

WIFI2 - úvod

Wi-fi, WiFi, Wifi, wi-fi, wifi - slovní hříčka wireless fidelity

Standardy bezdrátových sítí IEEE 802.11

- ▶ Norma IEEE 802.11 pro Wifi:
 - Základní norma - vznik 1992 v institutu IEEE
 - *Institute of Electrical and Electronics Engineers*
 - Mezinárodní institut IEEE - schvaluje, eviduje, definuje normy
- ▶ Výrobky splňující normy:
 - Označeny logem Wifi - Alliance:



Standardy bezdrátových sítí IEEE 802.11

► Wi-Fi:

- zaštiťuje až neskutečné množství samostatných norem
- značí se jednotlivými písmeny
- Nejpoužívanější/nejznámější:
- Standardy „a“, „b“, „g“, „n“, „ac“, „ax“, „be“ :
 - každý z nich má svá určitá specifika:
 1. **konkrétní přenosovou rychlost**
 2. frekvenci
 3. používanou modulaci

Standardy bezdrátových sítí IEEE 802.11

▶ Wi-Fi:

- Dle standardů přenosová rychlost:
 - poměrně dobrá ale jen **teoretická**
 - v praxi nedosažitelná (40-50%)

▶ Vlivy ovlivňující skutečnou rychlost:

- Místního zarušení/interference:
 - velké množství WiFi vysílačů: největší faktor snížení rychlosti
- Vliv počasí
- Překážky na cestě signálu
- Fyzická vzdálenost mezi WiFi zařízení

Standardy bezdrátových sítí IEEE 802.11

- ▶ Další vliv zpomalení rychlosti přenosu:
 - už z principu komunikace v bezdrátových sítích:
 - Wifi je navržen a funguje jako pouhý **half duplex**
 - Vysílání **jedním** kanálem:
 - buď se vysílá, nebo se přijímá
 - ale nikdy ne obojí najednou (802.11 a/b/g/n)

Standardy bezdrátových sítí IEEE 802.11

- ▶ **Full Duplex** (802.11 ac, ax, be...):
 - by sice bylo teoreticky možné použít:
 - za cenu zabrání většího kmitočtového pásma
 - Vysílat/přijímat by se muselo současně na **více kanálech**
 - Nezbytné by byly **dvě** antény s dvěma vysílači
 - Vysílací / přijmací

Bezdrátové přenosy - Wifi standardy

► **WiFi - 5 (2013) 802.11 ac**

- **jen** v pásmu 5GHz - vyšší přenosové rychlosti až **1Gbps**
 - **Pouze teoretická rychlost** - reálně dnes 300 Mbps
- využívá více **kanálů/frekvencí** pro simultánní přenos dat:
 - Zvlášť kanál pro příjem dat / kanál pro vysílání dat
 - díky vyššímu počtu využitelných kanálů:
 - zlepší přenosy i v hustě "zarušených" oblastech
 - Nutno více vysílačů/přijmačů v routrech/AP/PC

Bezdrátové přenosy - Wifi standardy

► **WiFi - 6/6E 802.11 ax**

- V současné době v pásmu 5/6GHz
 - koncové zařízení (NTB)

► Řešení:

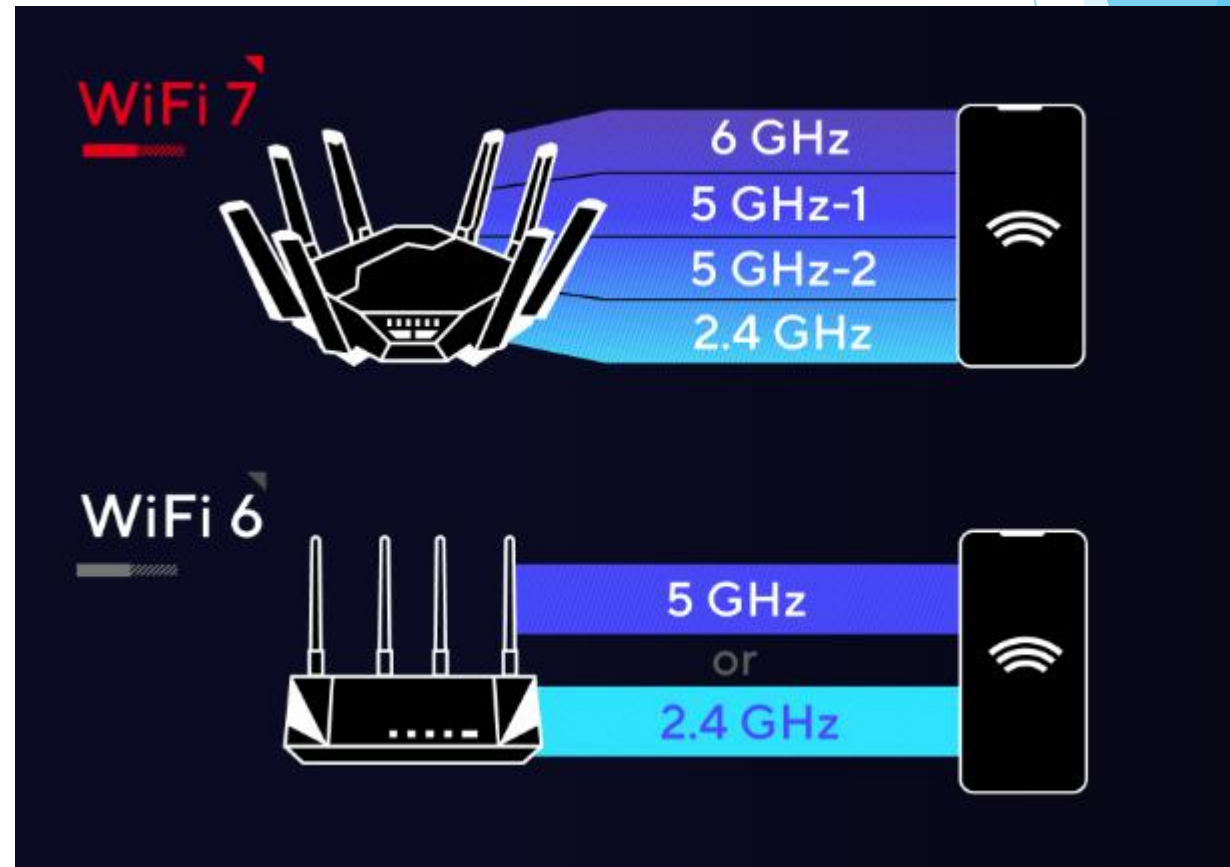
- Router (s 802.11 b/g/n/ac/ax)
- **Wifi externí karta** - USB Dongle 802.11 ax



Bezdrátové přenosy - Wifi standardy

► WiFi - 7 802.11 be

- Šířka pásma 320 MHz
- Ultraširoké kanály
- 5x větší rychlost, kapacita
- Nízká latence



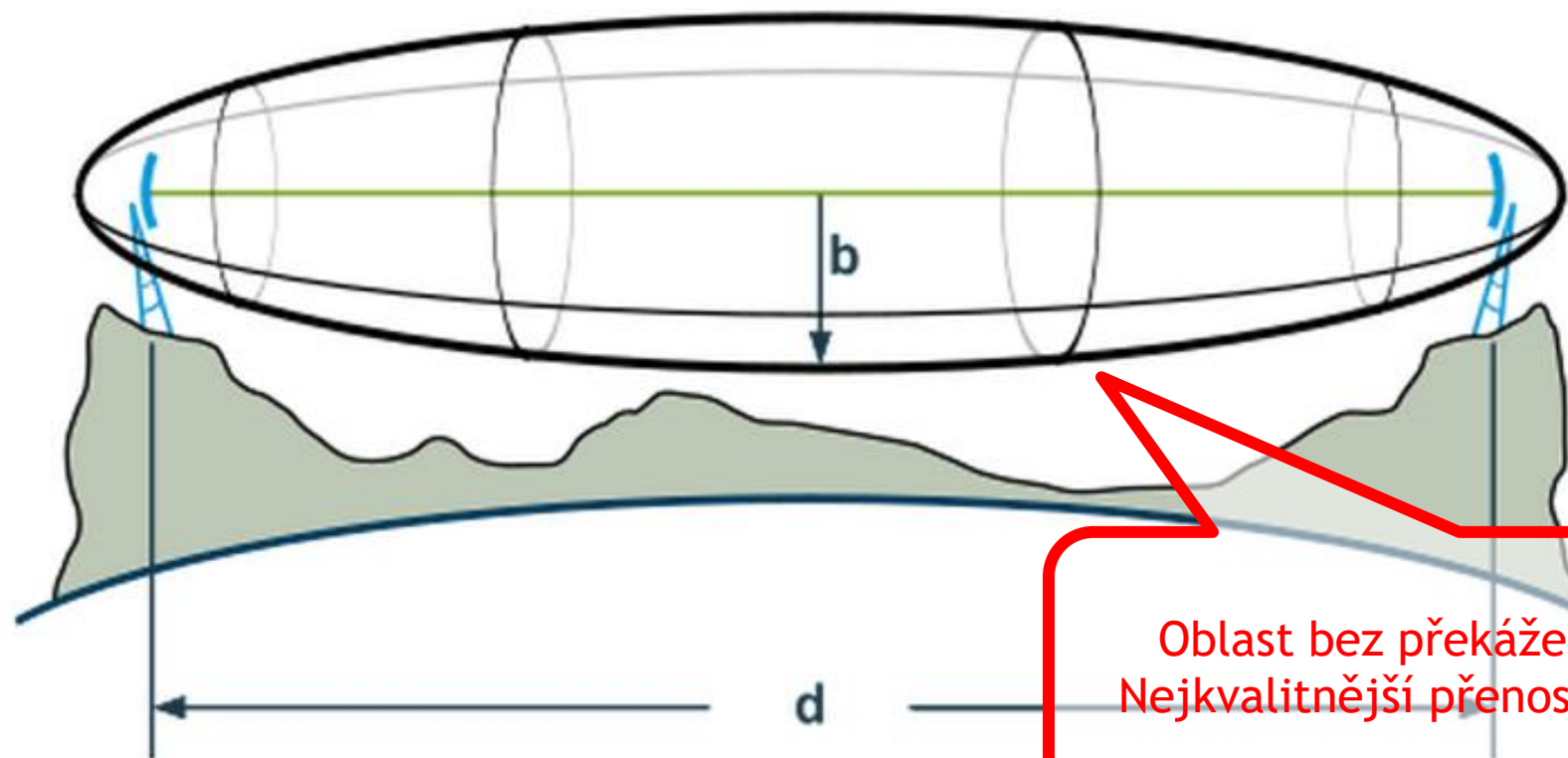
Bezdrátové přenosy - reálné ztráty

1. Fyzické překážky
2. Vlhkost
3. Interference signálu
4. Konektory

Bezdrátové přenosy - reálné ztráty

- ▶ **Největší ztráty** - nepřímá viditelnost, překážky:
 - Nejvíce pohlcují signál mokré listnaté dřeviny
- ▶ **Fresnelova zóna:**
 - V pásmu 2,4 GHz přímá viditelnost **není podmínka postačující**
 - **Další podmínkou** - okolní prostor bez překážek
 - tzv. **Fresnelova zóna**
 - **FZ:** elipsoid kolem spojnice vysílacích/příjmacích bodů

Bezdrátové přenosy - Fresnelova zóna



Oblast bez překážek (rušivé odrazy)
Nejkvalitnější přenos přímé viditelnosti

Tvar Fresnelovy zóny, zdroj wikipedia

Bezdrátové přenosy - reálné ztráty

► Na straně vysílače / přijmače:

- útlum pigtailu
 - redukce od anténního kabelu např. do routeru, wifi karty



Bezdrátové přenosy - reálné ztráty

- Útlum bleskojistky:



Bezdrátové přenosy - reálné ztráty

- Útlum dvou konektorů (RJ45)
- Útlum kabelu na vysílací / přijímací straně

▶ Ztráty kompenzovány:

- Vysílacím výkonem
- Ziskem vysílacích/přijímacích antén
- Jednotky: **dBm** (decibel nad miliwattem)

Bezdrátové přenosy - reálné ztráty

► Vysílací výkon - ČTÚ:

- 2,4GHz sítě: maximální vysílaný výkon 100 mW (20 dBm)
 - Obvyklé maximální vysílací výkony u Wi-Fi zařízení: 15 - 17dBm
- 5 GHz sítě: 25 mW

Bezdrátové přenosy - šíření signálu

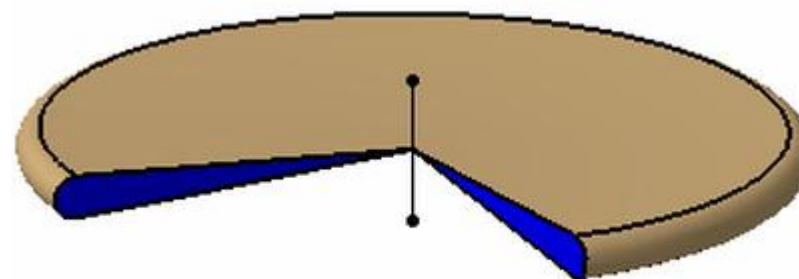
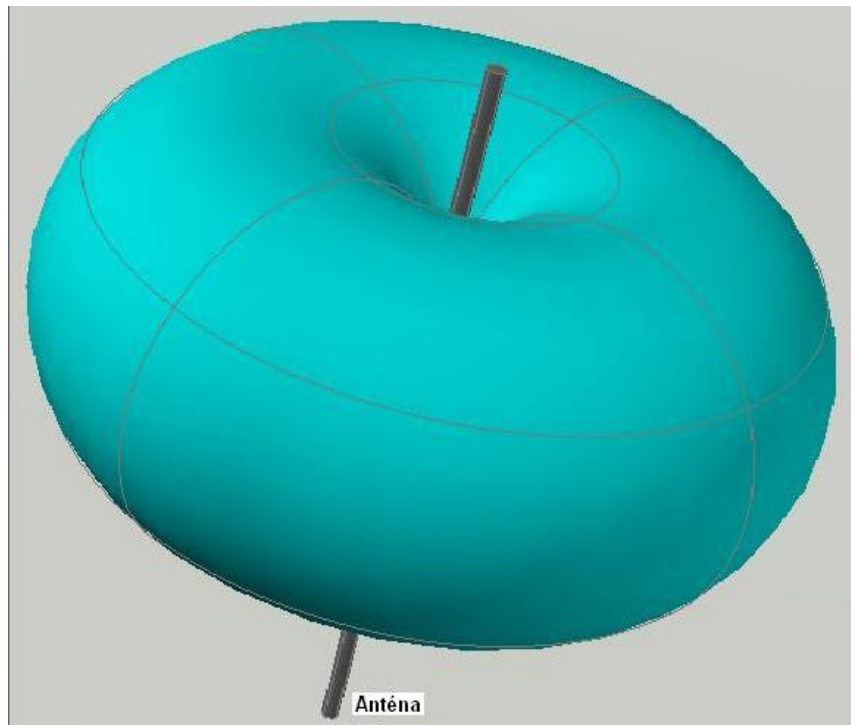
- ▶ Šíření signálu - dosah 100ky m
 - Speciální antény: přenos signálu i na několik km
- ▶ Rozdělení wifi antén dle šíření signálu:
 - Všesměrové vyzařovací úhel 360°
 - Sektorové vyzařovací úhel 30° až 180°
 - Směrové vyzařovací úhel $<10^\circ$

Bezdrátové přenosy - šíření signálu

- ▶ 1) Všesměrové vysílání signálu Wi-Fi:
 - hlavně v místech se spousty přistupujících klientů (počítačů)
 - na rozlehlé ploše
- ▶ Tvar všesměrového vysílání:
 - zploštělá koule
 - signál se šíří všemi směry - vyzařovací charakteristika má 360°

Bezdrátové přenosy - šíření signálu

- ▶ Všesměrové vysílání - prutová anténa:



Prutová anténa s vyšším ziskem
vyzařuje hlavně do dálky

Bezdrátové přenosy - šíření signálu

- Všesměrové vysílání - prutová anténa:



Jedna siločára
Elmag pole

WaveRF OMNI8 - všesměrová, zisk 8dBi

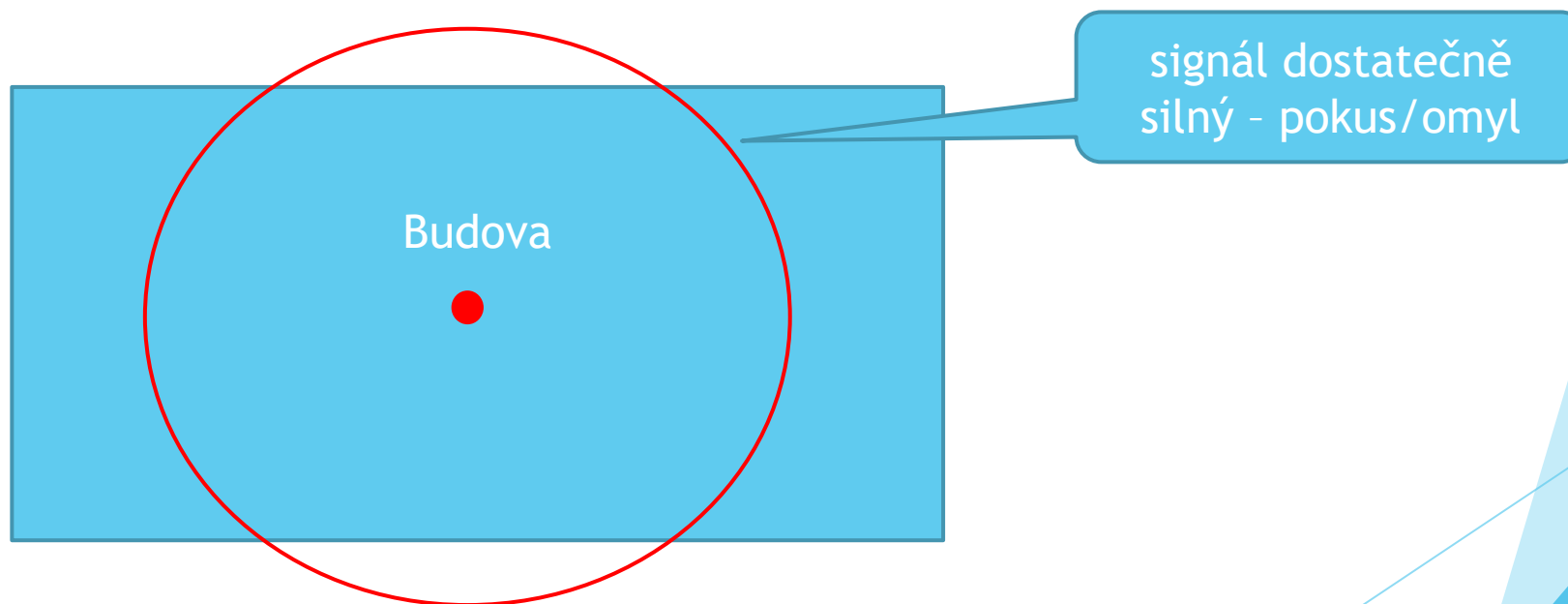
Bezdrátové přenosy - šíření signálu

- ▶ Všesměrové vysílání - ideální umístění antény:
 - Ideální vysílání - ve skutečnosti zdi deformují tvar signálu



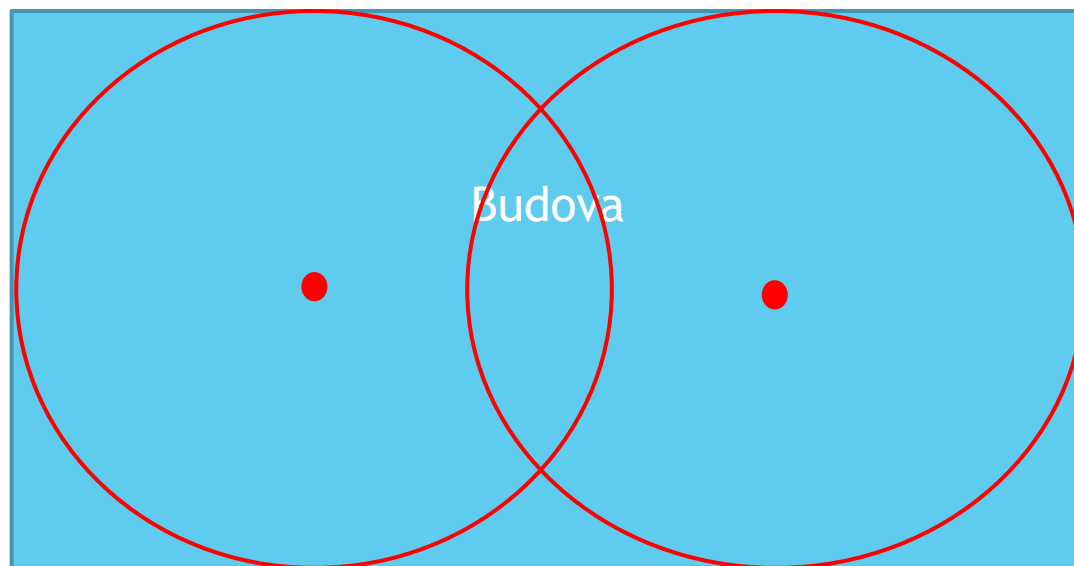
Bezdrátové přenosy - šíření signálu

- ▶ Všesměrové vysílání - rozumné **snížení** výkonu antény:



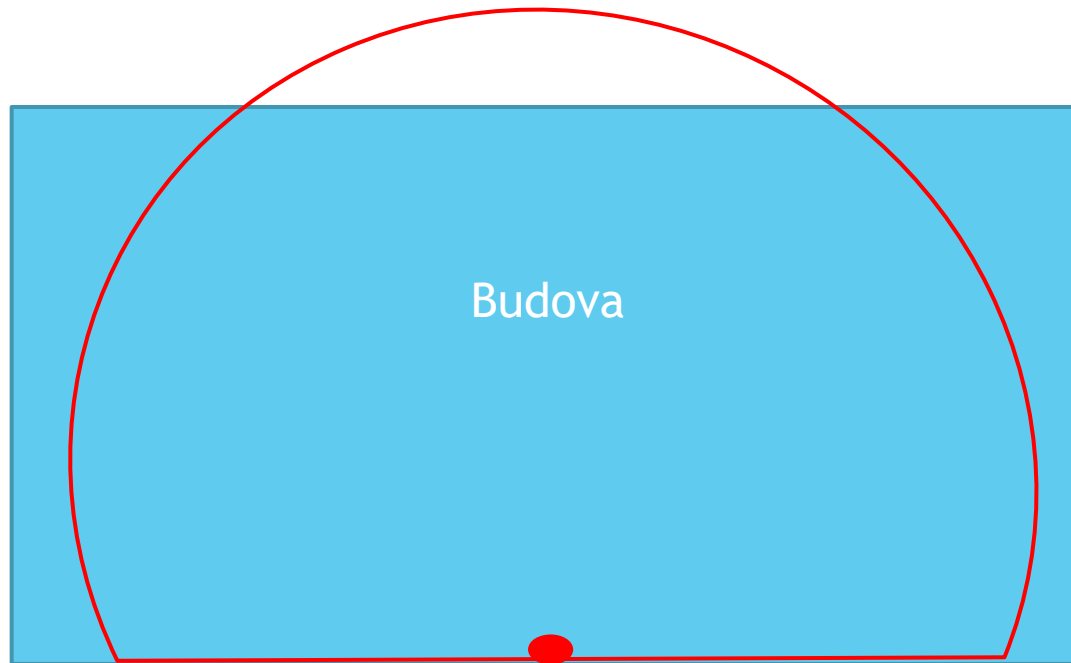
Bezdrátové přenosy - šíření signálu

- ▶ Všesměrové vysílání - řešení více wifi zařízeními:



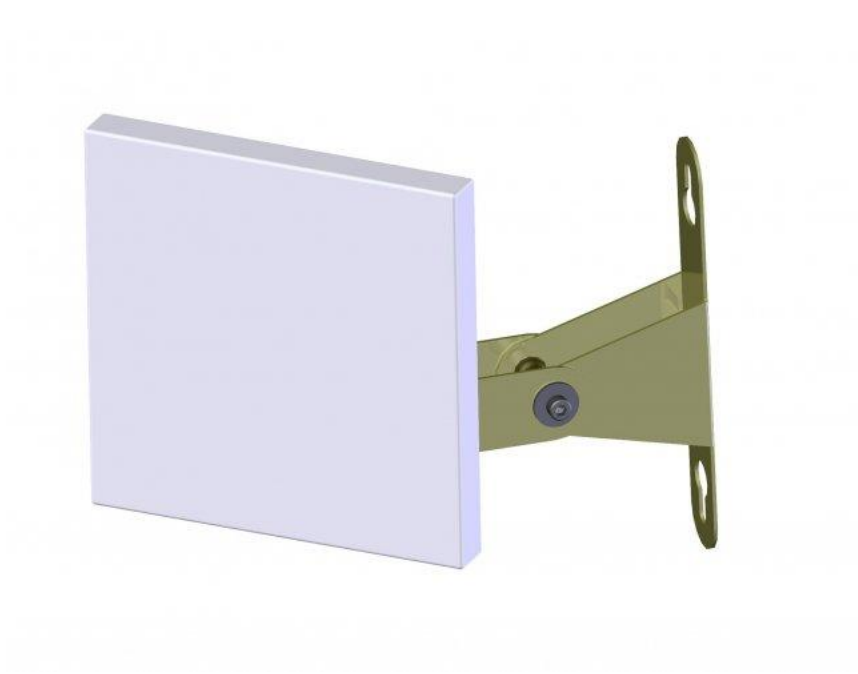
Bezdrátové přenosy - šíření signálu

- ▶ 2) Sektorové vysílání - lepší řešení:



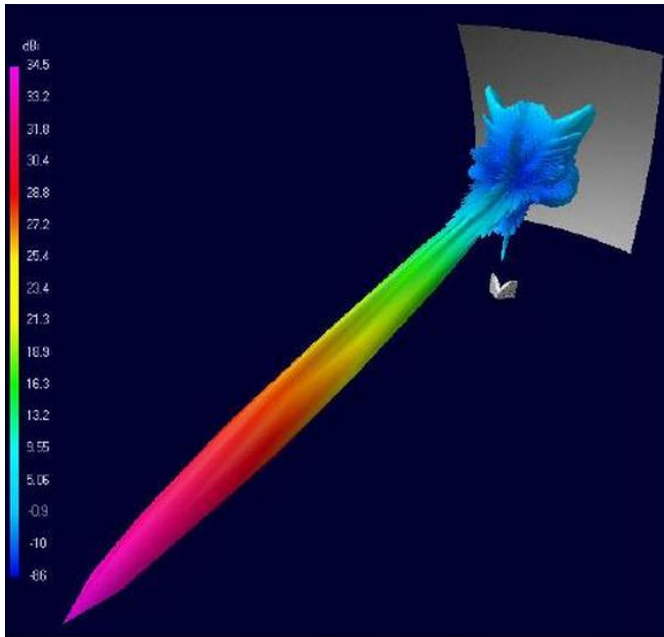
Bezdrátové přenosy - šíření signálu

► Sektorová anténa:



Bezdrátové přenosy - šíření signálu

► 3) směrové vysílání:



Bezdrátové přenosy - šíření signálu

- Směrové vysílání - Yagi anténa:

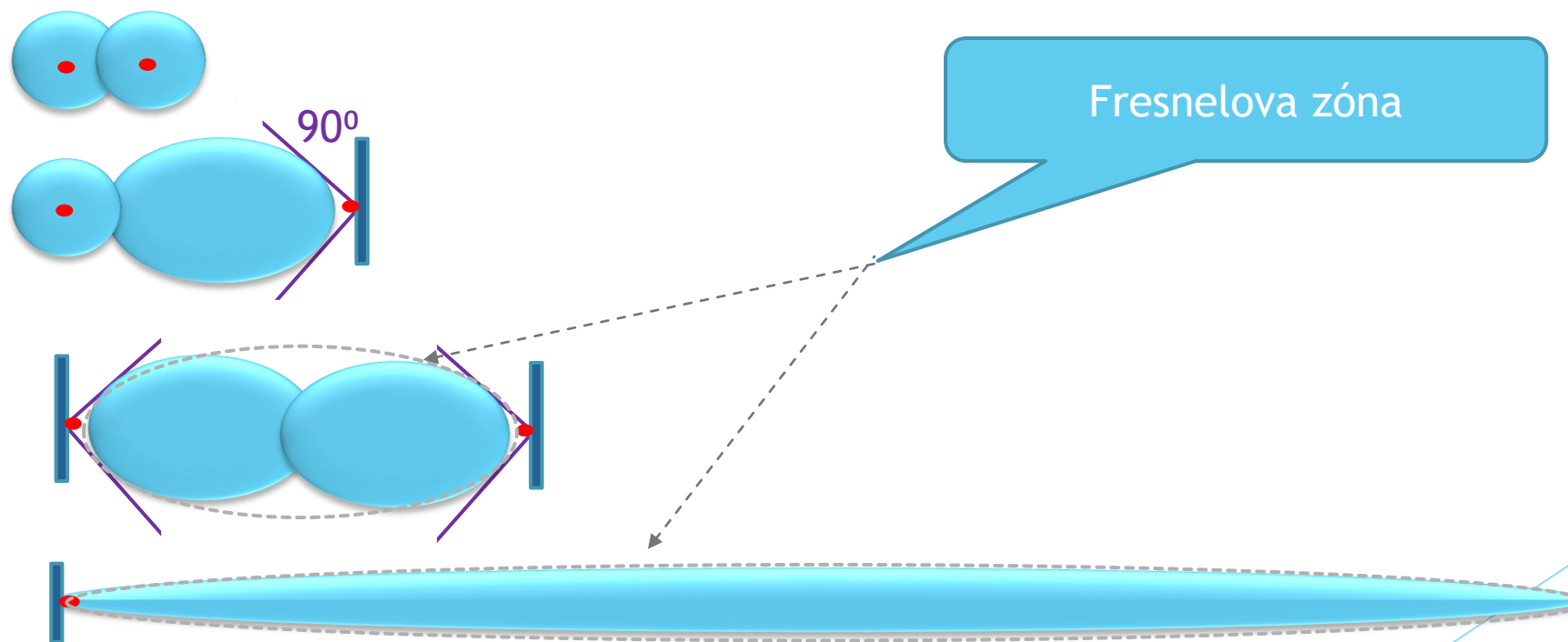


Plastové pouzdro



Dosah vysílání - volbou antén

Náhled:



Bezdrátové přenosy - šíření signálu

► Kolize ve vysílání:

- Při současném vysílání více uzlů - vede ke kolizi rámců
 - Wifi router, wifi klienti (NTB, PDA, tablety...)
- Signály se vzájemně překrývají - interferují/zkreslení

Bezdrátové přenosy - šíření signálu

► Omezení a předcházení kolizí - protokol **CSMA/CA**

- **WiFi - half duplex**
- **C**arrier **S**ense (Naslouchání nosné vlny):
 - vysílač naslouchá: zda-li jiné uzly již nevysílají
 - Vysílá-li uzel: vysílač počká, než probíhající vysílání skončí
- **M**ultiple **A**ccess (Vícenásobný přístup):
 - vysílání přijímá více uzlů
- **C**ollision **A**voidance (předcházení kolizí):
 - každý uzel informuje ostatní uzly o úmyslu vysílat
 - všechny uzly vědí o vysílání dříve, než k němu dojde

Bezdrátové přenosy - šíření signálu

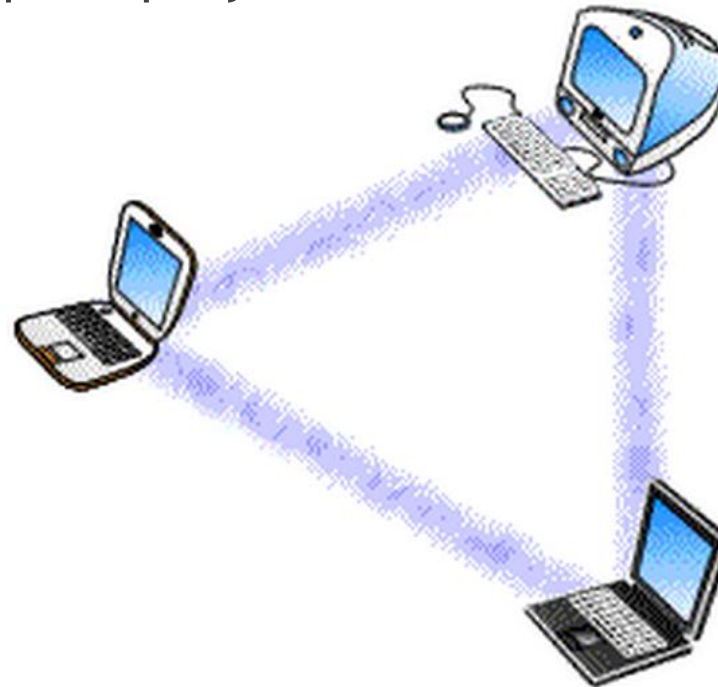
► Protokoly **CSMA**

- Používají se u přenosu **half duplex**
 - Ethernet v half duplex módu
- **CSMA/CA** - v bezdrátových sítích
 - uzly bezdrátového přenosu nejsou schopny zároveň vysílat a přijímat

Principy - módy bezdrátové komunikace

1) Ad-Hoc / Peer-to Peer Networking

- Wifi síť neobsahuje **žádný společný** přístupový bod:
 - Wifi switch - Access Point
- Všechny PC spolu komunikují
 - každý s každým (klient <-> server)



Principy bezdrátové komunikace

2) **AP** - Access Point (přístupový bod)

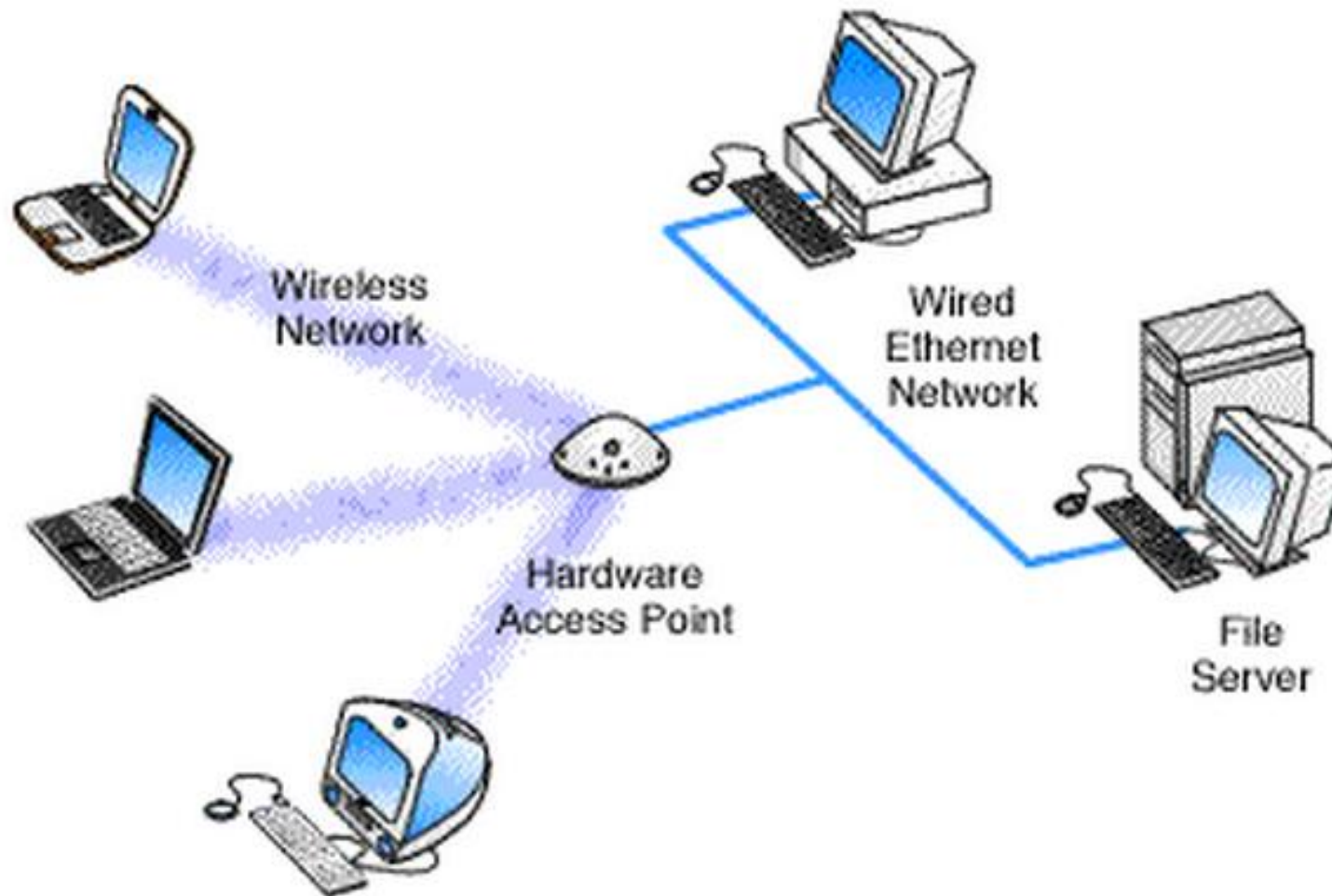
- „WiFi Switch“
- Uzle - připojeny k **jednomu** centrálnímu prvku
- **Připojení uzlů/hostů:**
 1. Interní karty: Wi-Fi karty (PCI/PCMCIA)
 2. Externí karty: USB Wifi dongle

Principy bezdrátové komunikace

AP - Access Point („WiFi Switch“)



Access Point - HW



Principy bezdrátové komunikace

3) **WiFi router** - gateway

- tvoří **infrastrukturní** síť
- **AP s NAT**

▶ **Ideální stav:**

- přímá viditelnost komunikujících stran
- jakákoliv překážka - sílu signálu **znatelně** snižuje

Principy bezdrátové komunikace

WiFi router:

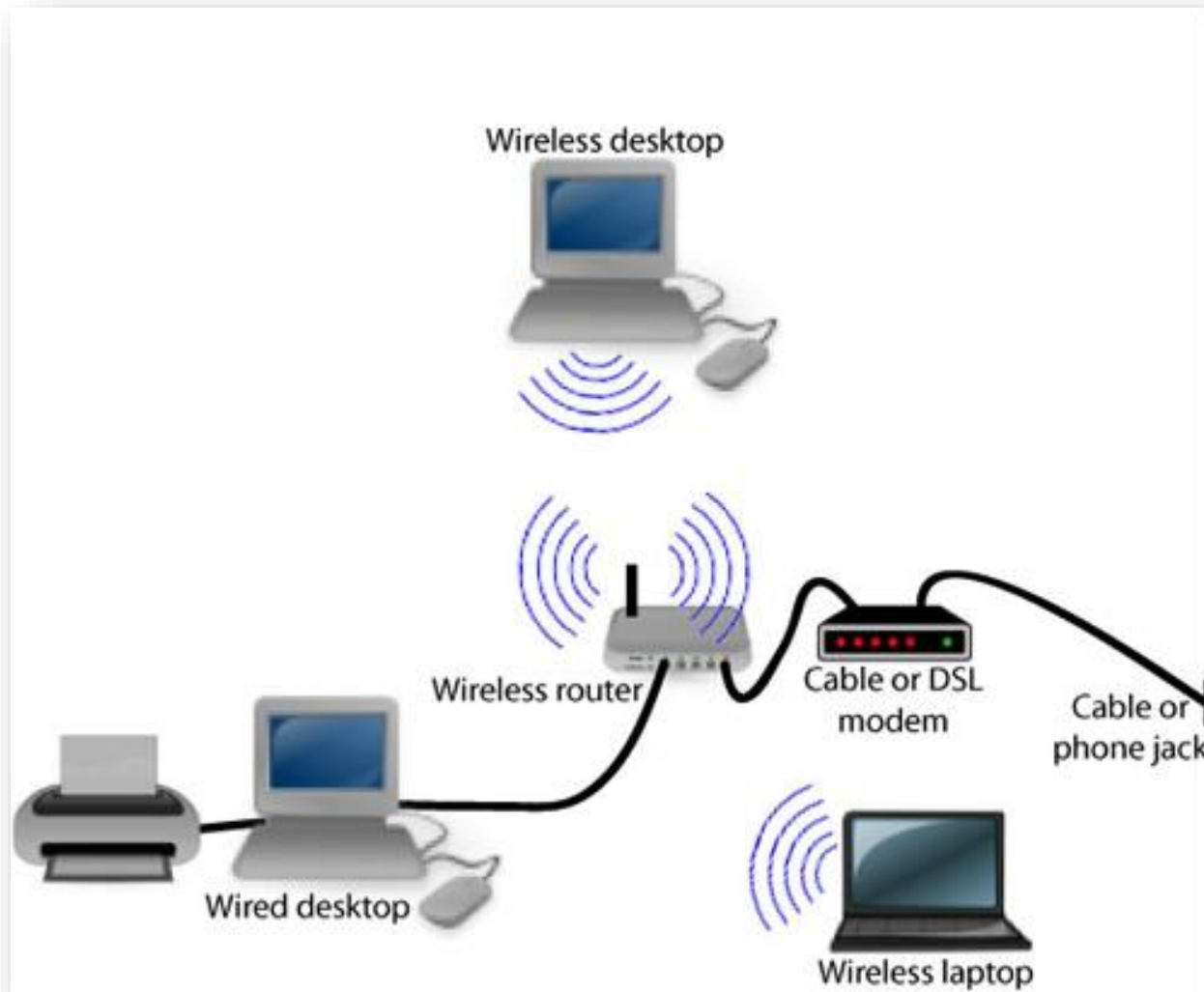


WAN
+ LAN WiFi switch



WAN
+ LAN WiFi switch (254x)
+ LAN cable switch (9x)

Access Point - AP jako WiFi router



Principy bezdrátové komunikace

4) Klient

- Nejčastěji používaná funkce
- pro připojení jakéhokoliv WiFi zařízení k AP (Wi-Fi síť)
- přímo adaptéry PCI, PCMCIA, USB apod.

Principy bezdrátové komunikace

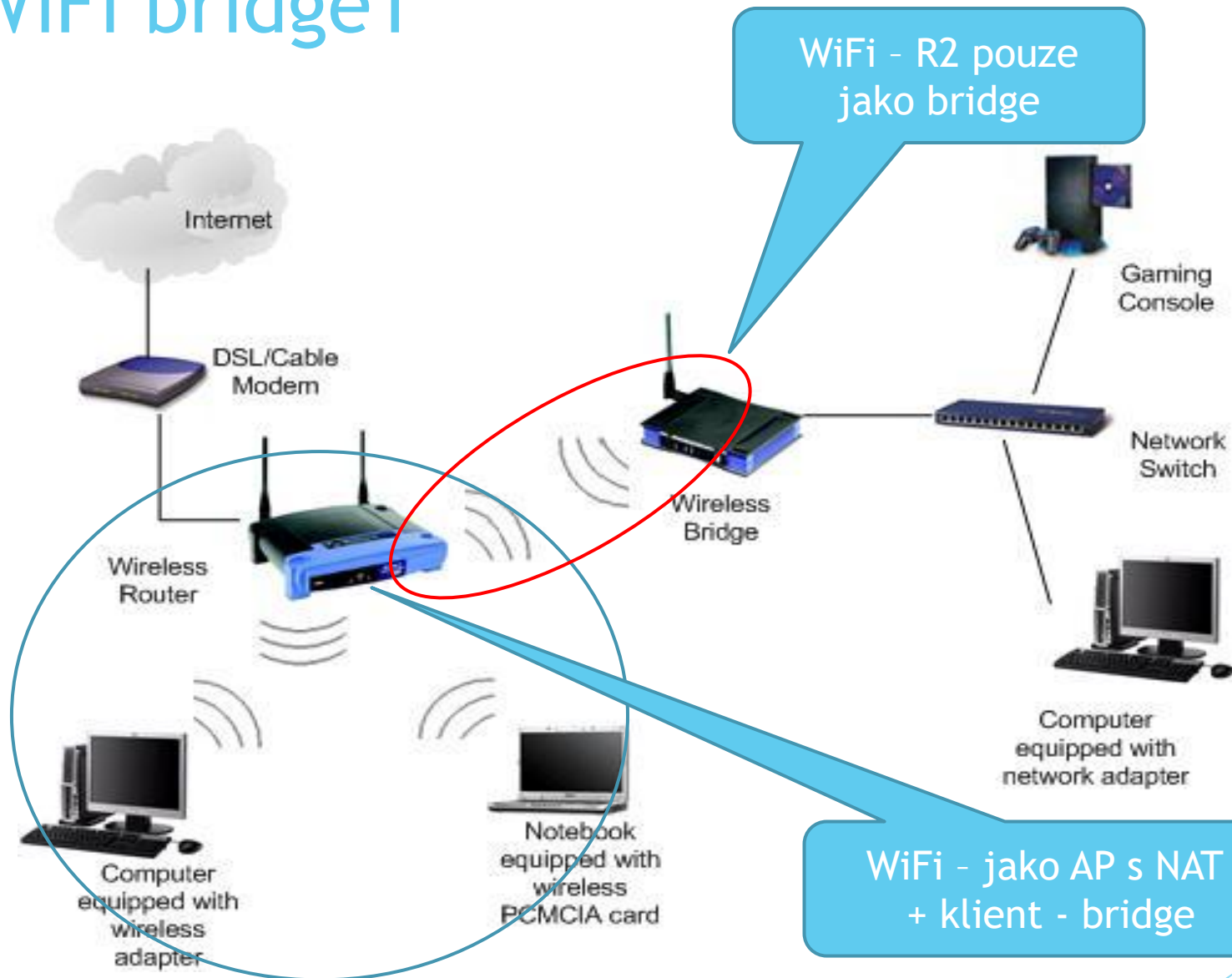
5) Bridge - bezdrátový spoj

- specifikován v normě 802.11c
- transparentní propojení počítačových sítí („prodloužení“)
- bezdrátový spoj se tváří stejně, jako kdyby zde vedl klasický UTP kabel

► Na obě strany lze připojit:

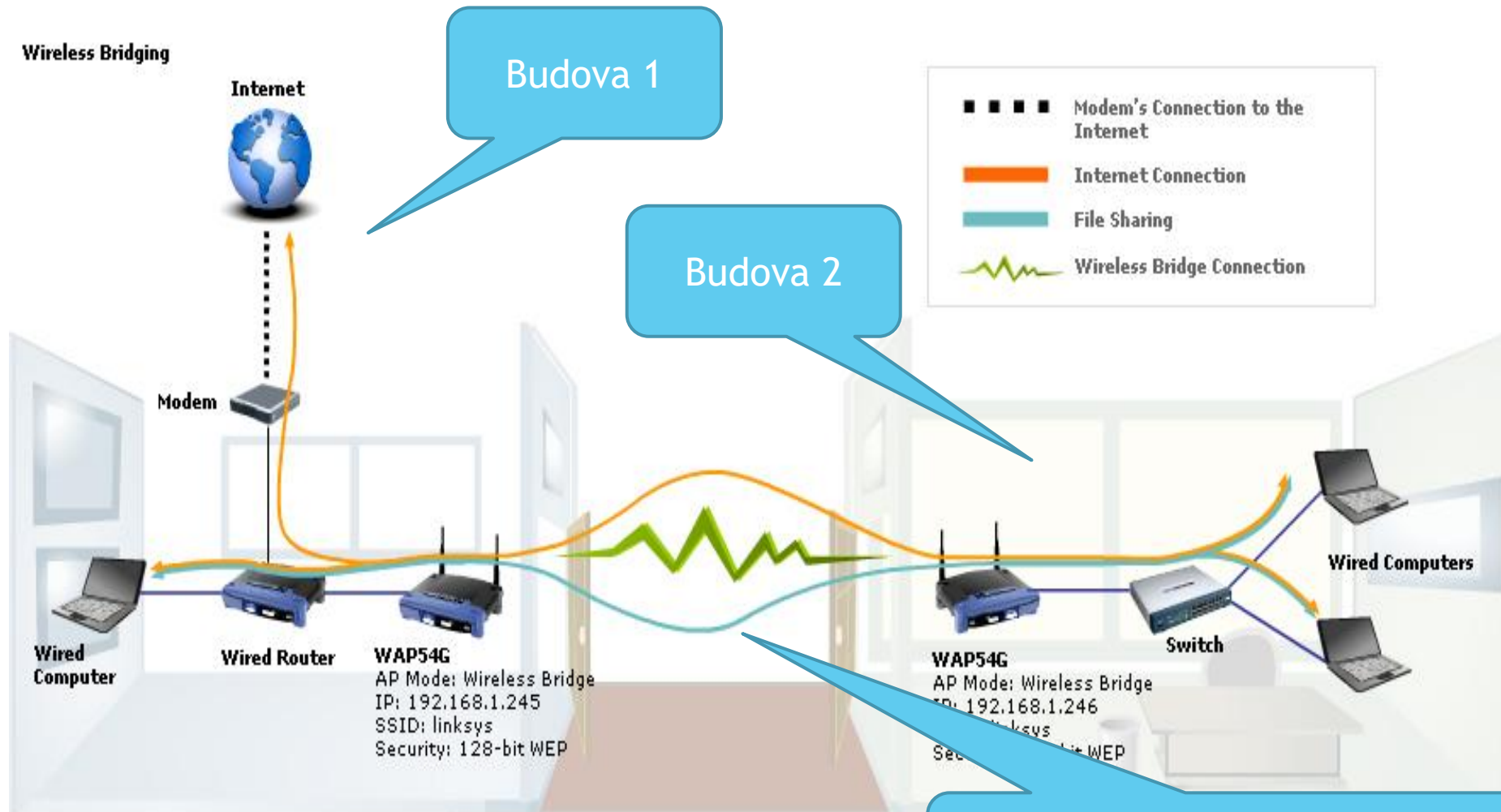
- switche + libovolný počet ethernetových zařízení

WiFi bridge1



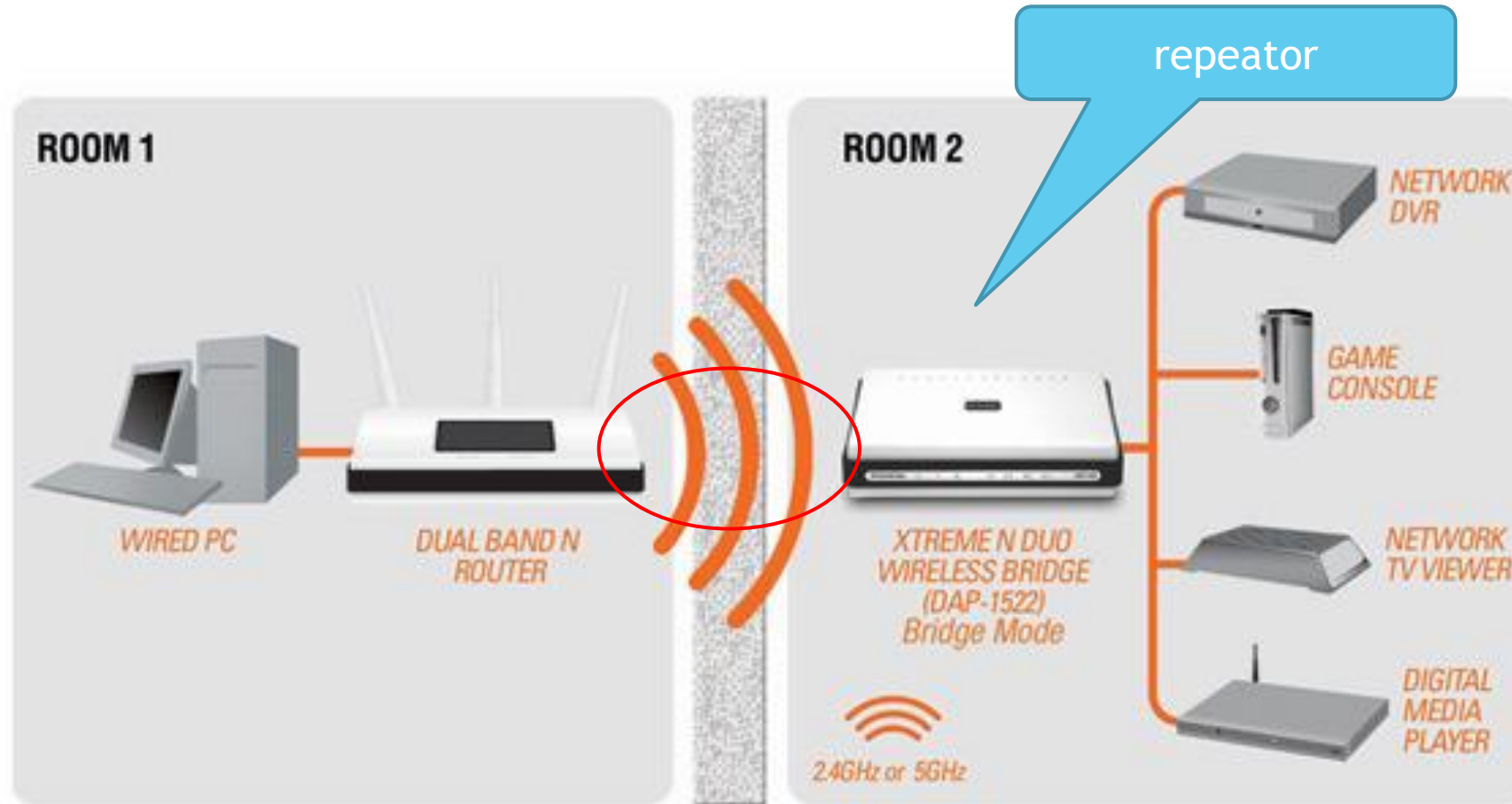
WiFi bridge2

Wireless Bridging

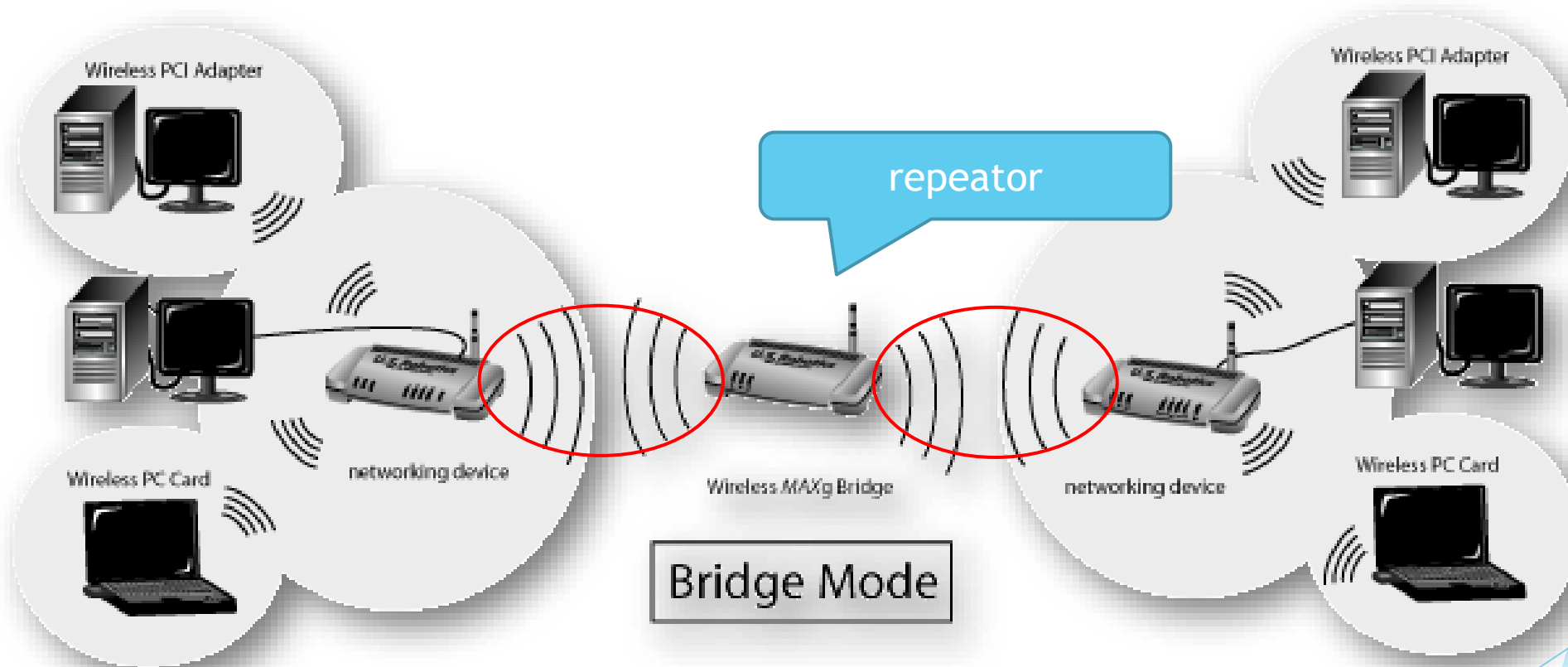


WiFi - R1R2 pouze jako bridge
(bez dalších klientů)

WiFi bridge3 - repeator

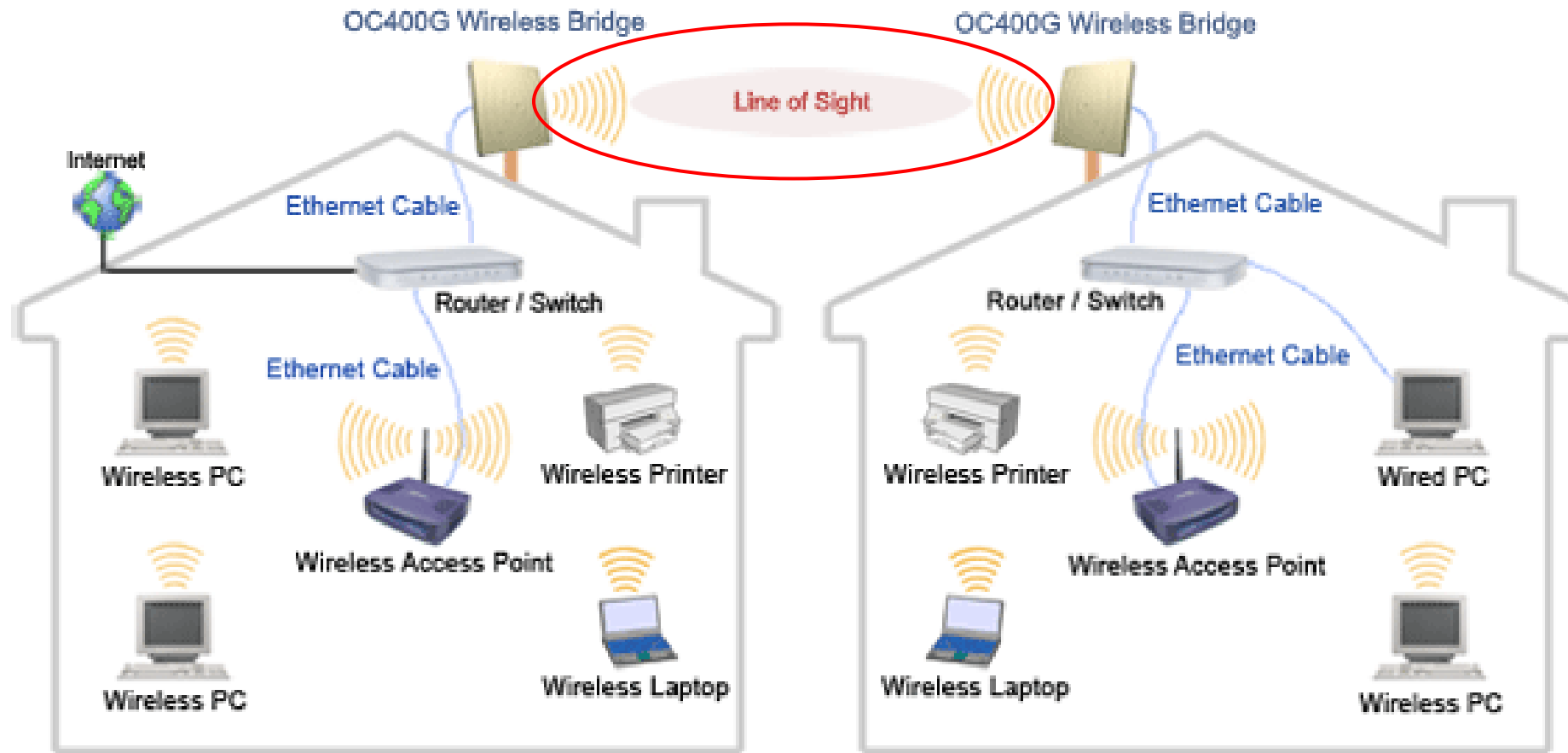


WiFi bridge4

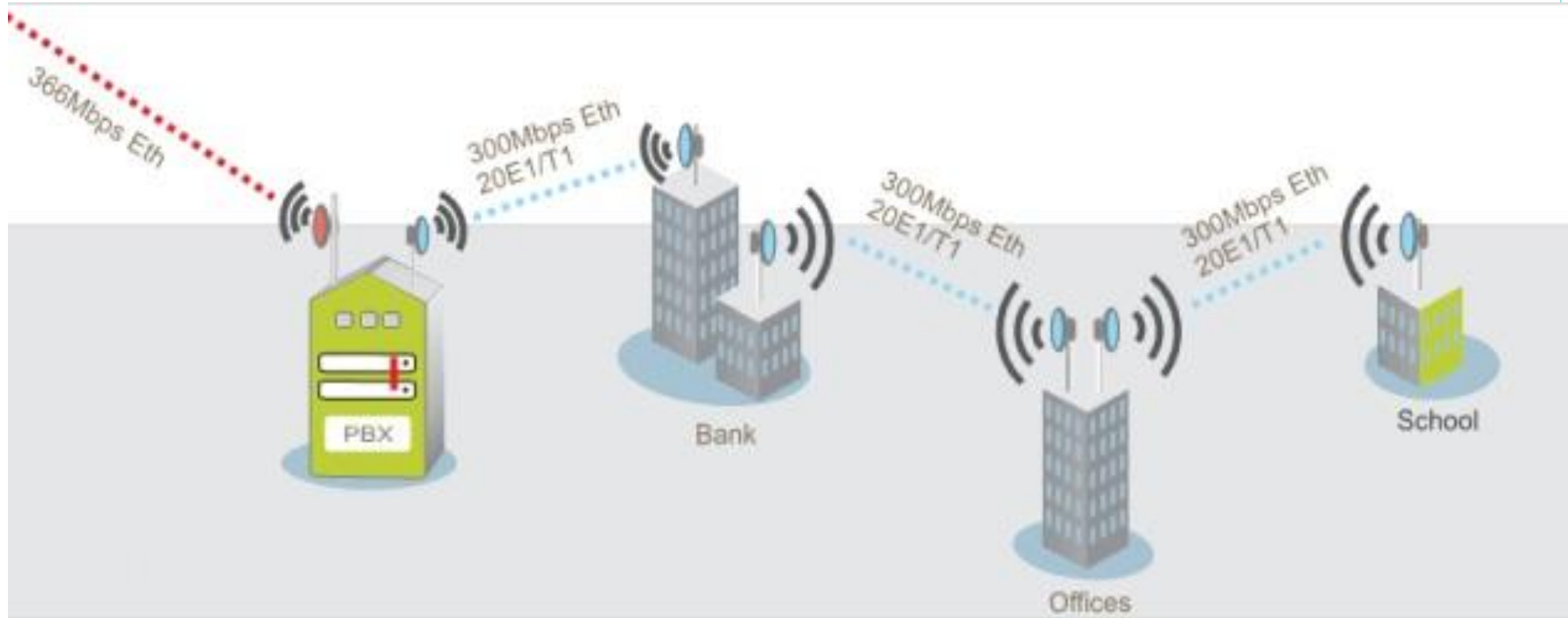


WiFi bridge5

TYPICAL POINT-TO-POINT WIRELESS NETWORK



WiFi bridge6



Principy bezdrátové komunikace

5) Bridge - Nastavování režimu

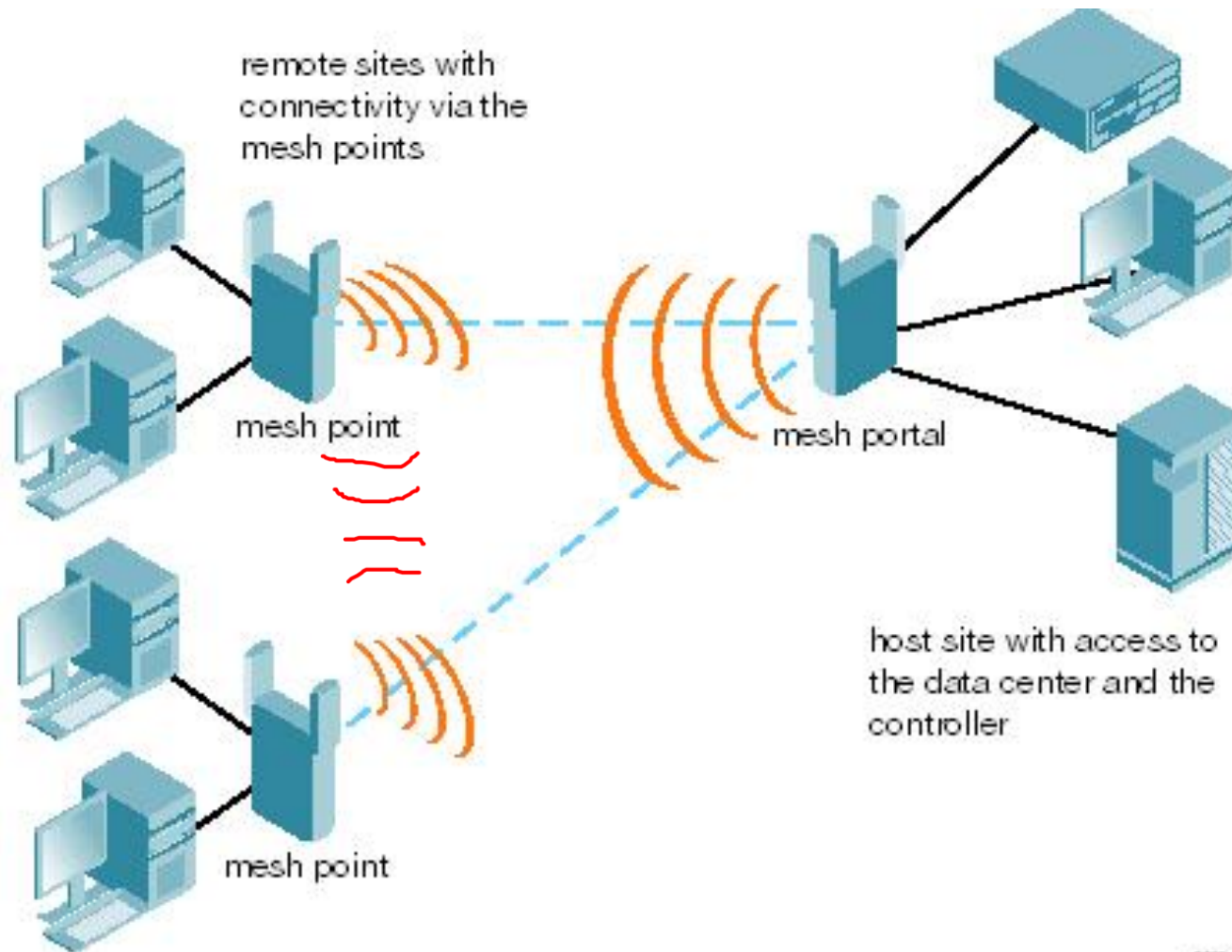
- ▶ Do obou spárovaných AP:
 - zadáváme ethernetovou **MAC adresa** protějščího zařízení
 - vznikne **point-to-point** WiFi spoj
 - Spoj je **naprosto odolný** proti pokusům o průnik
- ▶ Do takového spoje již **nelze připojit** další zařízení

Principy bezdrátové komunikace

6) MultiPoint Bridge

- ▶ Režim je podobný režimu ad-hoc
 - Všechny AP v síti - nakonfigurovány v tomto režimu
 - musí na sebe vzájemně „vidět“
- ▶ Všechny body v síti jsou pak 100% transparentně spojeny.

MultiPoint Bridge

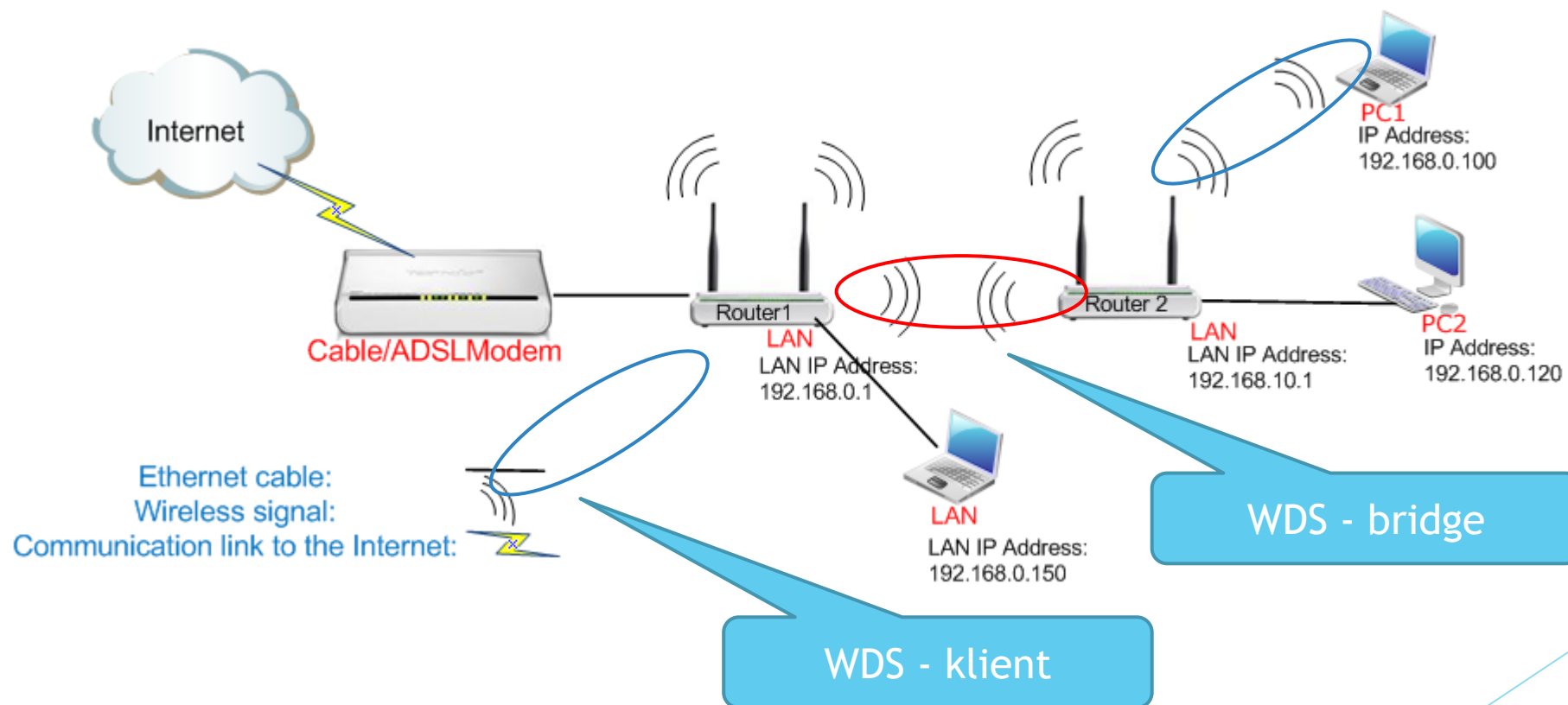


Principy bezdrátové komunikace

7) WDS

- ▶ Bezdrátové propojení **dvou access** pointů/routerů
 - Wireless Distribution Systém
- ▶ Všechny AP v síti - nakonfigurovány v tomto režimu
 - lze připojit až 6 zařízení k jednomu AP
- ▶ **Nedostatek:**
 - Vytvořením WDS bridge - snížení reálné rychlosti na **polovinu**
 - **Vysoká režie spoje**
 - Připojením dalších klientů - rychlost rapidně klesá

Principy bezdrátové komunikace - WDS



Principy bezdrátové komunikace

WDS

- ▶ Použitelné je pro malé sítě
 - Kde nezáleží na rychlosti přenášených dat
 - Omezený počet WiFi klientů na obou AP
- ▶ **Lepší řešení:**
 - Repeater - zvýšení dosahu signálu
 - Nebo 2 AP jako obyčejný klient
 - Ohleduplnější na rychlost

Principy bezdrátové komunikace

► SSID - Service Set Identifier

- Jedinečná **identifikace AP** - Textový řetězec
 - maximálně 32 znaků
- SSID - vysílán v „majákovém režimu“
 - čitelný všemi wifi klienty - **broadcast**

► Všechna WiFi zařízení:

- při vzájemné komunikaci - musí předávat **tentýž SSID**
- Pokud ne - komunikace přerušena
- Předávají SSID příslušného AP

Principy bezdrátové komunikace

► Varianty SSID

- AD-HOC:
- z klientských zařízení bez přístupového bodu (AP)

► Při ztrátě spojení s jedním zařízením:

- ostatní zařízení spolu dále komunikují

Principy bezdrátové komunikace

► Varianty SSID

- Infrastrukturní síť - obsahuje přístupové body (AP):
- BSS (Basic Service set ESS (Extended Service Set):
 - Konfigurace skupin klientů
 - AP si předávají klienta - podpora **roamingu**:
 - uživatelé skupiny ESS mohou volně cestovat mezi BSS
 - přičemž je zachováno trvalé připojení

Principy bezdrátové komunikace

▶ Nastavení SSID

- Manuálně - klientské síťové nastavení
- Automaticky

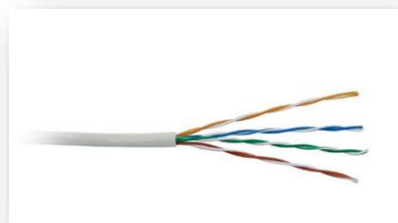
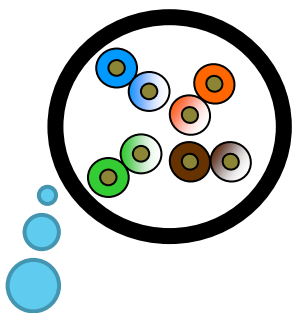
▶ Název sítě:

- obvykle nastavován k pojmenování síťového operátora
 - například jméno společnosti (SPS-CL-FREE, ...)

▶ SSID v síti :

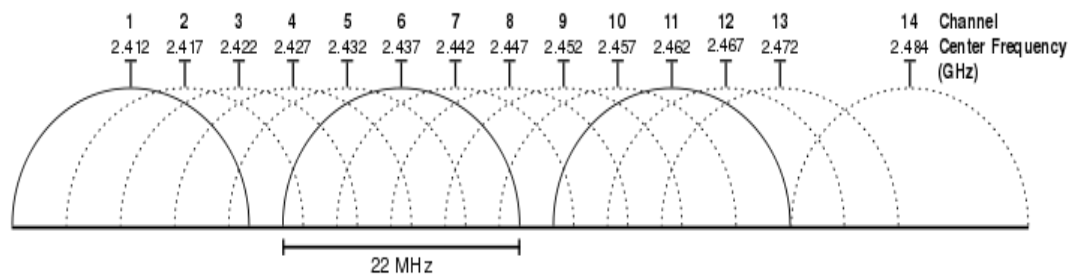
- považujeme za první úroveň zabezpečení
- **změnit tovární SSID**

Rychlost přenosu dat - TP/ WiFi ???



1 vysílač/přijímač:
4 páry - 4 přenos.kanály
Full duplex

1 vysílač/přijímač: 1 kanál **Half duplex**
2 vysílače/... : 2 kanály **Full duplex**



Rychlost přenosu dat WiFi

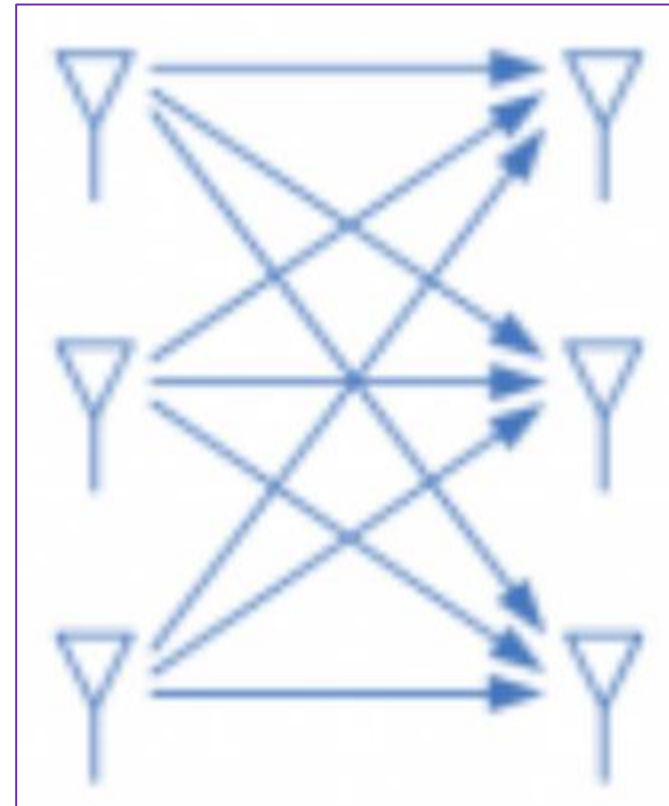
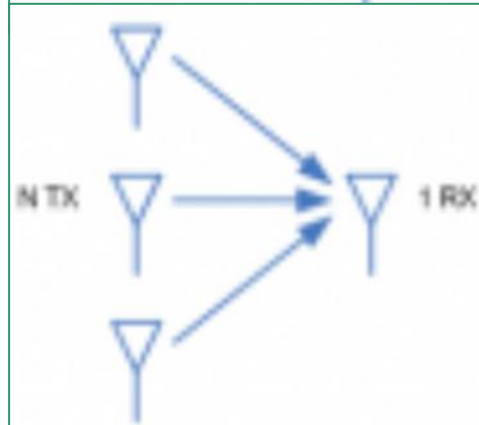
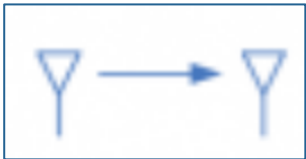
SISO/MIMO

- **SISO: Single-Input Single-Output**
 - Jeden vstup - jeden výstup
 - Komunikace jednou anténou/vysílač...tuner - jeden kanál
 - **Half duplex**
- **MIMO: Multiple-input multiple-output**
 - Více vstupů - více výstupů (více vysílačů...tunerů)
 - Komunikace více anténami
 - Možnost komunikovat více kanály
 - Možnost **full duplexu**

SISO ... MIMO (varianty)



SISO/SIMO-MISO/MIMO



Kompatibilita WiFi

MIMO

- rádiová komunikace využívá vícecestné šíření
- k **zvýšení** propustnosti a dosahu (více kanálů)
- nebo k **snížení** počtu přenosových bitových chyb
 - (výběr kvalitnějších paketů z více zdrojů)

Kompatibilita WiFi

MIMO

- 802.11ax (2,4 a 5GHz)- rychlost 1 streamu
- až 600 Mb: při 4X4 MIMO (4 streamy - 2400Mb),
- až 450 Mb: při 3X3 MIMO (3 streamy - 1350Mb),
- až 300 Mb: při 2X2 MIMO (2 streamy - 600Mb).