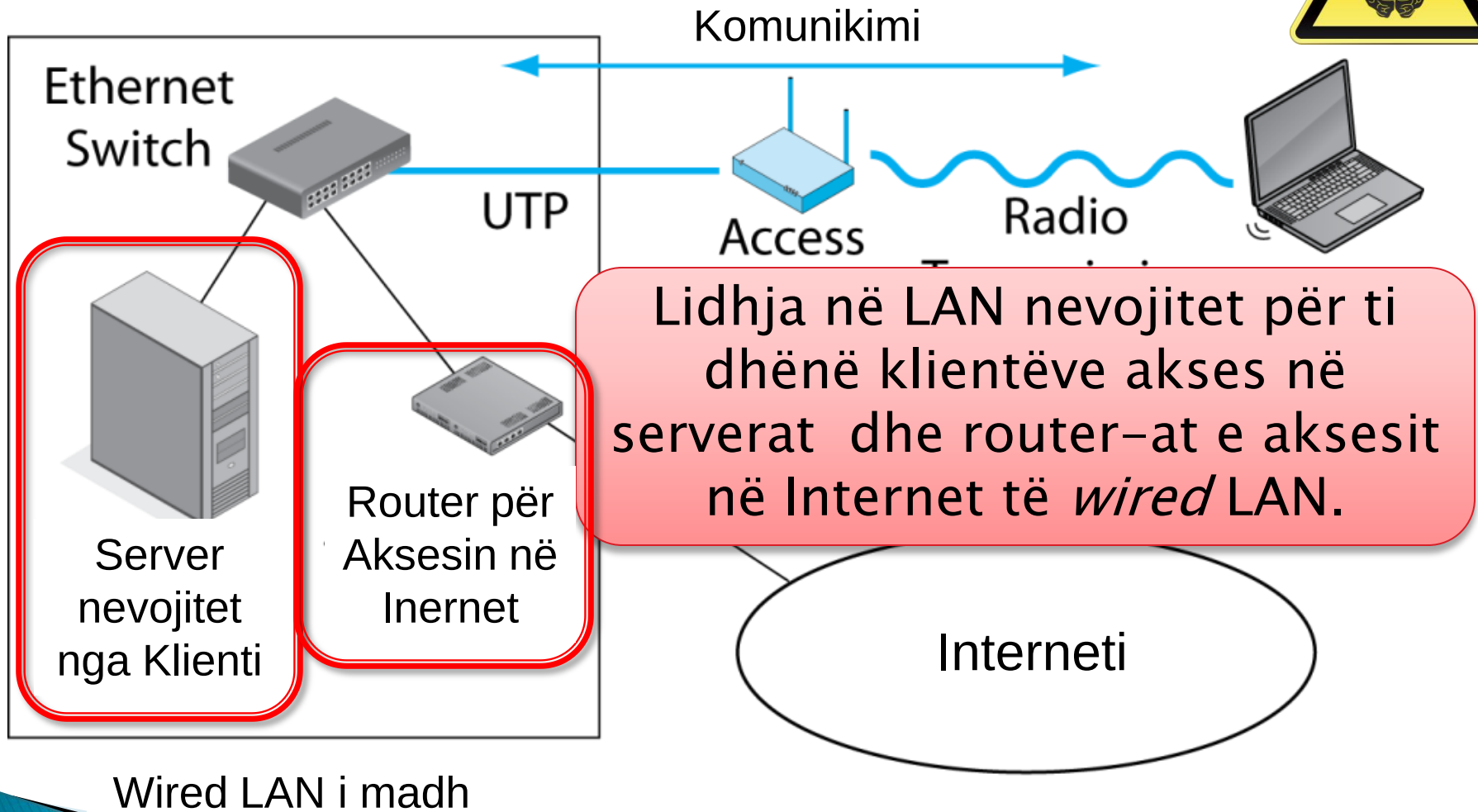
802.11

7.6: Funksionimi i 802.11 Wireless LAN (WLAN)



Pika e aksesit wireless lidh klientin *wireless* me *wired* Ethernet LAN.

7.6: Funksionimi i 802.11 Wireless LAN (WLAN)



7.5: Standardet 802.11 Wireless LAN (WLAN)

▶ WLAN e mëdha 802.11

- Organizatat mund të sigurojnë një mbulim në hapësirën e një ndërtese ose të një kampusi të një universiteti duke bërë një instalim të mirë menduar të shumë pikave të aksesit.

▶ Shpejtësia dhe distanca

- Shpejtësia mund të shkojë deri në 300 Mbps, por zakonisht janë 10 deri në 100 Mbps
- Distancat nga 30 në 100 metra

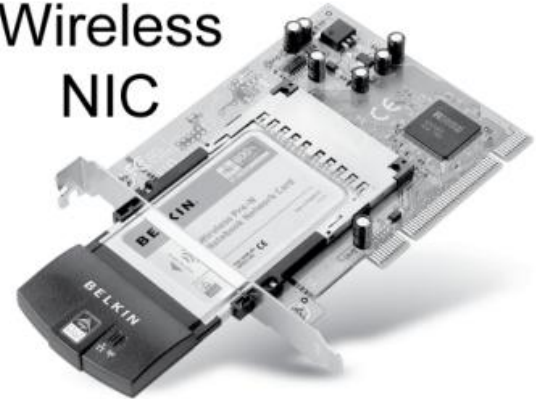


7.7: Pika e aksesit dhe NIC

Access Router me
Wireless
Access Point



Internal
Wireless
NIC



PC Card
Wireless NIC

External Wireless
NIC me
USB Connector



Problemet e përhapjes Wireless

802.11 Wireless LAN (WLAN)

Bandwidth dhe shpejtësia

Transmetimi në WLAN

Standardet 802.11

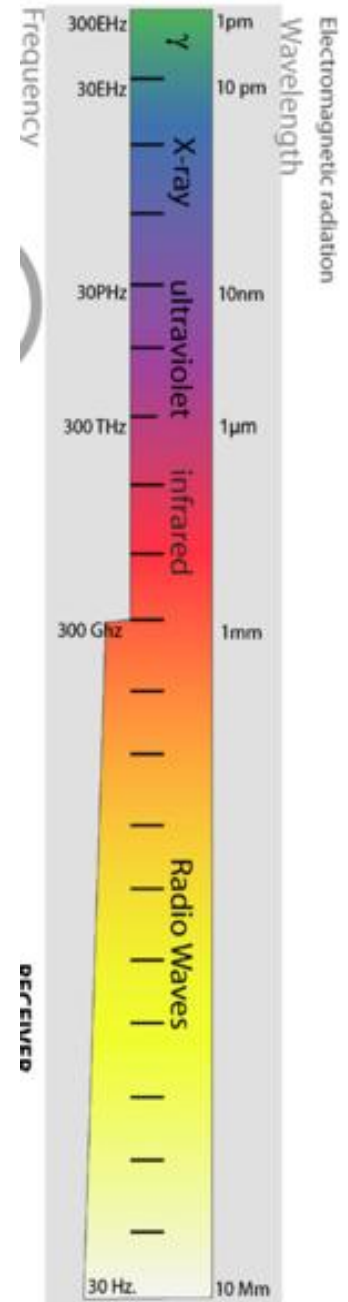
Drejtime premtuese

7.8: Spektri i Frekuencës, Fashat e Shërbimit, dhe Kanalet

Frequency
Spectrum

0 Hz

Spektri i frekuencës përbën
gjithë frekuencat e mundëshme
nga 0 Hz në infinit



7.8: Spektri i Frekuencës, Fashat e Shërbimit, dhe Kanalet

Spektri i frekuencës ndahet në blloqe frekuencash të quajtura fasha shërbimi (banda)

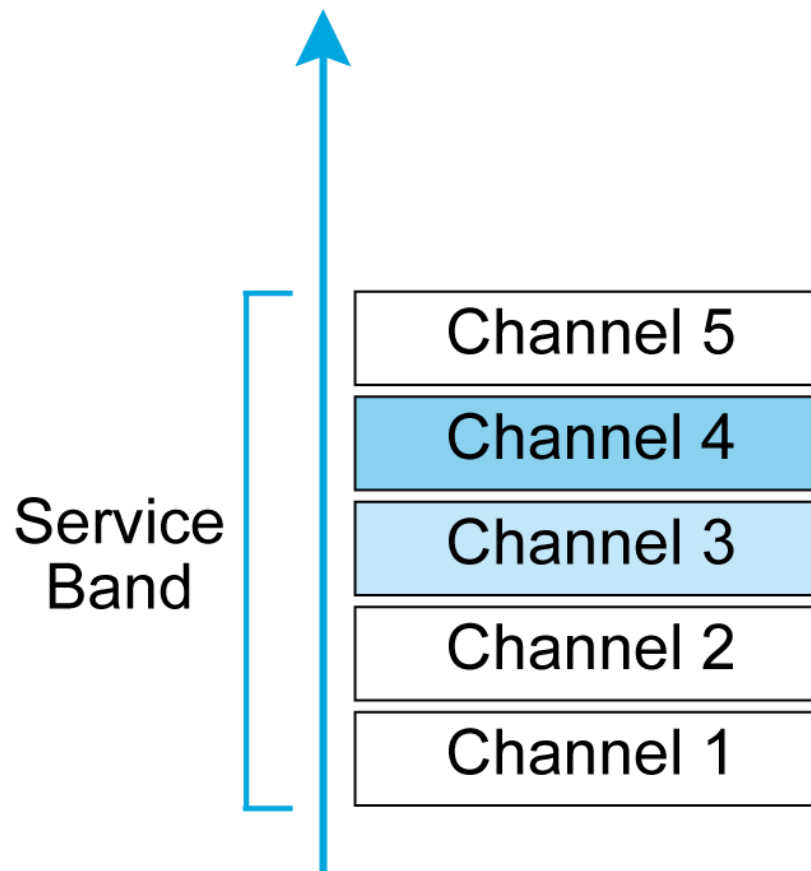
Fashat e shërbimit i dedikohen shërbimeve individuale si:

Transmetimit Televiziv
Broadcast
Transmetimit Radio FM
Shërbimeve të emergjencës
GPS
Telefonisë celulare
Etj.

Service
Band

A vertical blue arrow pointing upwards, representing the frequency spectrum. A bracket on the left side of the arrow is labeled 'Service Band'.

7.8: Spektri i Frekuencës, Fashat e Shërbimit, dhe Kanalet



Secila fashë shërbimi ndahet në kanale

Sinjali dërgohet në një kanal të vetëm (p.sh. një kanal televiziv).
Sinjalet që dërgohen në kanale të ndryshme nuk interferojnë me njëri-tjetrin.



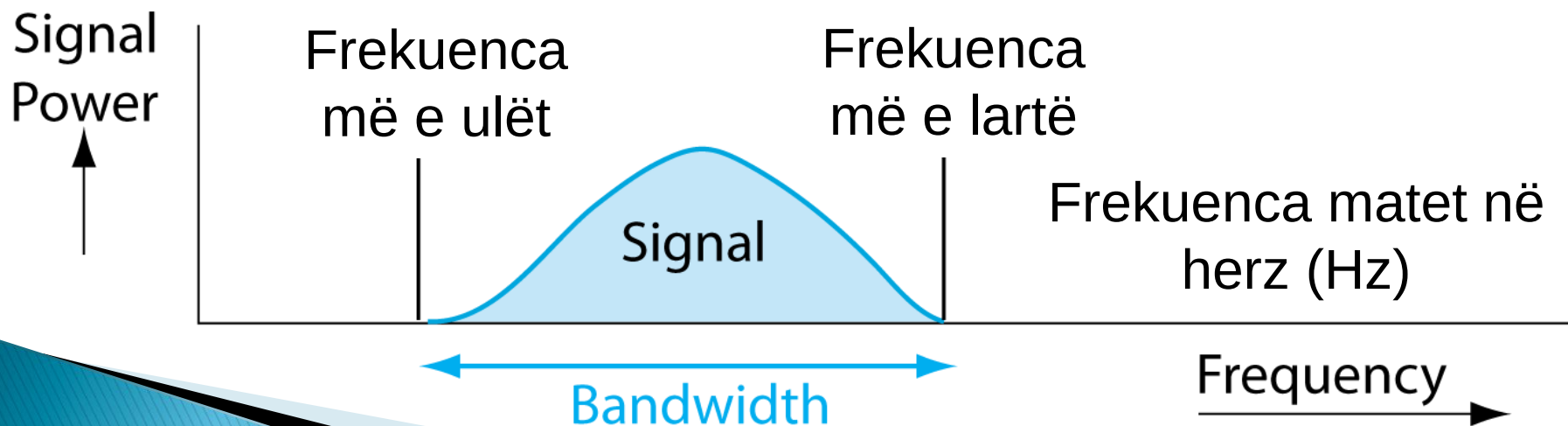
7.9: Bandwidth-i i Kanalit dhe Shpejtësia e Transmetimit



► Bandwidth i Sinjalit

- Figura 7-2 tregon një valë që operon në një frekuencë të vetme.
- Megjithatë shumica e sinjaleve përhapen në një rang frekuencash (Figura 7-10).

Sinjalet e shpejta përhapen në një bandwidth më të gjerë



7.9: Bandwidth-i i Kanalit dhe Shpejtësia e Transmetimit

► Bandwidth-i i Kanalit

- Bandwidth-i i kanalit është frekuenca më e lartë e kanalit minus frekuencën më të ultë.
- Një kanal me frekuencë nga 88.0 MHz në 88.2 MHz ka një bandwidth prej 0.2 MHz (200 kHz).
- Sinjalet e shpejtësisë së lartë kanë nevojë për kanale me bandwidth më të gjërë.



7.9: Bandwidth-i i Kanalit dhe Shpejtësia e Transmetimit



► Ekuacioni i Shannon

$$C = B [\text{Log}_2 (1 + S/N)]$$

- C = Shpejtësia *maksimale e mundshme* në kanal në bite për sekondë
 - Jo shpejtësia *aktuale*, megjithatë shpejtësia aktuale mund të jetë e përafërt
- B = Bandwidth në Hz
- S/N = Signal-to-Noise Ratio (SNR)—fuqia e sinjalit pjesuar me fuqinë mesatare të zhurmës
 - Sa më i mirë raporti S/N më pak gabime prodhohen

7.9: Bandwidth-i i Kanalit dhe Shpejtësia e Transmetimit



► Ekuacioni i Shannon

► $C = B [\text{Log}_2 (1 + S/N)]$

- Duke dyfishuar bandwidth-in dyfishohet shpejtësia maksimale e mundshme e transmetimit.
- Duke e shumëfishuar bandwidth-in me X shumëfishohet me X shpejtësia maksimale e mundshme.

◦ Bandwidth-i i gjërë është çelësi për një transmetim të shpejtë.

7.9: Bandwidth-i i Kanalit dhe Shpejtësia e Transmetimit

- ▶ Ekuacioni i Shannon

- ▶ $C = B [\text{Log}_2 (1 + S/N)]$

- Duke rritur S/N ndihmon pak, por zakonisht nuk mund të jetë ndonjë shtesë sinjifikative

7.9: Bandwidth-i i Kanalit dhe Shpejtësia e Transmetimit

► Kanalet Broadband dhe Narrowband

- Broadband do të thotë kanal me bandwidth të gjerë si rrjedhim dhe shpejtësi e lartë.
- Narrowband do të thotë kanal me bandwidth të ngushtë dhe si rrjedhim shpejtësi e ulët.
- Tradicionalisht, narrowband është më pak se 200 kbps; broadband është më shumë se 200 kbps.

7.9: Bandwidth-i i Kanalit dhe Shpejtësia e Transmetimit

► Zona e artë

- Shumica e teknologjive të radios operojnë në zonën e artë në gamën 500 MHz deri në 10 GHz.
- Frekuencat e zonës së artë janë të larta aq sa të ketë një bandwidth të madh total.
 - Në frekuencat më të larta, ka më shumë bandwidth të disponueshëm.
- Frekuencat e zonës së artë janë aq të ulëta sa të lejojnë karakteristika mjaft të mira të përhapjes.
 - Në frekuencat e ulëta, sinjali përhapet më mirë.

Problemet e përhapjes Wireless

802.11 Wireless LAN (WLAN)

Bandwidth dhe shpejtësia

Transmetimi në WLAN

Standardet 802.11

Drejtime premtuese

7.11: Bandat e Radios të Liçensuara dhe jo

► Bandat e Liçensuara të Radios

- Nëse dy hoste fqinjë transmetojnë valë radioje në të njëjtin kanal, sinjalet e tyre do të interferojnë.
- Shumica e bandave të radios janë të liçensuara, përdoruesit duhet të kenë liçensë për të transmetuar në atë bandë.
- Qeveria kufizon liçensat për të shmangur interferencat.
- Bandat televizive, bandat AM të radios, etj. janë të liçencuara.
- Në bandat e telefonave celularë, të cilat janë të liçencuara, vetëm transceiver-at qendrorë janë të licencuar, jo telefonat mobile.

7.11: Bandat e Radios të Liçensuara dhe jo



► Bandat e paliçensuara të Radios

- Disa banda lihen të lira pa liçensë.
- Host-et nuk kanë nevojë të liçencohen për të përdorur valët ose për të lëvizur.
- 802.11 operon në bandë të paliçensuar radioje.
- Kjo e bën që një pikë aksesi dhe hostet të lëvizin lirisht.

7.11: Bandat e Radios të Liçensuara dhe jo



► Bandat e paliçensuara të Radios

- Megjithatë nuk ka ndonjë mënyrë për të ndaluar interferencën e shkaktuar nga përdoruesi i afërt.
- Mundësia e vetme është të negociohet me të tjerët.
- Në të njëjtën kohë, ju nuk mund të shkaktoni interferencë të paarsyeshme–p.sh. duke transmetuar një energji të tepruar.

7.12: 802.11 në Bandë të Paliçensuar 2.4 GHz dhe 5 GHz

▶ Banda e Paliçensuar 2.4 GHz

- E përcaktuar njësoj në pothuaj të gjithë vendet (2.400 GHz në 2.4835 GHz)
 - Përgjithësia redukton kostot
- Karakteristikat e përhapjes së valës janë të mira.

7.12: 802.11 në Bandë të Paliçensuar 2.4 GHz dhe 5 GHz

► Banda e Paliçensuar 2.4 GHz

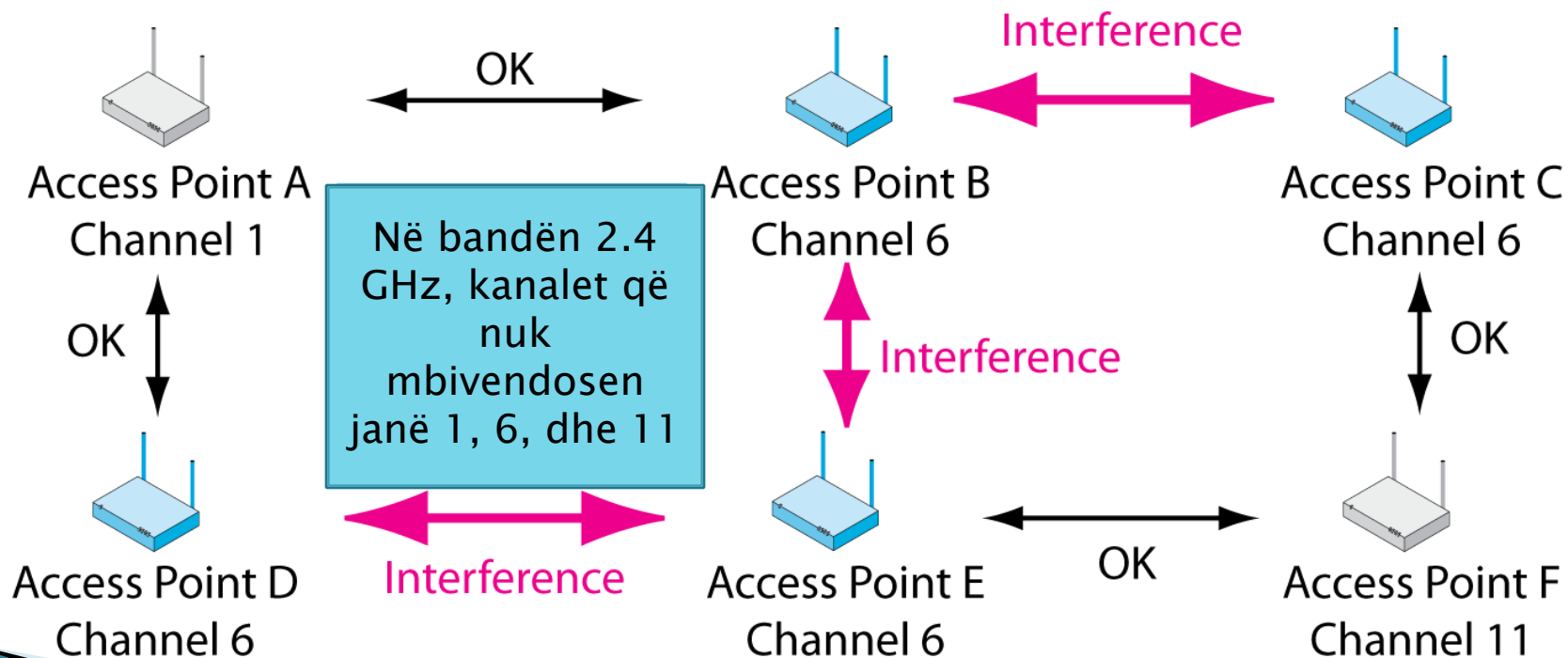
- Interferencë potenciale e mundëshme nga furrat me mikrovalë, telefonat pa kabëll, etj.
- Për kanalet 802.11 prej 20 MHz, janë të mundur vetëm tre kanale që nuk mbivendosen
 - Kanalet 1, 6, dhe 11
 - Midis kanaleve të njëjta prej 20 MHz të pikave të aksesit krijohet interferencë e ndërsjelltë

7.12: 802.11 në Bandë të Paliçensuar 2.4 GHz dhe 5 GHz



► Banda e Paliçensuar 2.4 GHz

- E vështirë ose e pamundur për të vendosur pikat e aksesit të afërta në kanale të ndryshme transmetimi (Figure 7–5)



7.12: 802.11 në Bandë të Paliçensuar 2.4 GHz dhe 5 GHz

► Banda e Paliçensuar 5 GHz

- Radiot 5 GHz janë të shtrenjta për arsye se vendet e ndryshme përdorin rangje të ndryshme frekuencash.
- Distancë më e shkurtër se në bandën 2.4 GHz për shkak të frekuencës më të lartë.
- Më shumë pika të errëta se në bandën 2.4 GHz për shkak të frekuencës së lartë.

7.12: 802.11 në Bandë të Paliçensuar 2.4 GHz dhe 5 GHz



► Banda e Paliçensuar 5 GHz

- Totali i bandwidth-it më i madh se në 2.4 GHz, sepse numri i kanaleve 20 MHz që nuk mbivendosen është më i madh, nga kanali 11 deri tek 24.
- Lejon më shumë pika akses të operojnë në kanale të ndryshme që nuk mbivendosen.
- Disa pika akses mund të operojnë në dy kanale njëherësh duke mundësuar shërbim më të shpejtë.

7.12: 802.11 në Bandë të Paliçensuar 2.4 GHz dhe 5 GHz

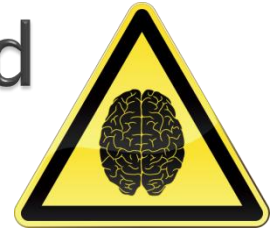
- ▶ Cili është avantazhi kryesor i operimit në 2.4 GHz?
- ▶ Cili është avantazhi më i madh i operimit në 5 GHz?

7.14: Transmetimi Spread Spectrum

► Transmetimi Spread Spectrum

- Ligji detyron që të përdoret transmetim *spread spectrum* në bandat e palicensuara.
- Transmetimi *spread spectrum* redukton problemet e përhapjes së valës.
 - Veçanërisht interferencën
- Transmetimi *spread spectrum* NUK përdoret për sigurinë në WLAN.

7.15: Transmetimi Normal v Spread Spectrum



Shënim: lartësia e drejtkëndëshit tregon gjerësinë (bandwidth) e kanalit

Gjerësia (Bandwidth) e kërkuar e kanalit për shpejtësinë e sinjalit



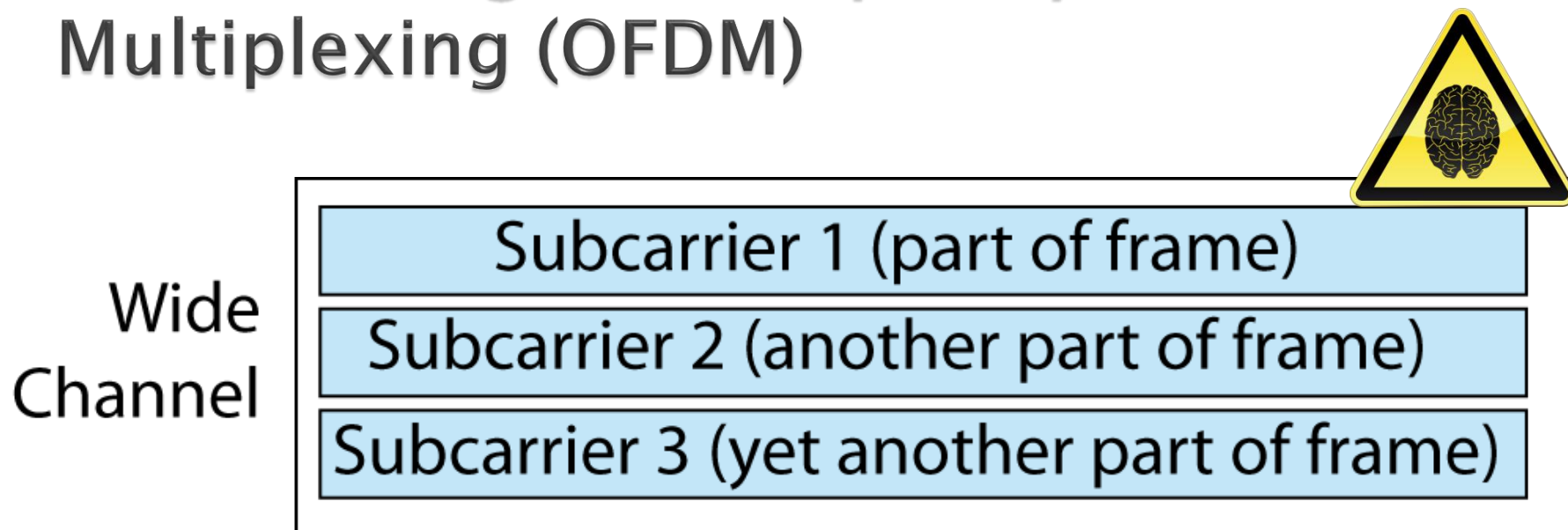
Radio Normale: Gjerësia (Bandwidth) nuk është më e madhe se gjerësia e kërkuar për shpejtësinë e sinjalit



Transmetimi Spread Spectrum: Gjerësia (Bandwidth) e kanalit është shumë më e madhe se ajo e kërkuar për shpejtësinë e sinjalit



7.16: Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)



Gjerësia e kanalit ndahet në shumë nënkanale.

Nënkanalet quhen *subcarrier*.

Informacioni dërgohet në më shumë se një *subcarrier*.

Nëse një *subcarrier* humbet, të dhënat nuk humbasin.

Probleme të përhapjes Wireless

802.11 Wireless LAN (WLAN)

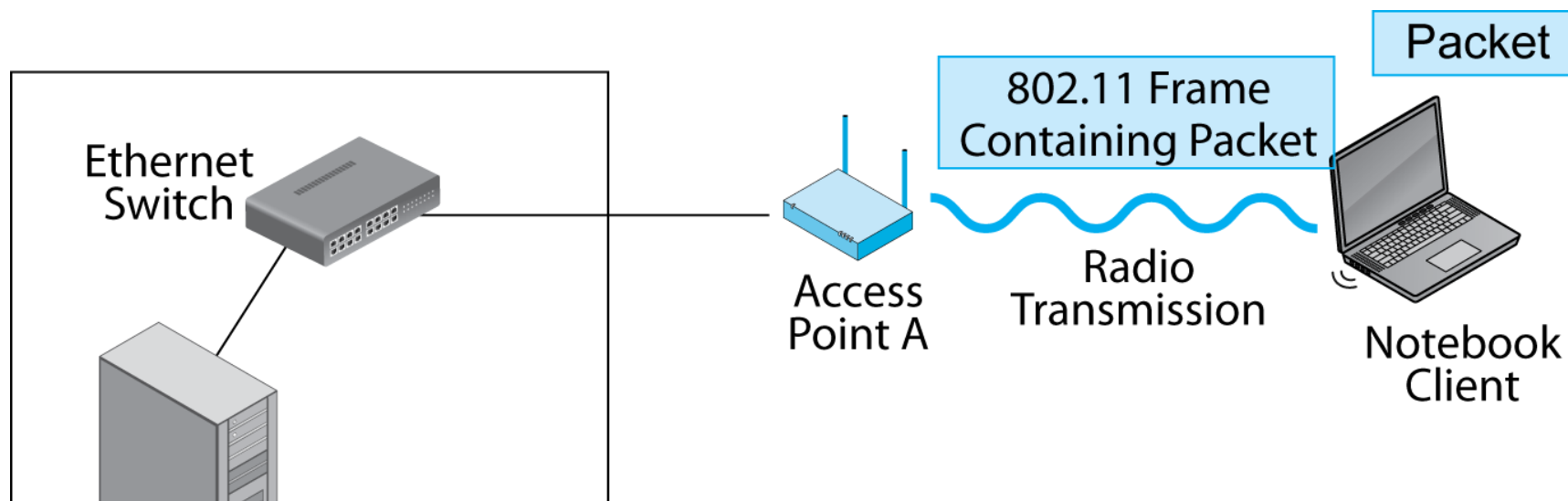
Bandwidth dhe shpejtësia

Transmetimi WLAN

Standardet 802.11

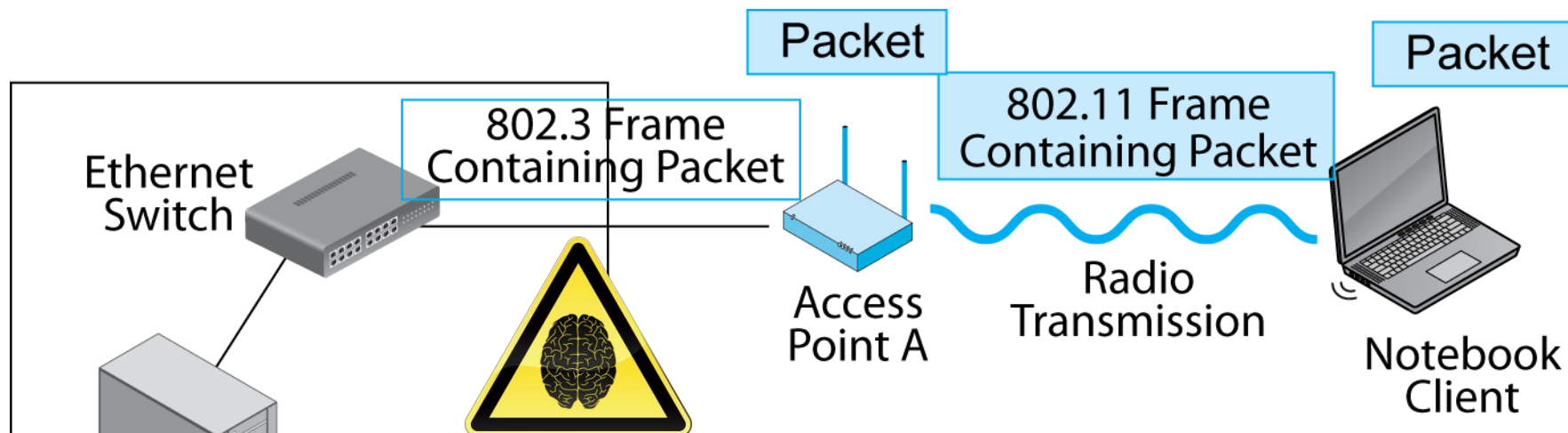
Drejtime premtuese

7.17: Frame dhe Paketa WLAN



Dërguesi vendos paketën për hostin marrës në një frame 802.11, pastaj e dërgon frame-n në një pikë aksesi wireless.

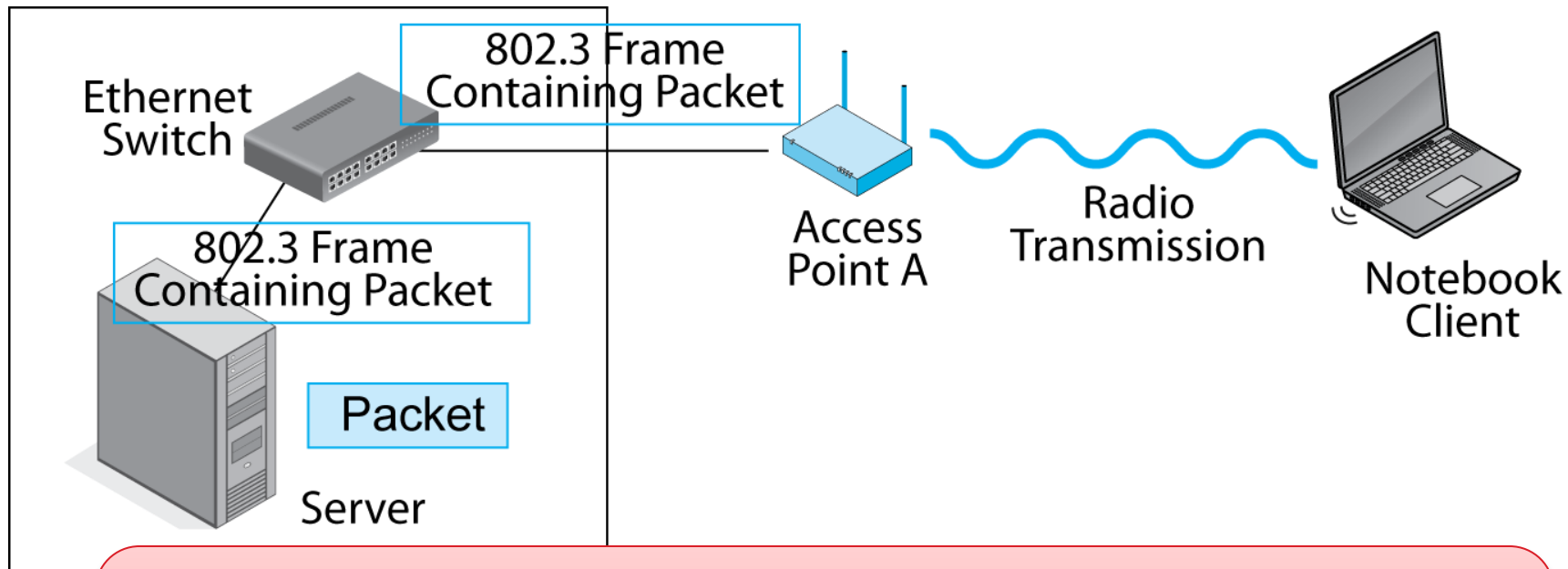
7.17: Frame dhe Paketa WLAN



Frame 802.11 ka formatin e paparshtatshëm për tu transmetuar në rrjetin Ethernet që përdor frame të standardit 802.3. Switchet dhe hosti destinacion nuk mund ta proçedojnë këtë paketë.

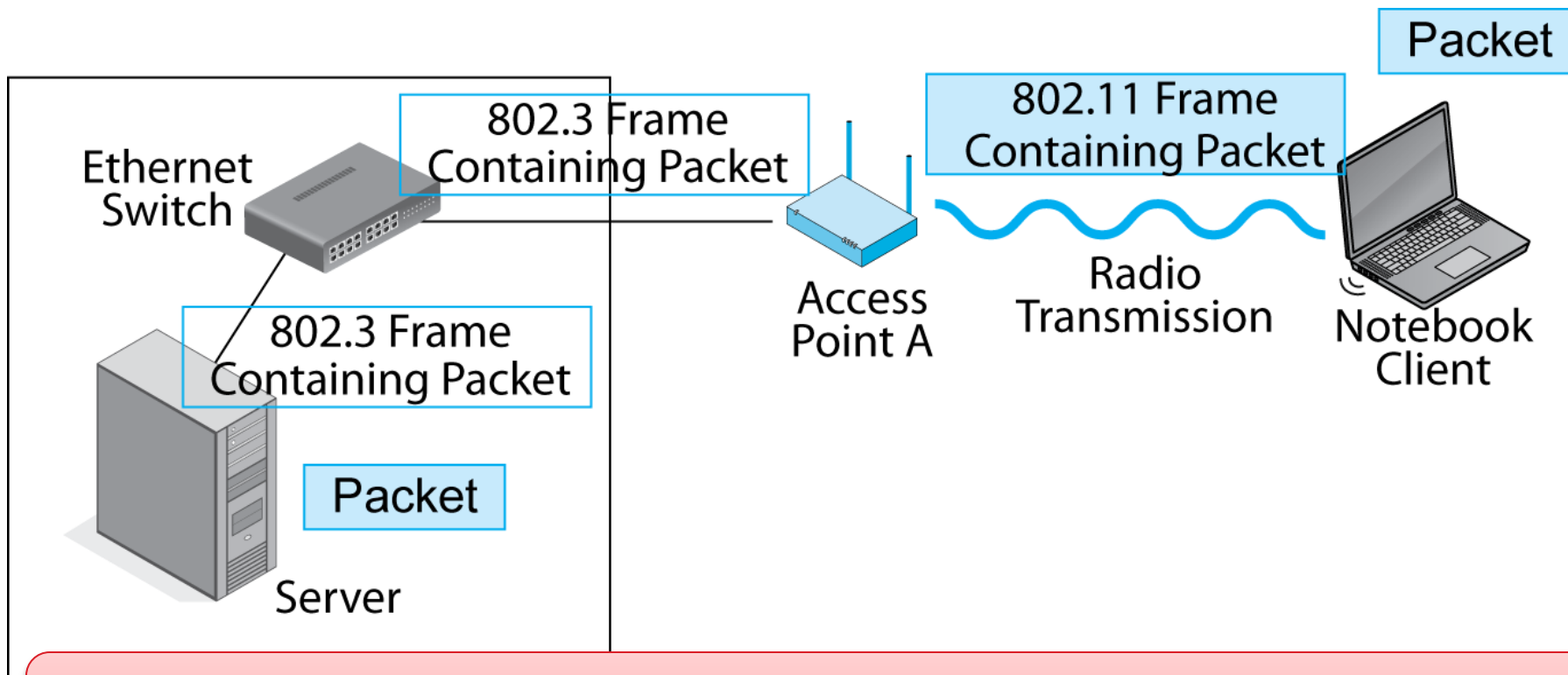
Pika e aksesit e heq paketën nga frame 802.11 dhe shkarkon frame-n.

7.17: Frame dhe Paketa WLAN



Pika e aksesit e mbështjell (enkapsulon) paketën në një frame 802.3 dhe e dergon atë tek hosti destinacion nëpërmjet switche-it Ethernet.

7.17: Frame dhe Paketa WLAN

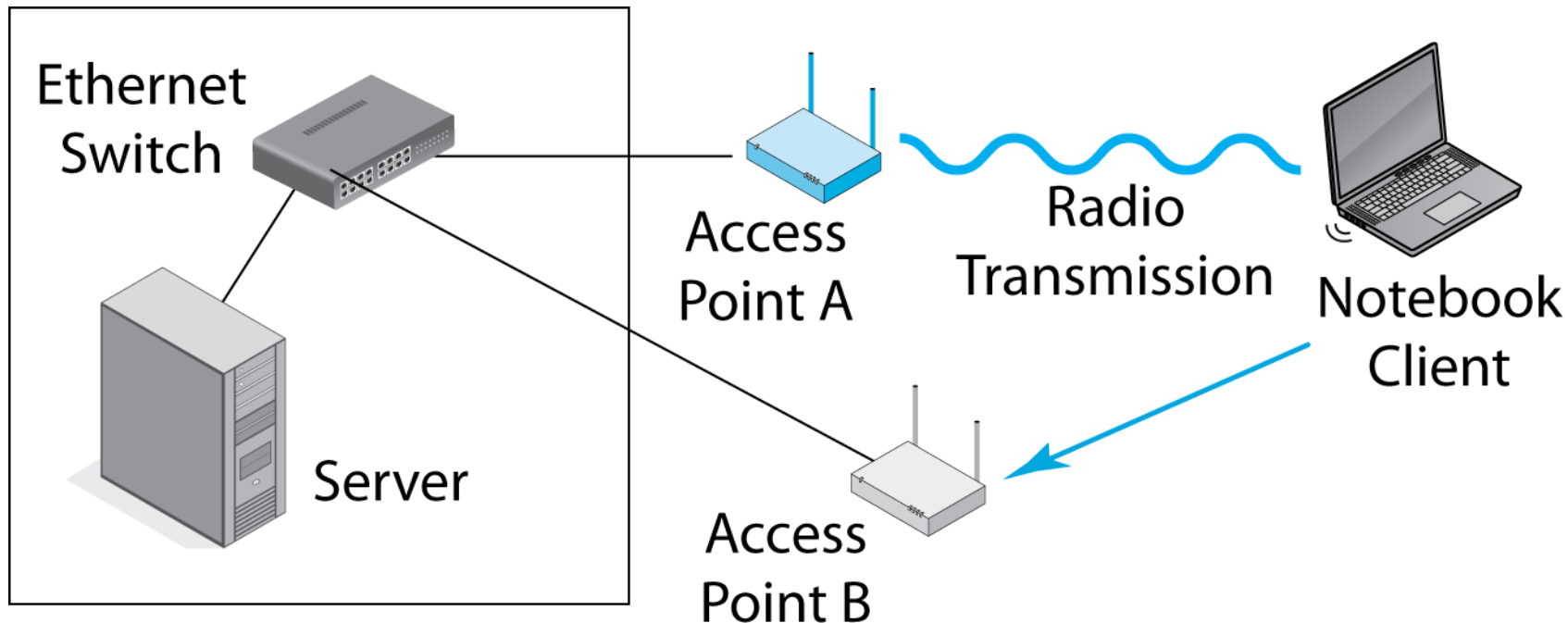


Serveri shkëput paketën nga frame 802.3.

7.17: Frame dhe Paketa WLAN

- ▶ A udhëton frame 802.11 gjatë gjithë rrugës për tek hosti destinacion? Pse po ose pse jo?
- ▶ A udhëton paketa IP gjatë gjithë rrugës për tek hosti destinacion?

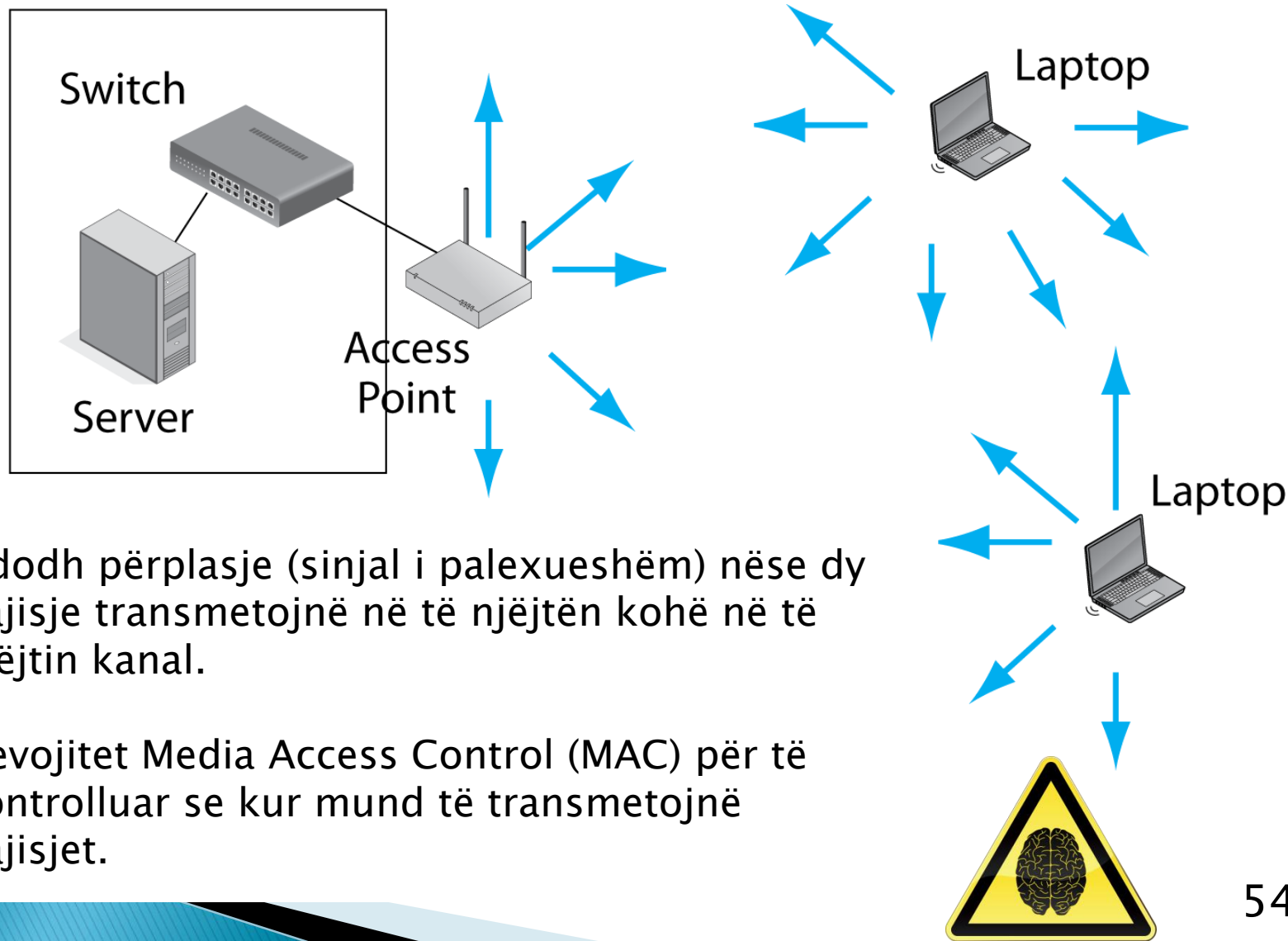
7.17: Frame dhe Paketa WLAN



Roaming:

Nëse kompjuteri i lëvizshëm (mobile) lëviz drejt një pike tjetër aksesi, ai kalon nga shërbimi i njërës pikë tek tjetra.

7-18: Transmetimi në një Kanal të Vetëm



Ndodh përplasje (sinjal i palexueshëm) nëse dy pajisje transmetojnë në të njëjtën kohë në të njëjtin kanal.

Nevojitet Media Access Control (MAC) për të kontrolluar se kur mund të transmetojnë pajisjet.

7.19: CSMA/CA+ACK

- ▶ CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)
 - Dërguesi përgjon trafikun
 - 1. Nëse ka trafik ai pret:

7.19: CSMA/CA+ACK



- ▶ CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)
 - 2. Nëse nuk ka trafik:
 - 2a. Nëse nuk ka trafik për një kohë më të shkurtër se koha kritike, ai pret një kohë të çfarëdoshme, pastaj vazhdon me Hapin 1.
 - 2b, Nëse nuk ka trafik për një kohë më të gjatë se koha kritike, ai dërgon pa pritur.
 - Kjo shmang përplasjet që mund të rezultojnë nëse hostet transmetojnë sapo të mbarojë transmetimin një host tjetër.

7.19: CSMA/CA+ACK



▶ ACK (Acknowledgement)

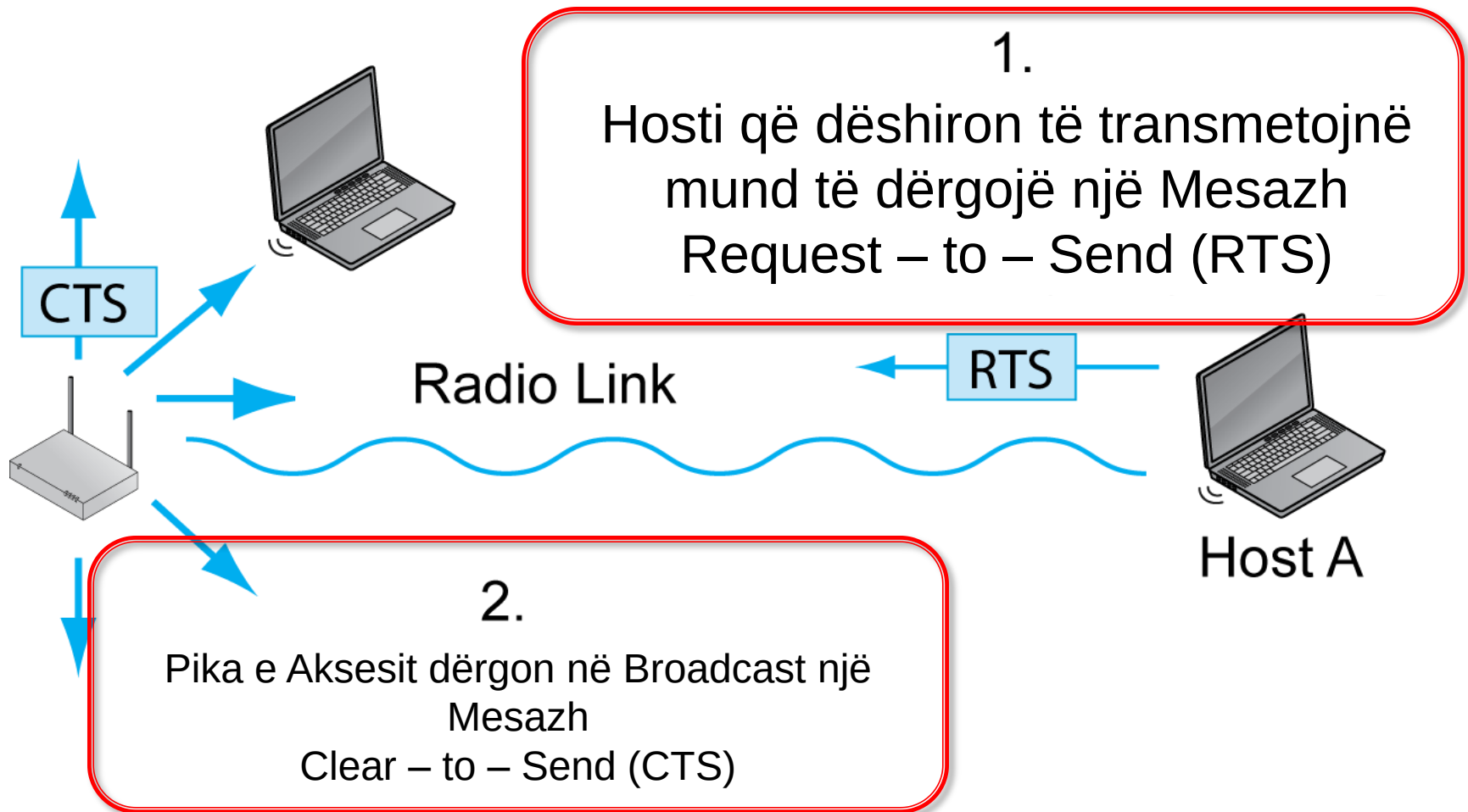
- Marrësi menjëherë dërgon mbrapsht një njoftim *acknowledgement*.
- Nëse dërguesi origjinal nuk e merr atë, *acknowledgement*, ritransmeton duke përdorur CSMA.

- CSMA/CA plus ACK është protokoll i besueshëm.

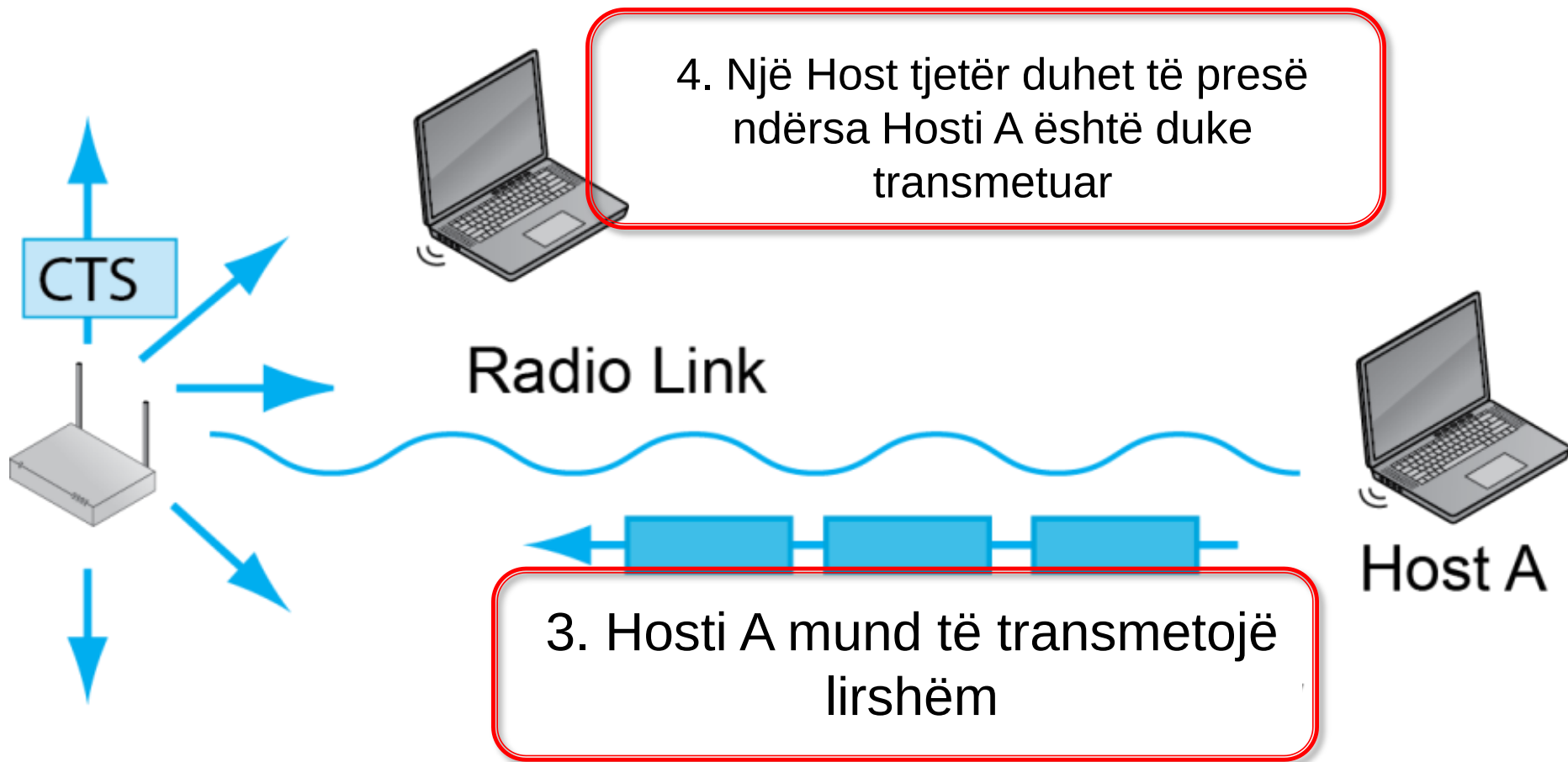
CSMA/CA+ACK është i besueshëm sepse transmetimi wireless ka një shkallë të lartë gabimi.

Ethernet ka shkallë të ulët gabimi kështu që është jo i beshueshëm.

7.20: RTS-CTS



7.20: RTS-CTS



Krahasim



- ▶ **CSMA/CA është e Detyrueshme**
 - Është metoda default e MAC
 - Është më efiçente se RTS/CTS
- ▶ **RTS/CTS**
 - Zakonisht është opsionale
 - Është e mirë nëse dy ose më shumë stacione klient nuk mund ta dëgjojnë njëri-tjetrin
 - Ajo i parandalon ata të transmetojnë në të njëjtën kohë

802.11 Standardet



- ▶ Grupi i Punës 802.11 ka krijuar disa standarde të transmetimit.
- ▶ Sot, 802.11g ka më shumë klientë që e përdorin.
- ▶ Megjithatë, 802.11n ka shitjet më të mëdha dhe po rrit numrin e përdoruesve.

7.21: 802.11g dhe 802.11n

Karakteristikat	802.11g	802.11n
Metoda Spread spectrum	OFDM	OFDM
Bandë e palicensuar	2.4 GHz	2.4 GHz <i>dhe</i> 5 GHz
Numri i kanaleve që nuk mbivendosen (ndryshon sipas vendeve)	3	3 në 2.4 GHz plus 12 deri 24 në shumicën e vendeve në bandën 5 GHz!

7.21: 802.11g dhe 802.11n

Karakteristikat	802.11g	802.11n
Bandwidth-i i kanalit	20 MHz	40 MHz por humb më shumë kur ka interferencë
MIMO?	Po	Po

Bandwidth më i gjërë dhe MIMO mundëson shpejtësi të lartë.
Mos u shqetësoni, do të shpjegojnë MIMO më vonë.

7.21: 802.11g dhe 802.11n

Karakteristika	802.11g	802.11n
Shpejtësia e normuar (Rated Speed)	54 Mbps	100 Mbps deri 600 Mbps
Throughput-i aktual, 3 m	25 Mbps	Afër shpejtësisë së normuar
Throughput-i aktual, 30 m	20 Mbps	Afër shpejtësisë së normuar

7.21: 802.11g and 802.11n

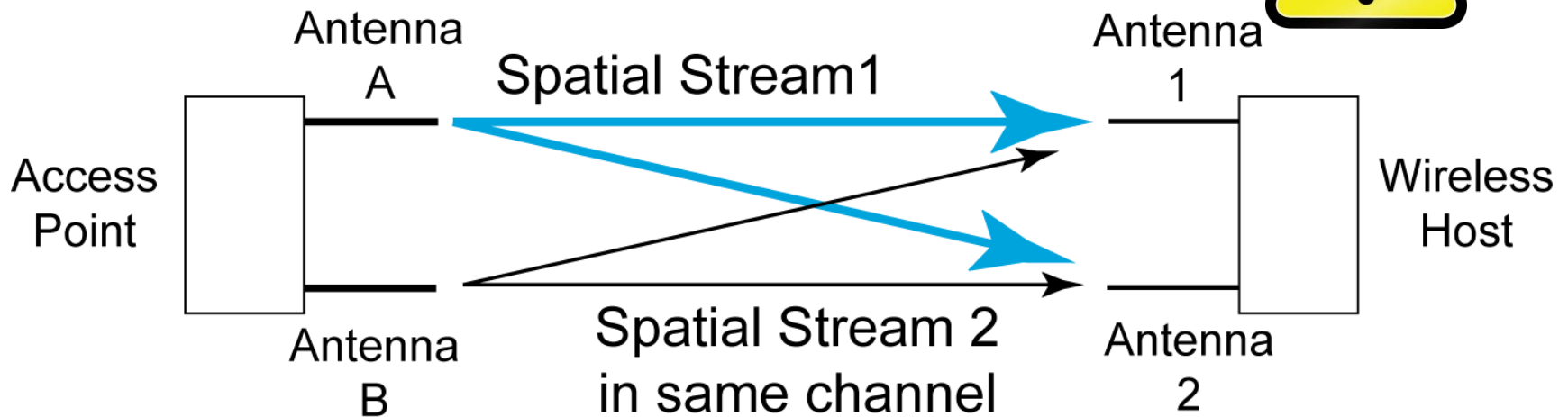
Karakteristika	802.11g	802.11n
Transmetim (Mode) më i ngadaltë për stacionet në largësi?	Po	Po
Stacionet në distancë i ngadalësojnë të tjerët?	Po	Po
A është kompatibël me tjetrin? (psh 802.11g)?	<i>Ai është 802.11g</i>	Po

7.21: 802.11g dhe 802.11n



karakteristika	802.11g	802.11n
Shënime	Sot 802.11 është standardi dominues bazuar në numrin e përdoruesve.	Sot 802.11 është standardi që po ritet më me shpejtësi. Megjithatë, jo të gjitha pajisjet 802.11n operojnë në të dyja bandat.

7.22: MIMO (Multiple Input/Multiple Output)



Dy rryma dërgohen në hapësirë në të njëjtin kanal, por nga antena të ndryshme.

Sinjalet arrijnë me një distancë të shkurtër në kohë në dy antenat marrëse.

Kjo e lejon marrësin të bëjë dallimin midis dy sinjaleve.

7.22: MIMO (Multiple Input/Multiple Output)

► Përfitimet e MIMO

- MIMO ofron shpejtësi më të madhe sepse mund të dërgojë më shumë informacion në një kanal.
- MIMO gjithashtu ofron distancë më të madhe përhapje.



Problemet e përhapjes Wireless

802.11 Wireless LAN (WLAN)

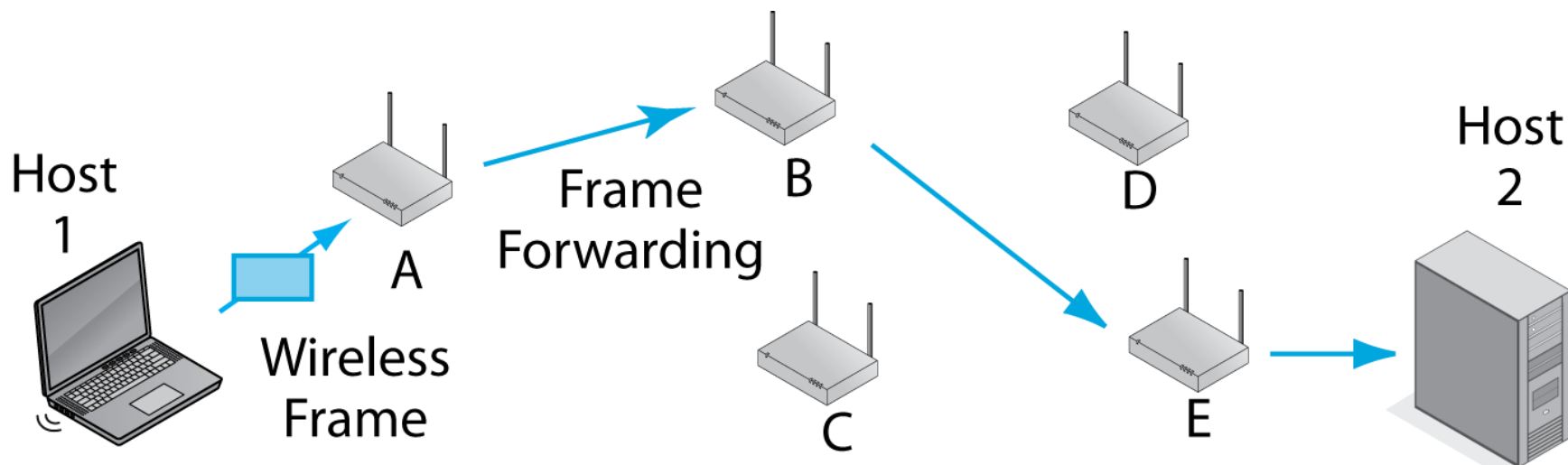
Bandwidth dhe shpejtësia

Transmetimi WLAN

Standardet 802.11

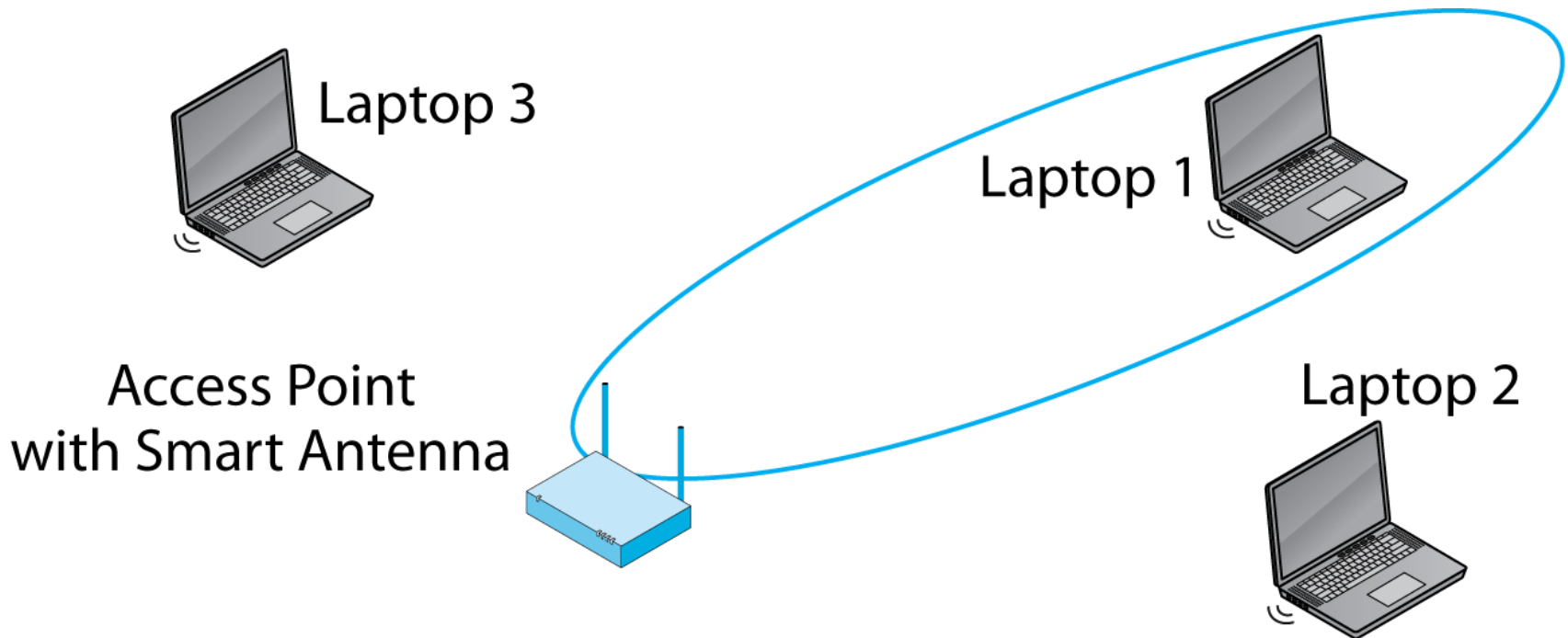
Drejttime premtuese

7.23: Rrjetat Mesh Wireless



Në rrjetat mesh wireless, nuk ka LAN me tela.
Pikat e aksesit forward-in frame-et tek njëra – tjetra.
Dizenjimi është i vështirë sepse pika e aksesit në mes
ka mundësi të mbingarkohet.

7.24: Antenat Inteligjente



Antena inteligjente mund të drejtojnë energjinë e sinjalit drejt dhe nga pajisjet individuale. Kjo jep një sinjal më të fortë.

Çfarë kemi trajtuar

Probleme të përhapjes Wireless

802.11 Wireless LAN (WLAN)

Bandwidth dhe shpejtësia

Transmetimi WLAN

Standardet 802.11

Drejtime premtuese

Si do të vazhdojmë

► Kapitulli 8

- Wireless Networking II.
- Më shumë mbi rrejtat 802.11, duke përfshirë sigurinë dhe menaxhimin.
- Standarde të tjera lokale wireless, duke përfshirë Bluetooth.
- Wireless Wide Area Networking.