

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 rychlosť
 2. frekvenci
 3. používanou modulaci

Standardy bezdrátových sítí IEEE 802.11

- ▶ Wi-Fi:
 - Dle standardů přenosová rychlosť:
 - poměrně dobrá ale jen **teoretická**
 - v praxi nedosažitelná (40-50%)
- ▶ Vlivy ovlivňující skutečnou rychlosť:
 - 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:
 - bud' 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/příjmat by se muselo současně na **více kanálech**
 - Nezbytné by byly **dvě** antény s dvěma vysílači
 - Vysílací / příjmací

Bezdrátové přenosy - Wifi standardy

► WiFi - 5 (2013) 802.11 ac

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

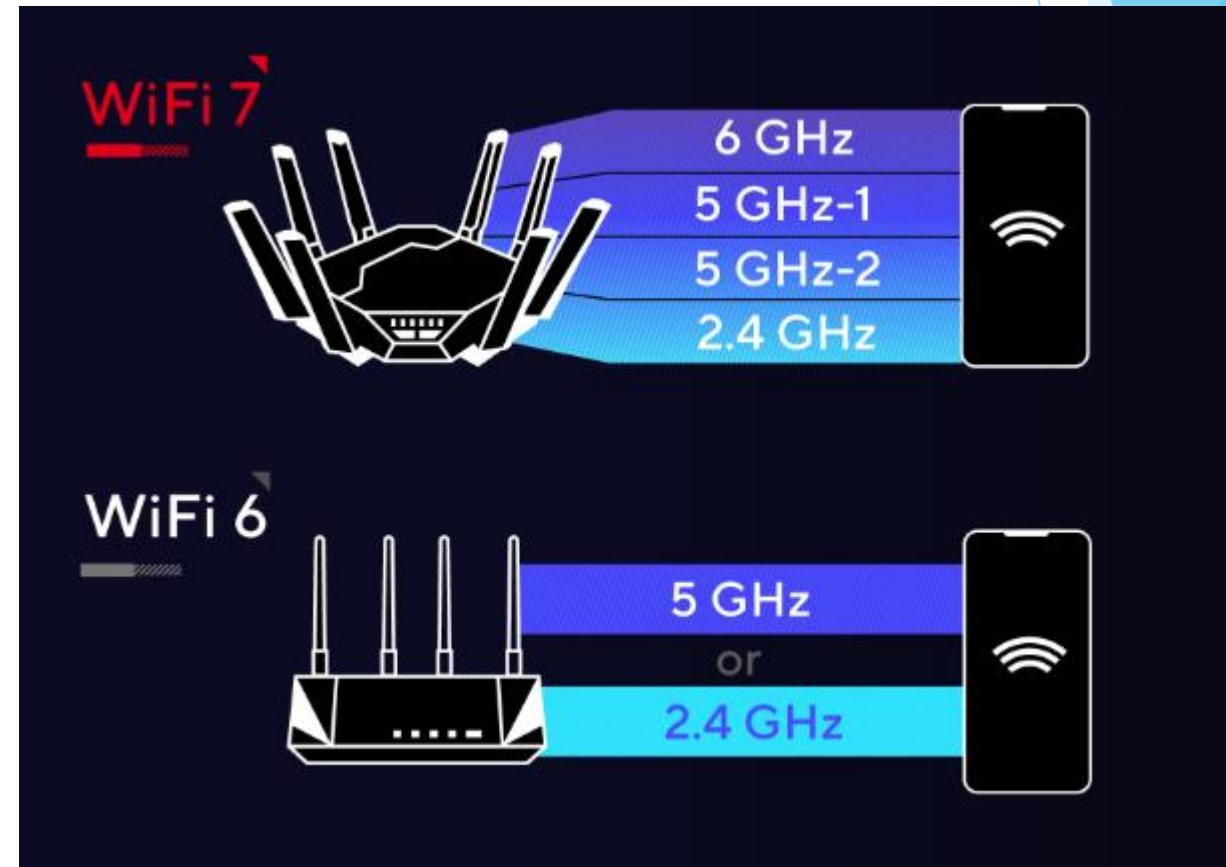
- Router (s 802.11 b/g/n/ac/ax)
- **Wifi externí karta** - USB Dongle 802.11 ax



Bezdrátové přenosy - Wifi standardy

► WiFi - 7 802.11 be

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



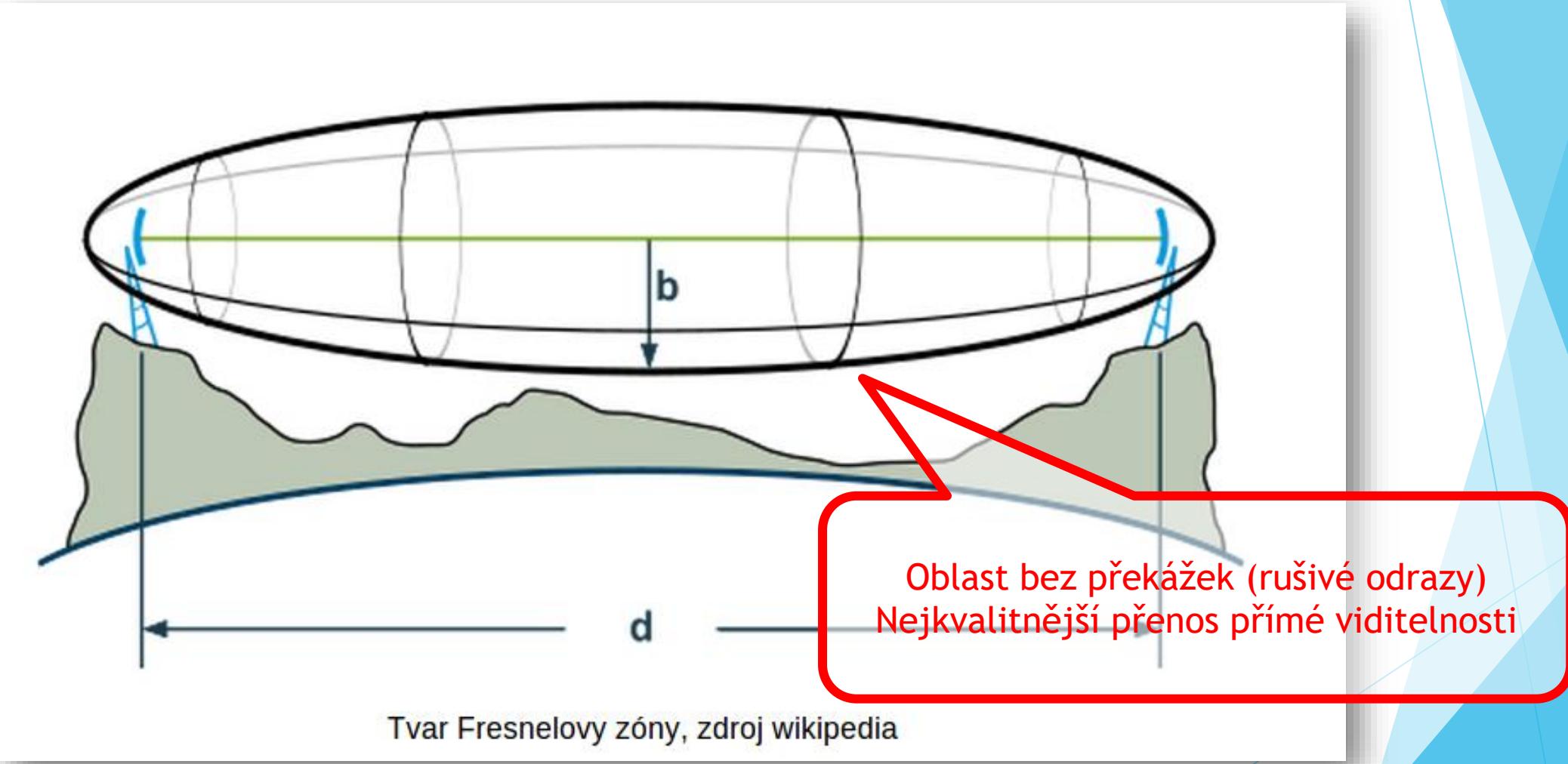
Bezdrátové přenosy - reálné ztráty

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



Bezdrátové přenosy - reálné ztráty

- ▶ Na straně vysílače / příjmače:
 - 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 / příjmací straně
- Ztráty kompenzovány:
- Vysílacím výkonem
 - Ziskem vysílacích/příjímacích antén
 - Jednotky: **dBm** (decibel nad miliwattem)

Bezdrátové přenosy - reálné ztráty

► Vysílací výkon - ČTÚ:

- 2,4GHz sítí: 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

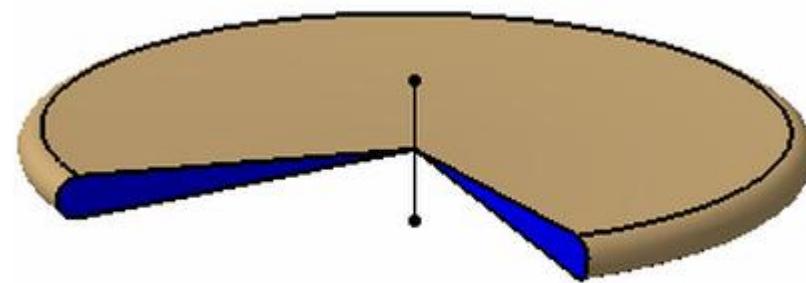
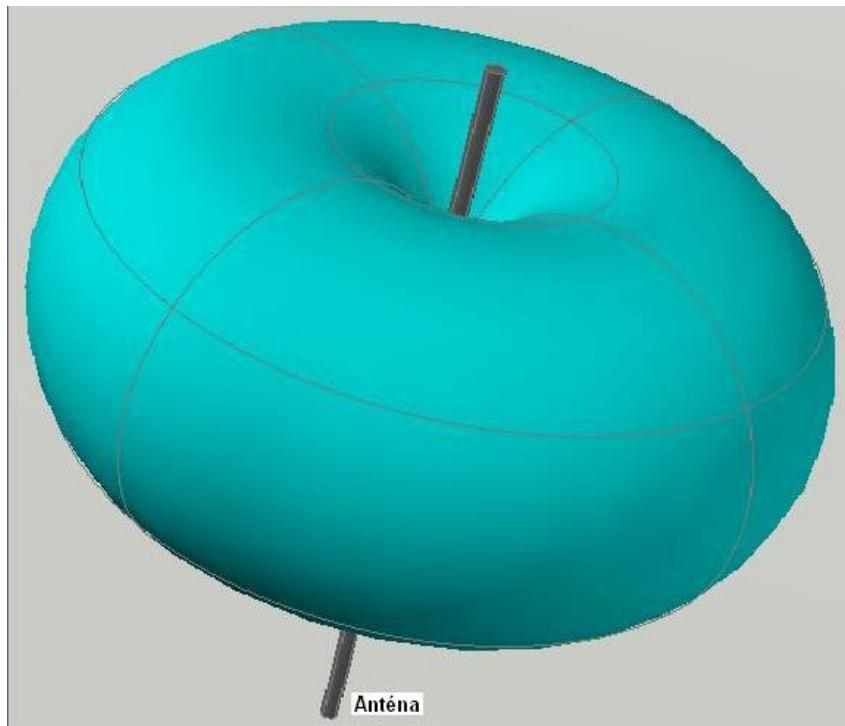
- ▶ Šíření signálu - dosah 100ky m
 - Speciální antény: přenos signálu i na několik km
- ▶ Rozdělení wifi antén dle šíření signálu:
 - Všesměrové vyzařovací úhel 360°
 - Sektorové vyzařovací úhel 30° až 180°
 - Směrové vyzařovací úhel $<10^\circ$

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:



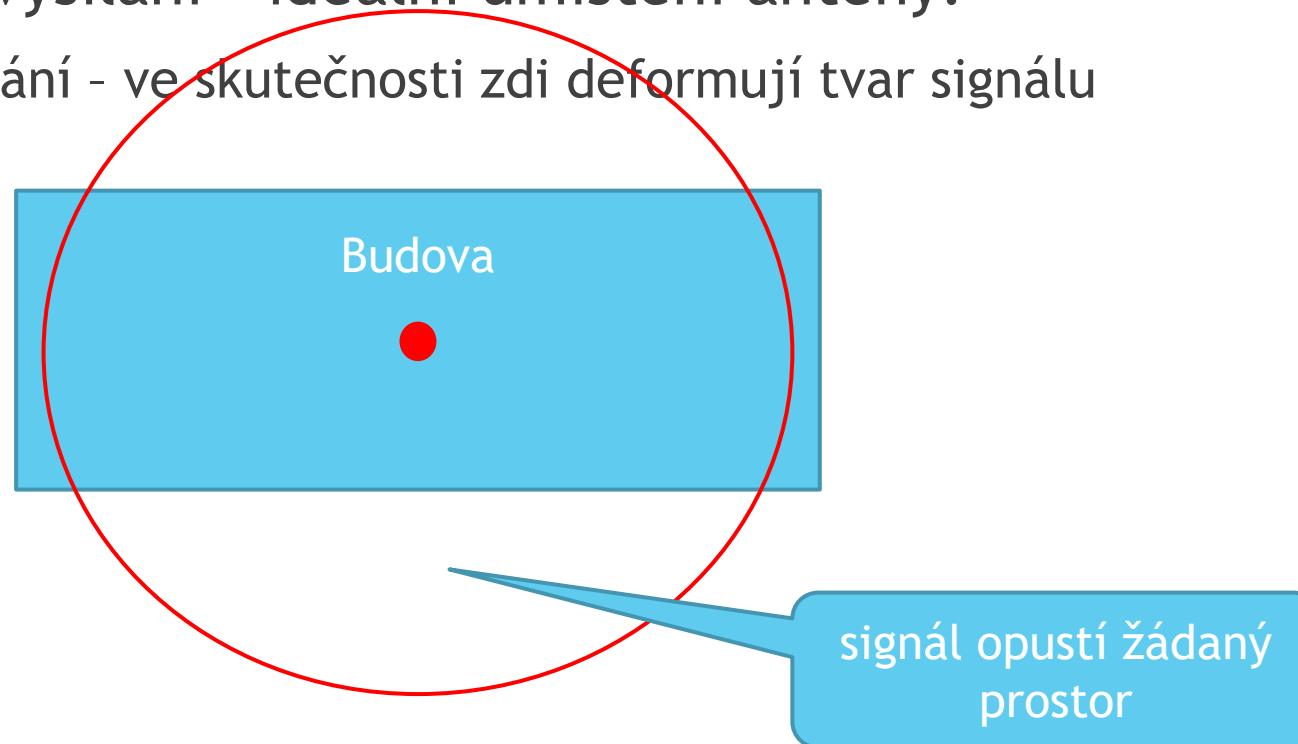
WaveRF OMNI8 - všesměrová, zisk 8dBi

Jedna siločára
Elmag pole

20°

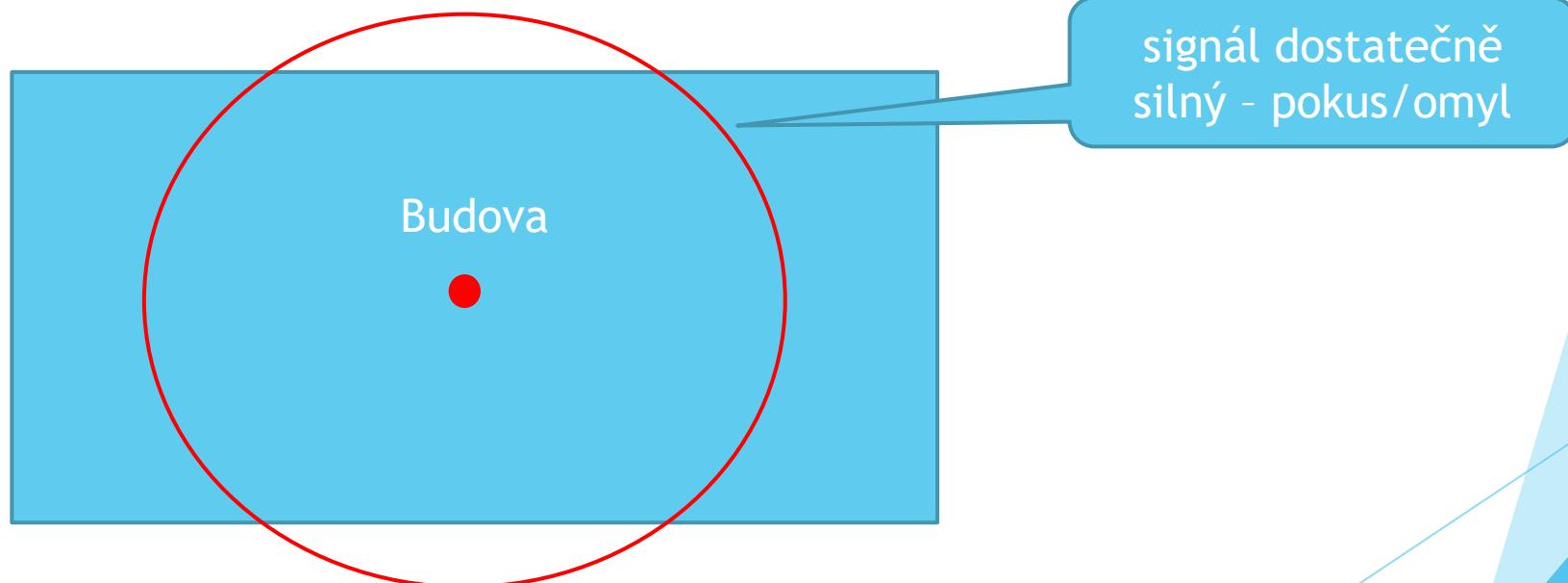
Bezdrátové přenosy - šíření signálu

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



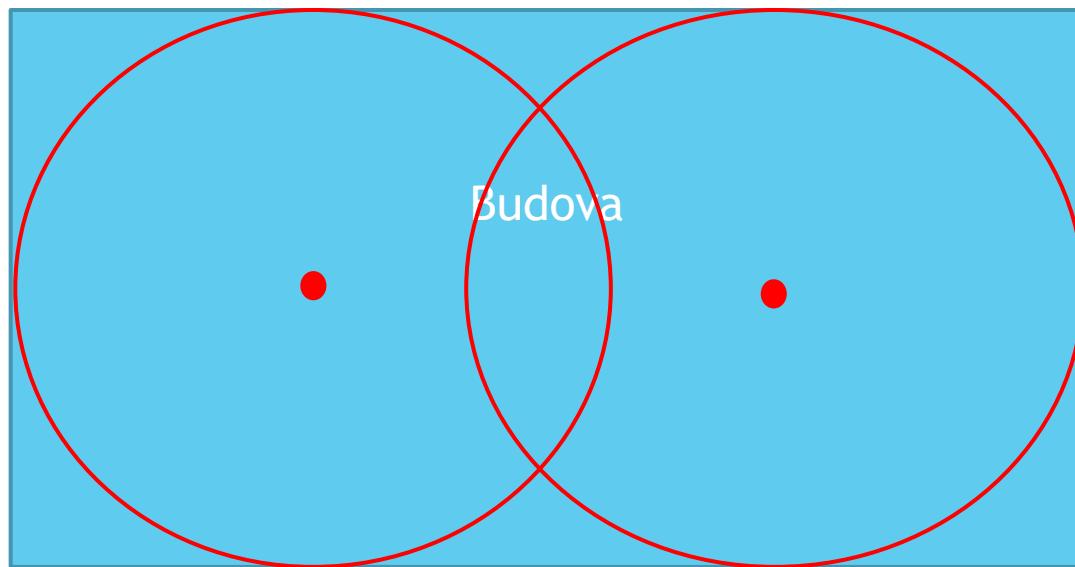
Bezdrátové přenosy - šíření signálu

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



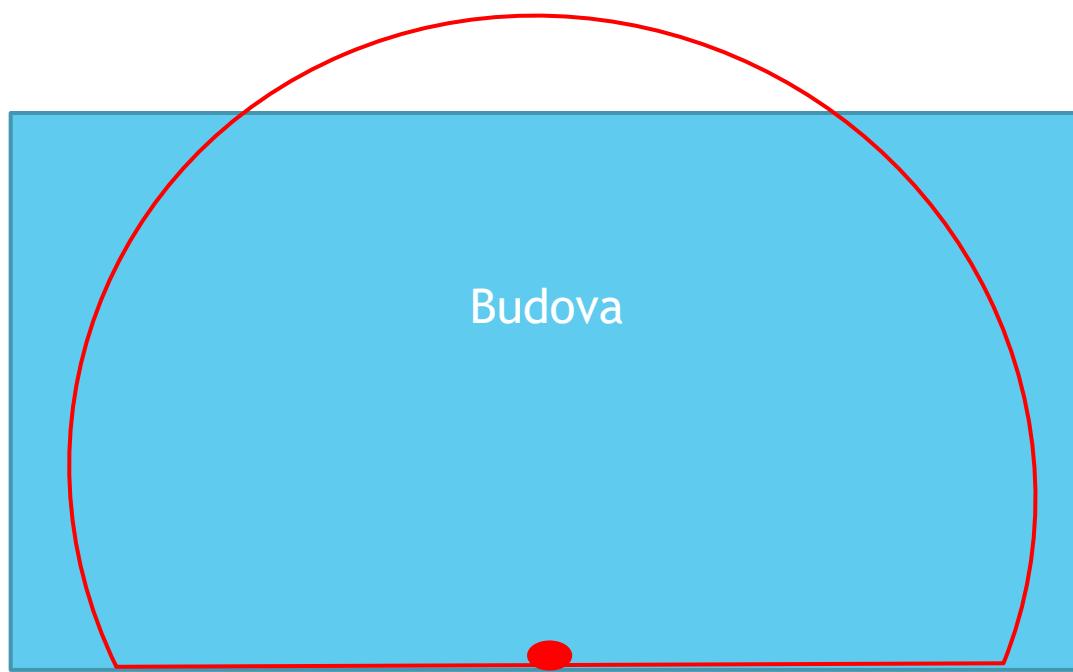
Bezdrátové přenosy - šíření signálu

- ▶ Všesměrové vysílání - řešení více wifi zařízeními:



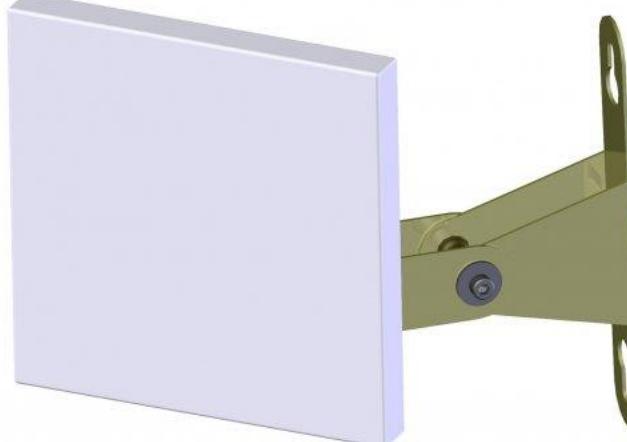
Bezdrátové přenosy - šíření signálu

- ▶ 2) Sektorové vysílání - lepší řešení:



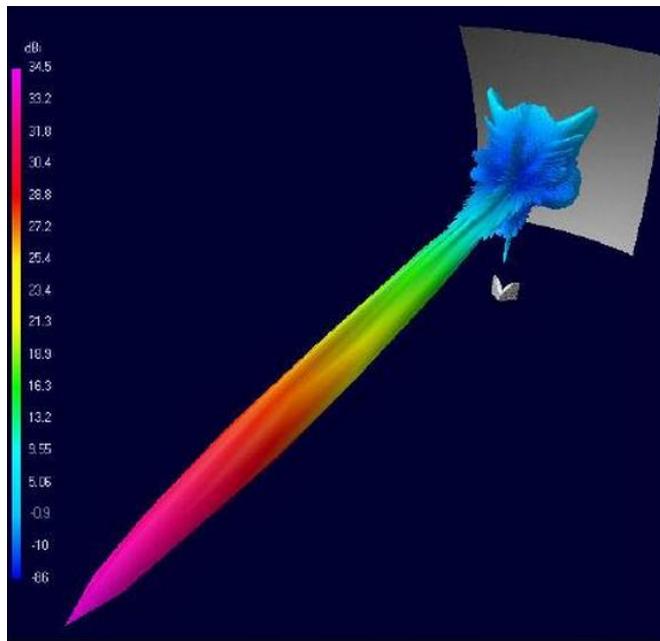
Bezdrátové přenosy - šíření signálu

- ▶ Sektorová anténa:



Bezdrátové přenosy - šíření signálu

- ▶ 3) směrové vysílání:



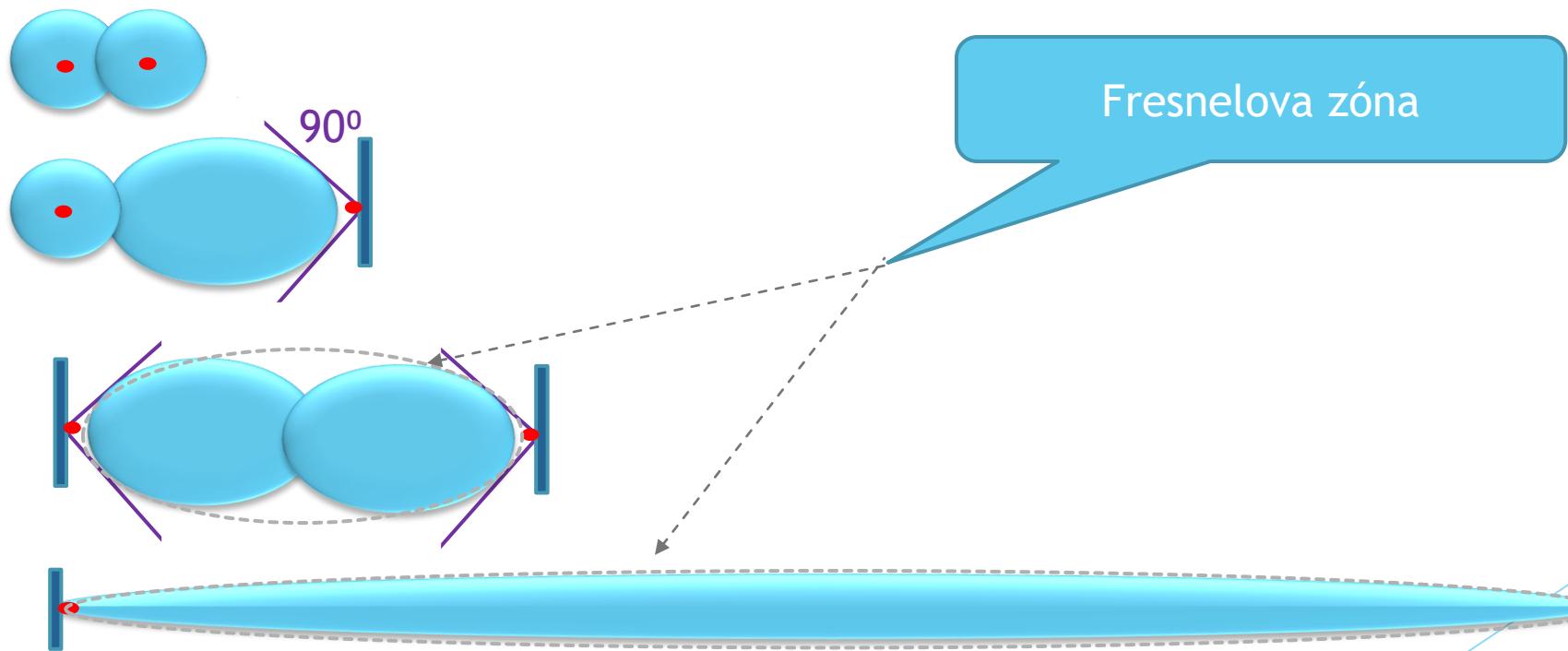
Bezdrátové přenosy - šíření signálu

- ▶ Směrové vysílání - Yagi anténa:



Dosah vysílání - volbou antén

Nadhled:



Bezdrátové přenosy - šíření signálu

► Kolize ve vysílání:

- Při současném vysílání více uzelů - 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
 - Carrier Sense (Naslouchání nosné vlny):
 - vysílač naslouchá: zda-li jiné uzly již nevysílají
 - Vysílá-li uzel: vysílač počká, než probíhající vysílání skončí
 - Multiple Access (Vícenásobný přístup):
 - vysílání přijímá více uzlů
 - Collision Avoidance (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)

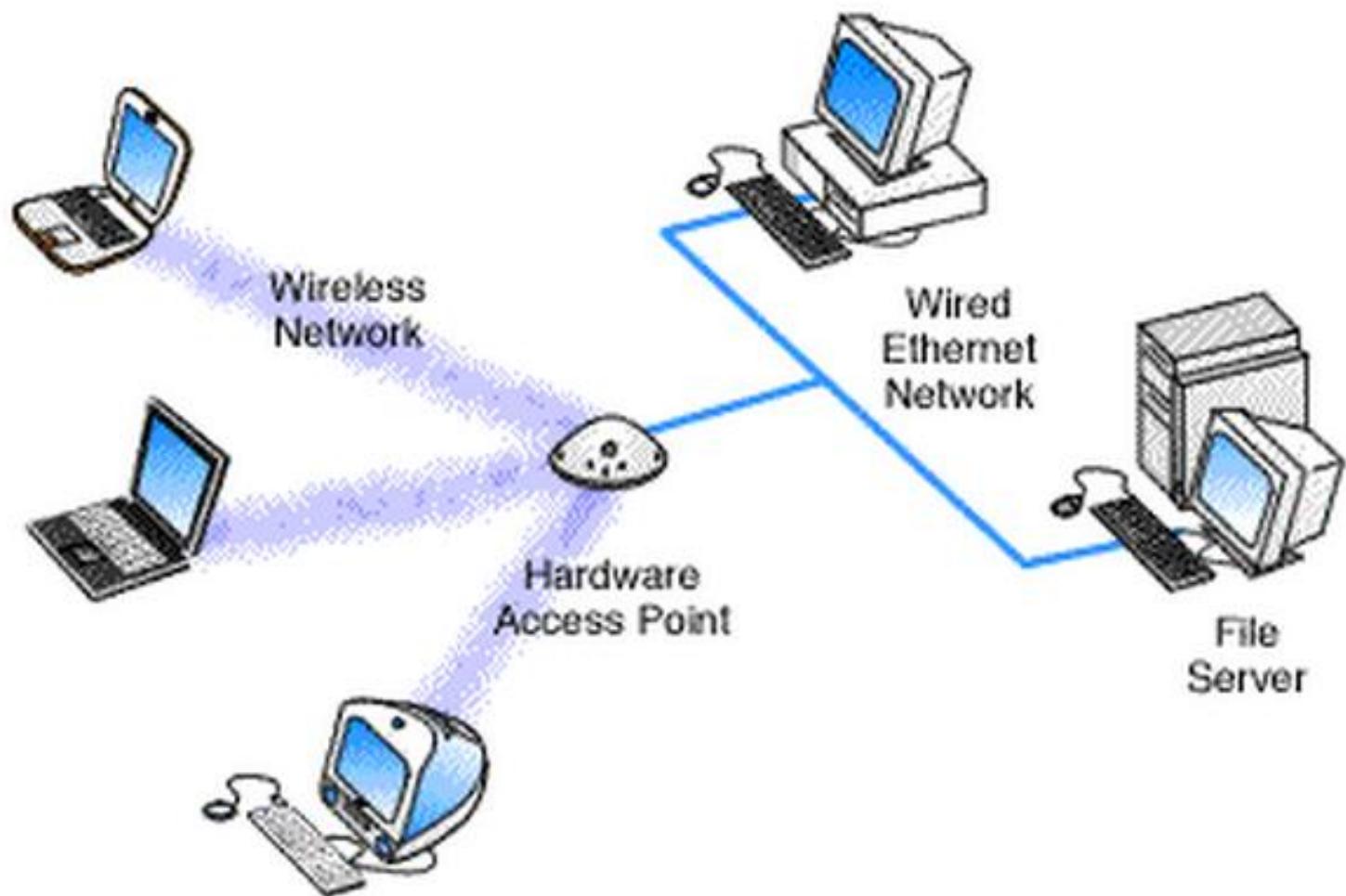
- „WiFi Switch“
- Uzle - připojeny k **jednomu** centrálnímu prvku
- Připojení uzlů/hostů:
 1. Interní karty: Wi-Fi karty (PCI/PCMCIA)
 2. Externí karty: USB Wifi dongle

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
- jakákoli překážka - sílu signálu **znatelně** snižuje

Principy bezdrátové komunikace

WiFi router:

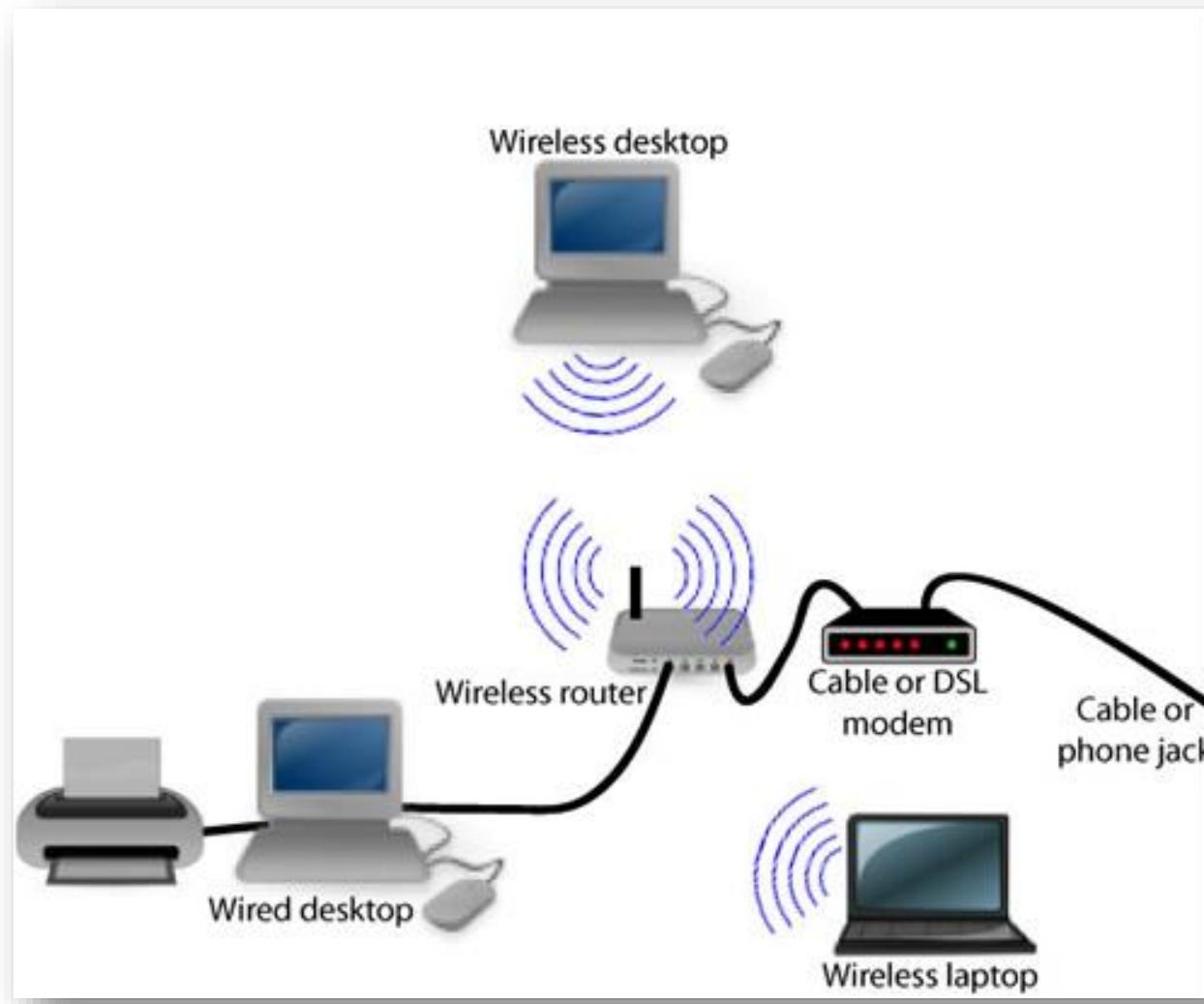


WAN
+ LAN WiFi switch



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

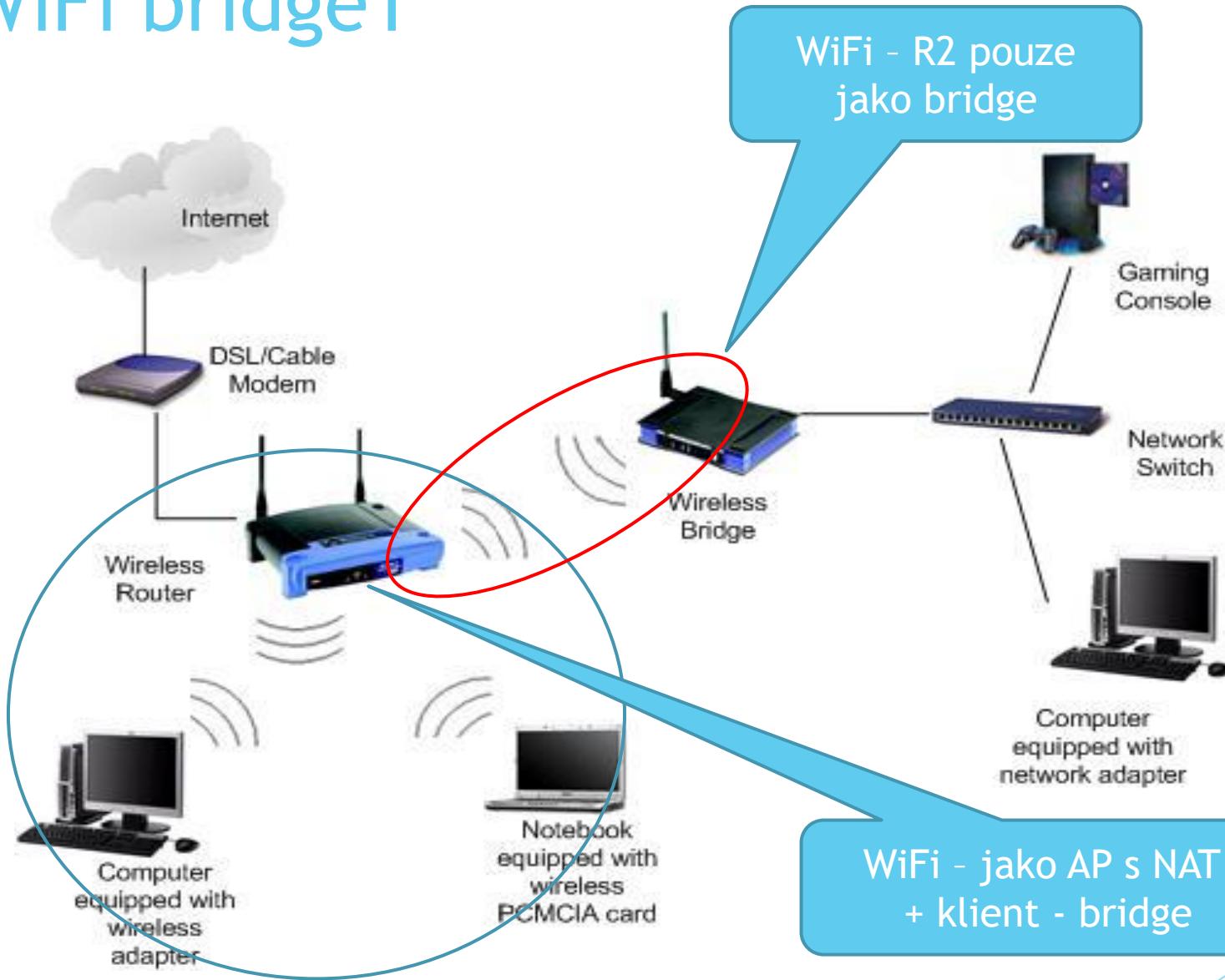
5) Bridge - bezdrátový spoj

- 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:

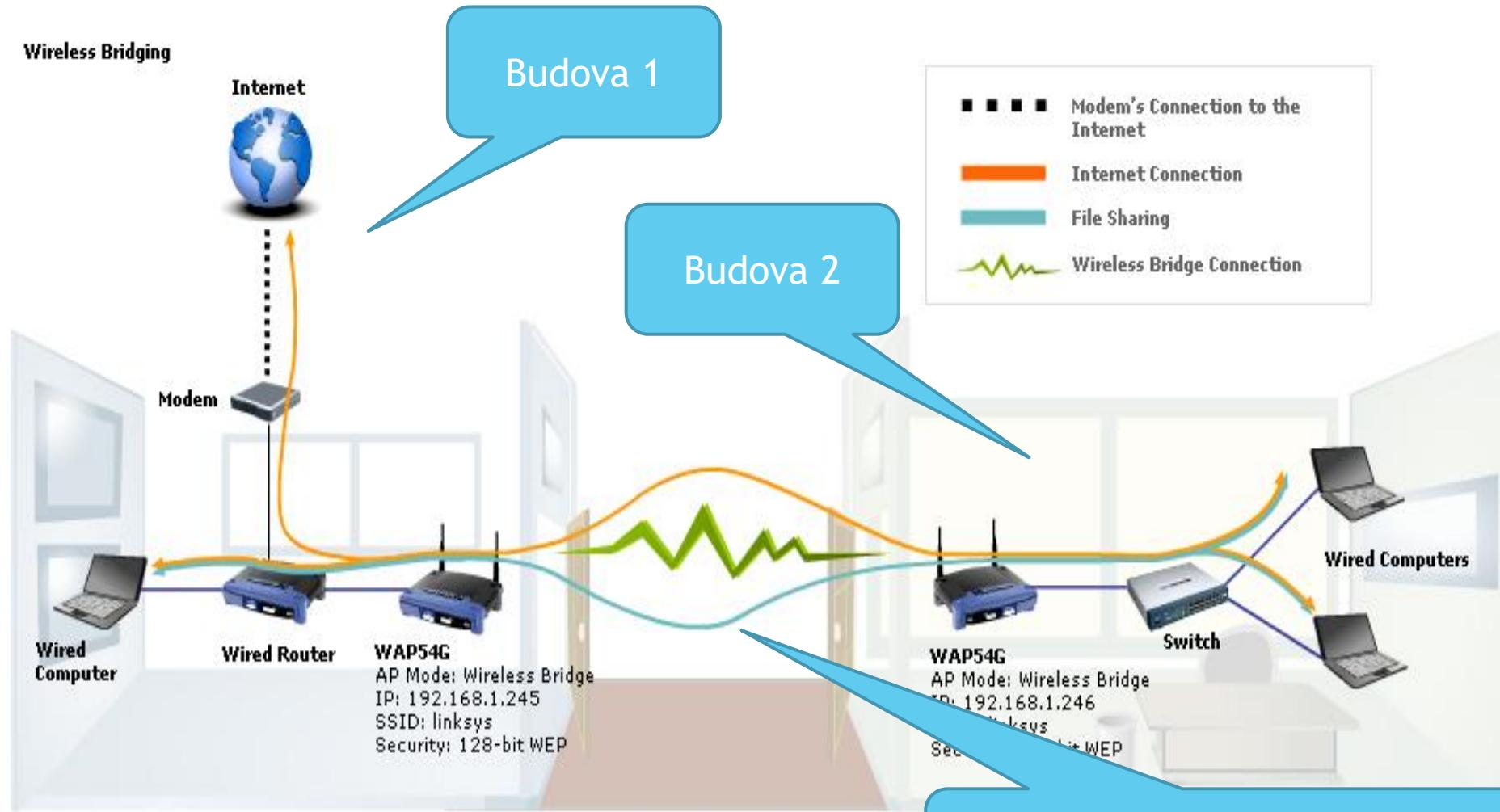
- switche + libovolný počet ethernetových zařízení

WiFi bridge1



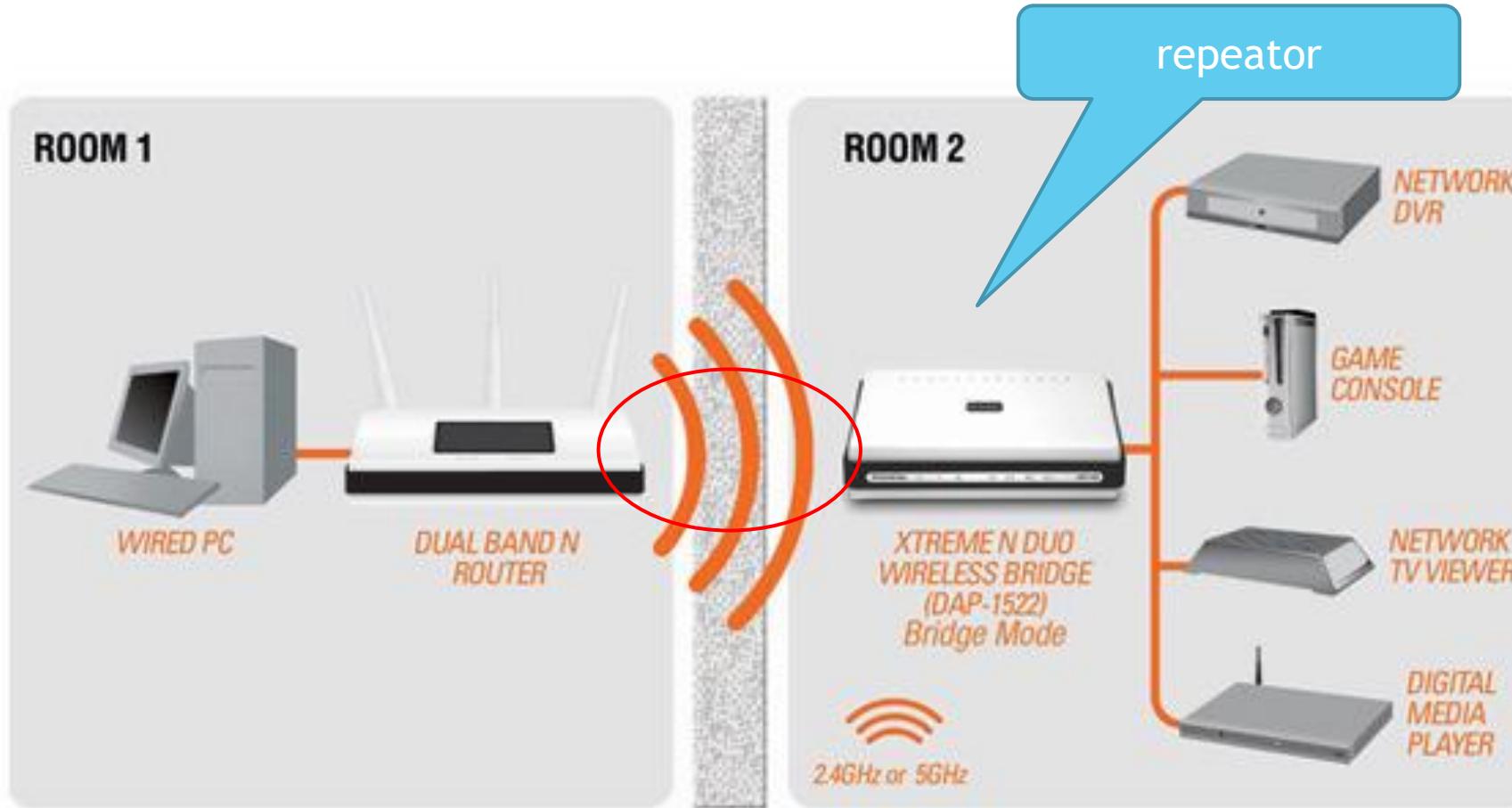
WiFi bridge2

Wireless Bridging

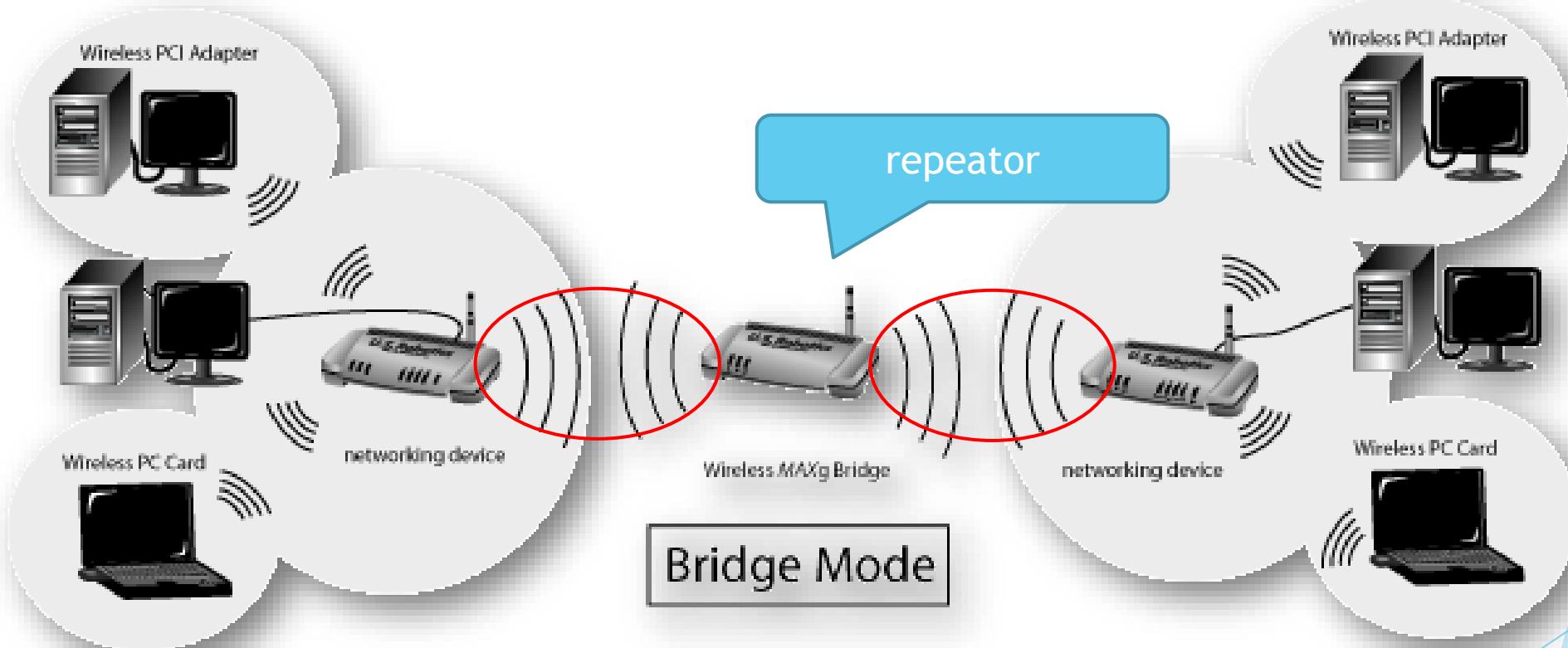


WiFi - R1R2 pouze jako bridge
(bez dalších klientů)

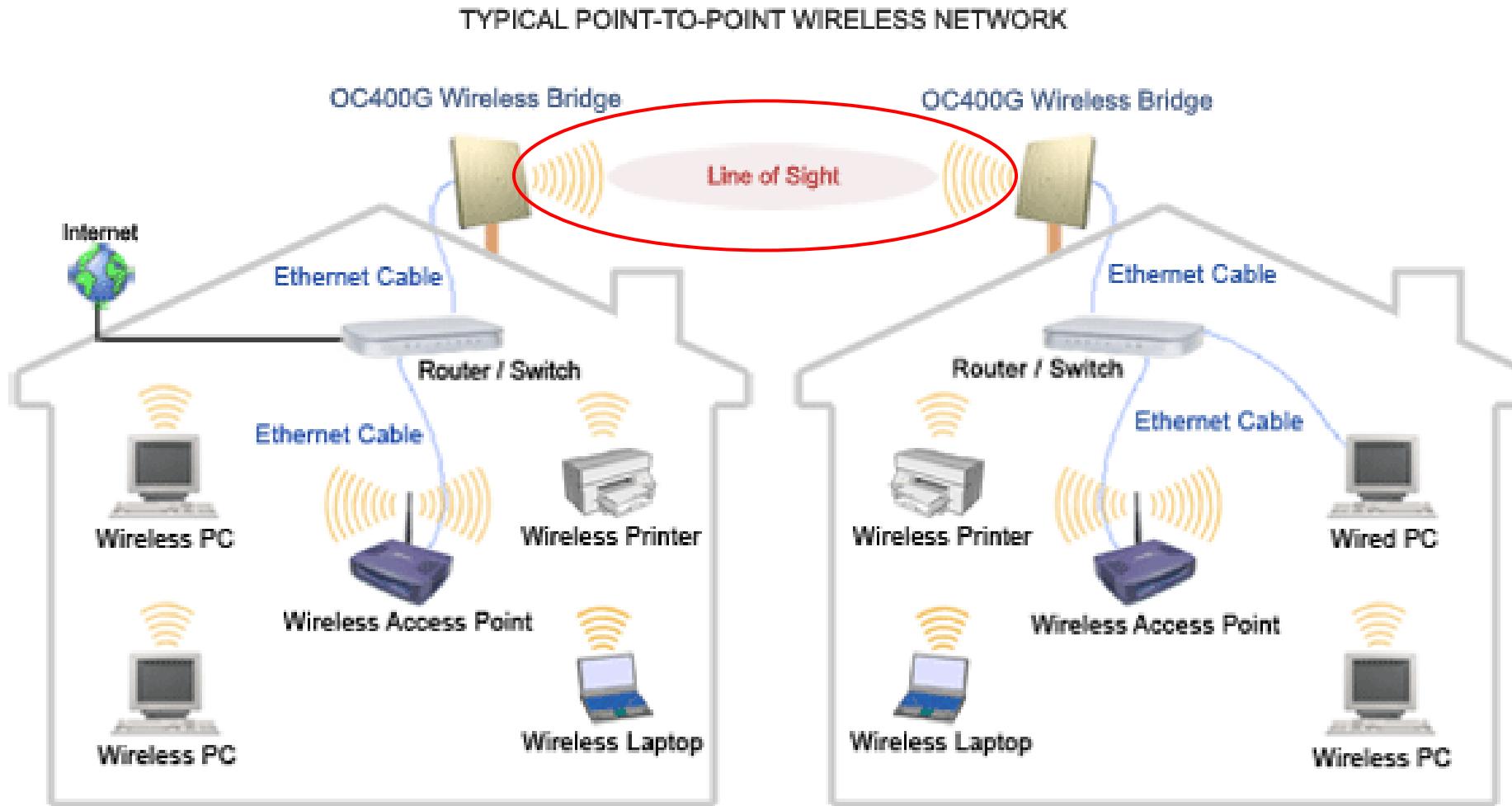
WiFi bridge3 - repeator



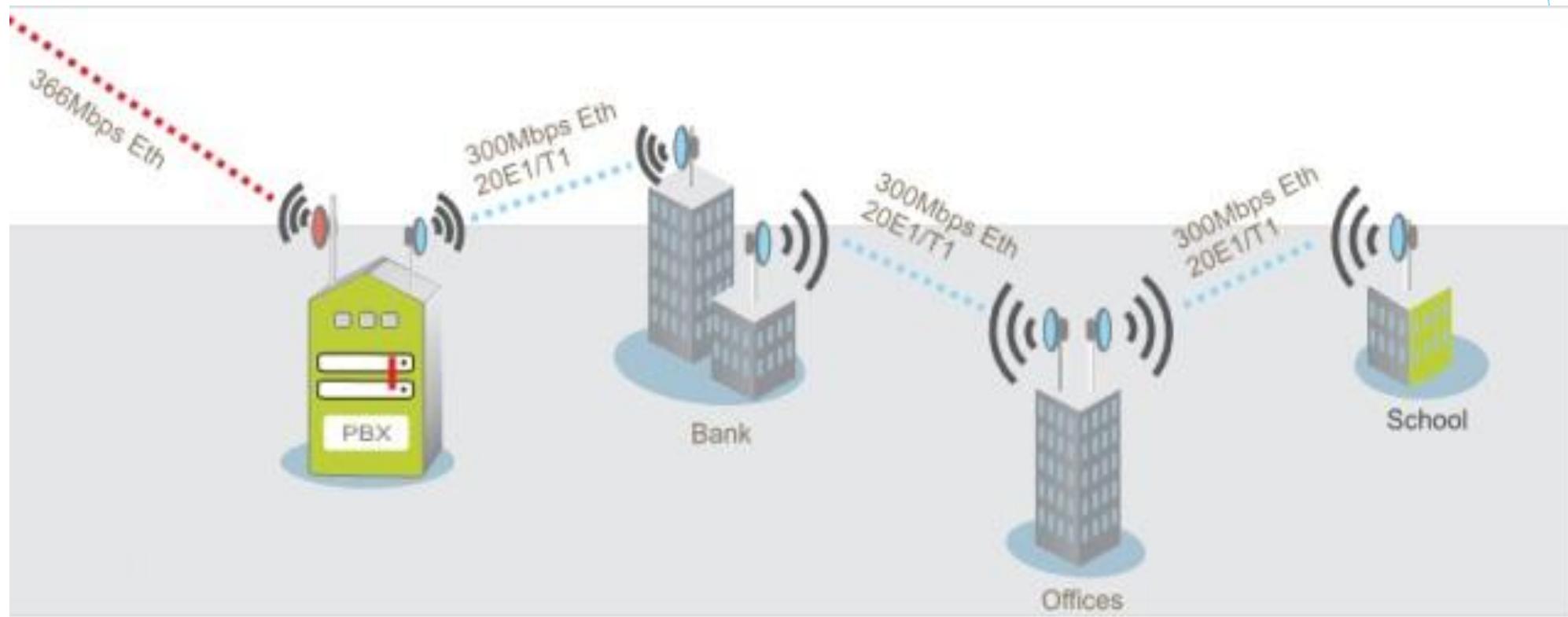
WiFi bridge4



WiFi bridge5



WiFi bridge6



Principy bezdrátové komunikace

5) Bridge - Nastavování režimu

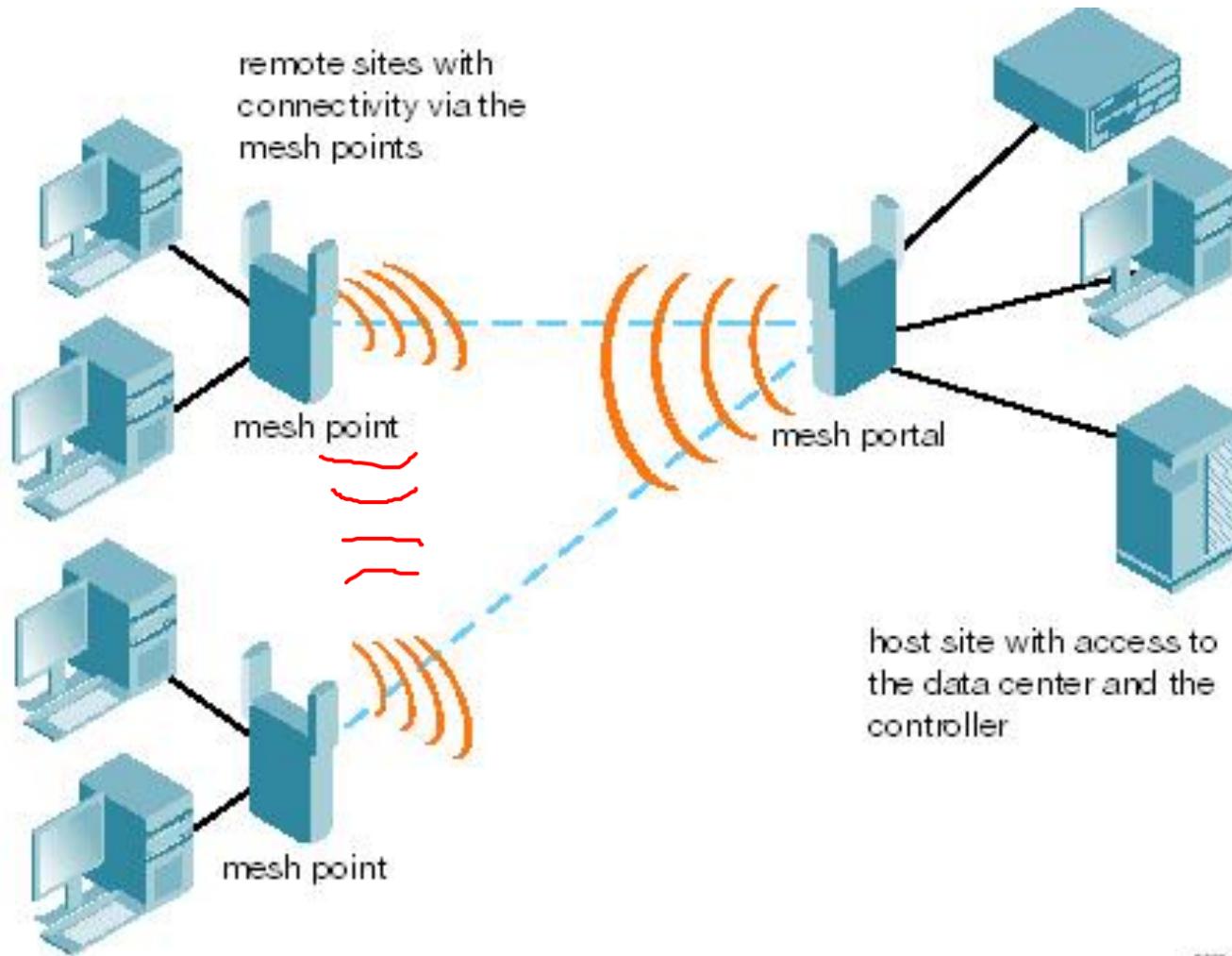
- ▶ Do obou spárovaných AP:
 - zadáváme ethernetovou **MAC adresu** protějšího zařízení
 - vznikne **point-to-point** WiFi spoj
 - Spoj je **naprosto odolný** proti pokusům o průnik
- ▶ Do takovéhoto spoje již **nelze připojit** další zařízení

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

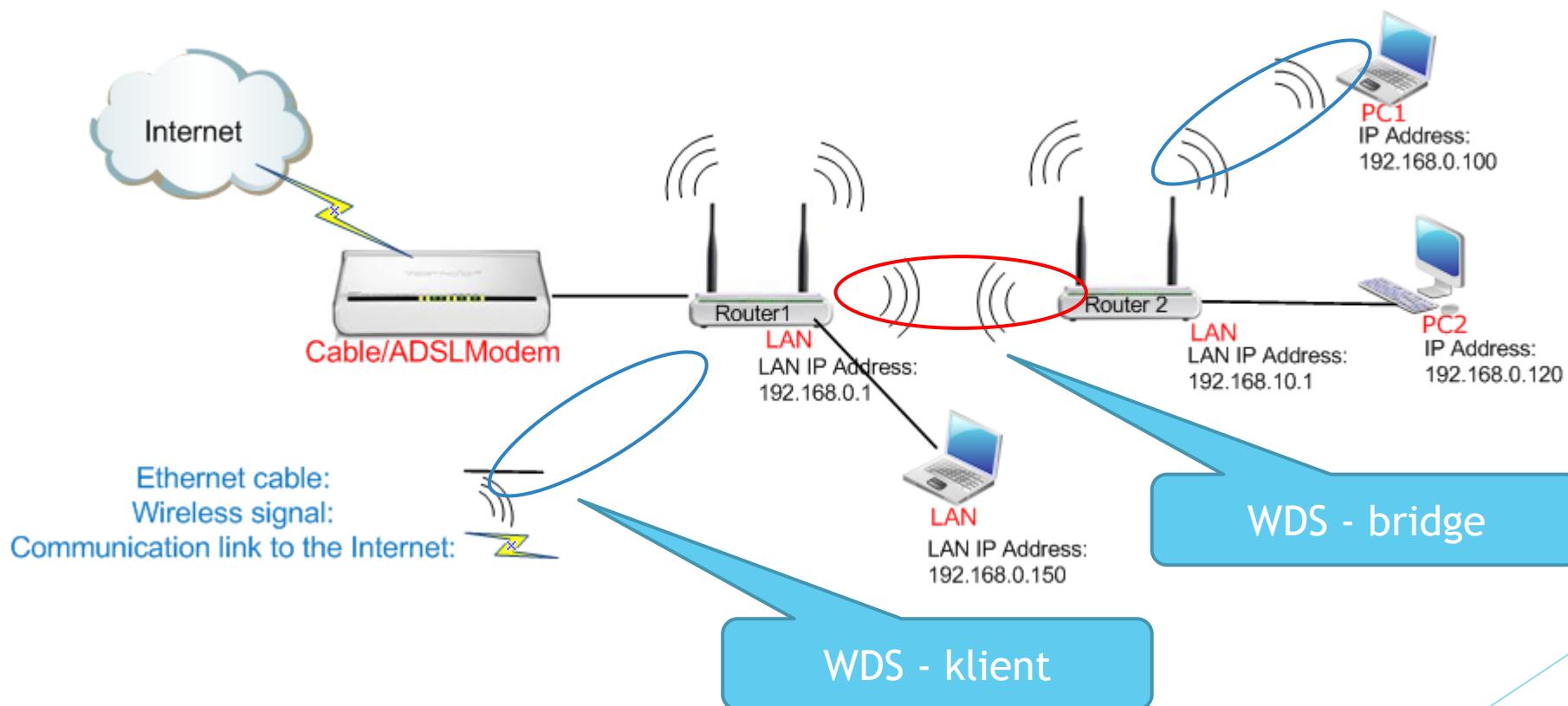


Principy bezdrátové komunikace

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 - rychlosť 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 rychlosť

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

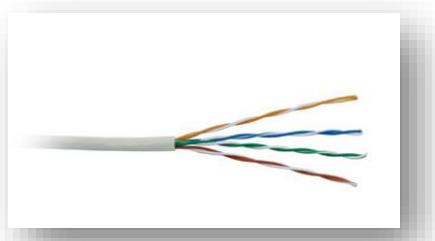
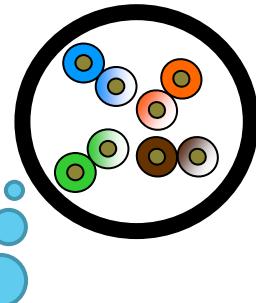
► Název sítě:

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

► SSID v síti :

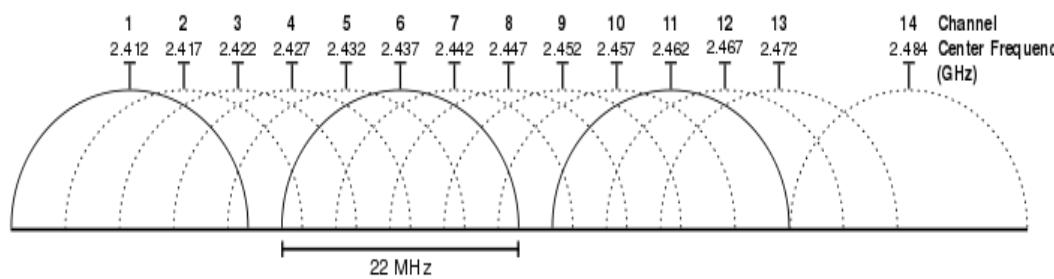
- považujeme za první úroveň zabezpečení
- změnit tovární SSID

Rychlosť prenosu 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**



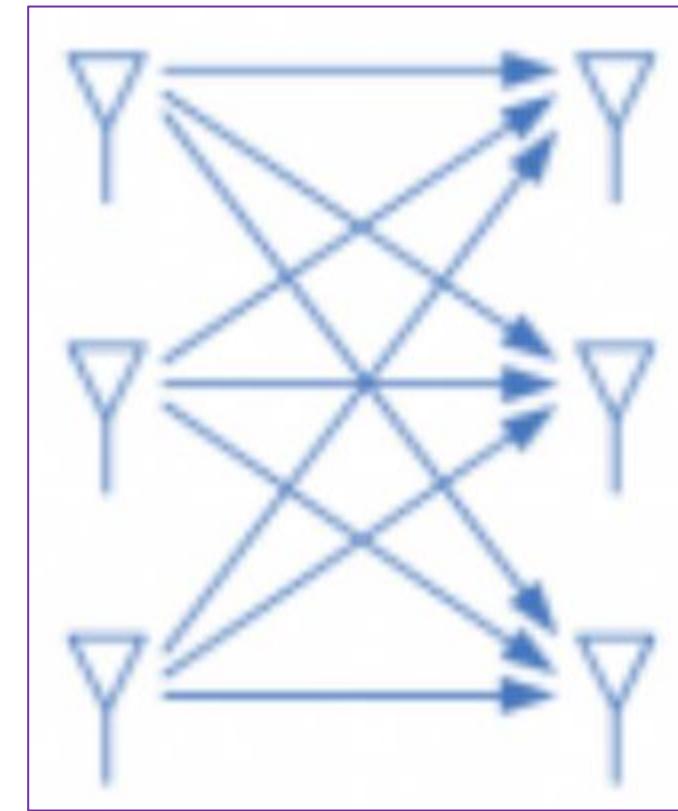
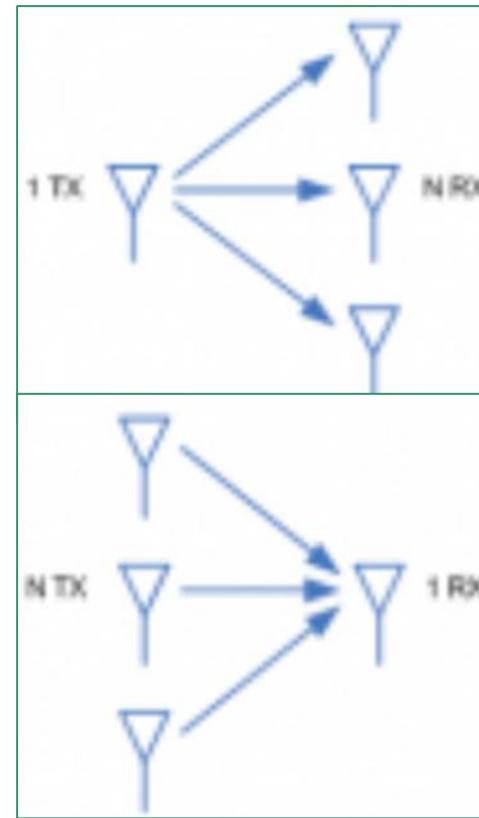
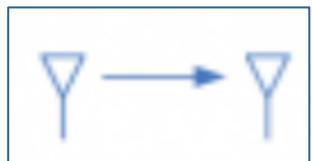
Rychlosť prenosu dat WiFi

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
 - Možnosť komunikovať více kanály
 - **Možnosť 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)- rychlosť 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).