

# WiFi V PRAXI

Petr Pexa, Jiří Velíšek (STARNET s. r. o.)

## Anotace

Pokud se zajímáte o bezdrátové sítě, jistě jste se setkali s termíny WLAN, WiFi, Access Point či IEEE802.11. V tomto příspěvku se tedy dozvíte, co tyto zkratky znamenají a popíšeme si i jednotlivá písmenka, která se v odborných článcích za tímto posledním číslem často vyskytují. Bezdrátové sítě sebou přinášejí kromě nesporných výhod (instalace bezdrátových sítí je jednodušší na výstavbu a technickou realizaci než u klasických ethernetových kabelových sítí) ale i několik provozních problémů (nižší a kolísavá přenosová rychlost, rušení apod.). Tomuto tématu bude spolu s alternativními technologiemi k WiFi věnováno také několik závěrečných poznámek.

## Annotation

Short summary of your paper.(4-6 lines)

**Klíčová slova:** WiFi, IEEE802.11, internet, bezdrátové sítě, WLAN, Access Point, AP

## 1. Začínáme s WiFi

Prvním důležitým pojmem je zkratka **WLAN (Wireless Local Area Network)**. Označuje obecně jakoukoliv bezdrátovou síť a je ekvivalentní zkratce LAN (Local Area Network).

Bezdrátové sítě nabízejí v principu podobné služby jako sítě kabelové. Je možné do nich zapojovat servery a klientské stanice, ale také je možné v nich vytvářet spojení typu peer-to-peer. Z hlediska funkčnosti (odhlédneme-li od dosahovaných přenosových rychlostí) jsou ekvivalentní k sítím drátovým, např. klasickému ethernetu. Zásadně se ale liší ve své skutečné podstatě, tedy v tom, jak fungují.

Bezdrátové sítě existují od roku 1992, tehdejší zařízení ovšem pracovala na provozních rychlostech hluboko pod 1 Mbit/s. V té době také chyběl jakýkoliv standard, takže bylo nutné používat síťové prvky stejného výrobce. Tato situace se významně zlepšila po přijetí standardu **IEEE 802.11**, jímž jsou moderní WLAN sítě definovány a standardizovány.

## 2. Standard IEEE802.11b a WiFi

Dalšími termíny jsou **IEEE802.11b** či **802.11g**. Tyto zkratky představují označení standardu podle standardizačního institutu IEEE, definujícího bezdrátové sítě v nelicencovaném pásmu 2,4 GHz. Písmenko "b" na konci zkratky označuje standard pro maximální rychlost až 11 Mbit/s, zatímco novější standard "g" označuje maximální rychlosti až 54 Mbit/s. Na konci zkratky můžete najít i další písmenka - tím je zpravidla odlišena jiná verze standardu či skutečnost, že tato varianta standardu IEEE802.11 pracuje na jiné frekvenci (např. 802.11a). Přehled těchto variant a písmenek najdete v následující kapitole.

Posledním důležitým pojmem je zkratka **WiFi (Wireless Fidelity)**. Jedná se o označení a zároveň logo udělované výrobkům, pracujícím podle standardu 802.11a/b/g, které jsou mezi sebou vzájemně propojitelné. Výrobky označené WiFi tedy můžete vcelku bez obav propojovat s jinými výrobky, označenými logem WiFi od různých výrobců - s tím omezením, že výrobky standardu 802.11a nelze propojit s výrobky 802.11b/g (v Evropě ale norma 802.11a stejně není povolena).

O značku WiFi musí výrobce požádat, ale ačkoliv ji dnes většina výrobků nese, při dodržení standardu byste neměli mít problémy i s výrobky neoznačenými. WiFi označení je tedy především zárukou vzájemné propojitelnosti. Výrobci tak reagovali na problémy s prvními sériemi výrobků pracujícími dle standardu 802.11b, kdy mezi sebou nebylo často možné jednotlivé výrobce a jejich výrobky kombinovat.

Termín WiFi je tedy ekvivalentem termínu IEEE802.11b, zpravidla se ale označení IEEE802.11b používá tam, kde se mluví o standardu, zatímco pojem WiFi se používá tehdy, když se jedná o konkrétní zařízení, podle tohoto standardu fungující.

## 2.1. Frekvenční rozsahy IEEE802.11

Bezdrátové sítě standardu IEEE802.11 pracují ve frekvenčním pásmu 2,4 - 2,4835 GHz, tedy zjednodušeně řečeno **v pásmu 2,4 GHz**. Toto pásmo se také často označuje jako **ISM**, tedy Industrial, Scientific, Medical. V tomto nelicencovaném pásmu pracuje mnoho různých bezdrátových zařízení, například Bluetooth produkty, ale i mikrovlnné trouby a v zahraničí i bezdrátové telefony. Kromě tohoto pásma se pro WiFi sítě vyhrazuje ještě pásmo 5GHz. To používá zatím technologii 802.11a, jenže jak už bylo řečeno, ta v Evropě není povolena a tak se čeká na jejího nástupce, označovaného jako 802.11h, jenž evropským předpisům vyhovuje.

Frekvenční rozsah se ovšem liší země od země - v některých státech není povolené plné frekvenční spektrum, protože jeho části jsou již využívány pro jiné účely. Pro nás je příjemné, že ČTÚ povoluje plné frekvenční spektrum, jako je tomu v USA nebo ve většině Evropy, takže např. výrobky koupené v USA můžete v ČR spolehlivě používat.

**Povolené radiové frekvence pro WiFi v pásmu 2,4 GHz**

| Region    | Frekvenční rozsah v GHz | Počet kanálů |
|-----------|-------------------------|--------------|
| USA       | 2,4000 - 2,4835         | 79           |
| Evropa    | 2,4000 - 2,4835         | 79           |
| Francie   | 2,4465 - 2,4835         | 27           |
| Španělsko | 2,445 - 2,475           | 35           |
| Japonsko  | 2,471 - 2,497           | 23           |

## 2.2. Standard 802.11 a písmenka za číslem

Standard 802.11 vznikl již v roce 1997 a definoval bezdrátovou síť v pásmu 2,4 GHz s rychlostí 1-2 Mb/s. Postupem času se však objevily nároky na další rozvoj tohoto standardu, proto se utvářely v rámci základní pracovní skupiny další pracovní podskupiny, věnované

rozšířením a změnám v tomto standardu. Tyto skupiny jsou označovány písmeny, které se přidávají za číslo standardu 802.11. Poslední standard IEEE 802.11 byl publikován v roce 1999 a je zdarma dostupný na stránkách [www.ieee.org](http://www.ieee.org). Novější revize standardu zatím nebyly vydány a jsou pouze ve fázi rozpracování, diskuse či schvalování.

**802.11a** - WLAN v pásmu 5 GHz a s rychlostí až 54 Mb/s. V Evropě není povoleno.

**802.11b** - WLAN v pásmu 2,4 GHz a s rychlostí až 11 Mb/s (tento standard je opravdu vývojově novější než standard 802.11a. Ten je sice starší, ale technicky náročnější na implementaci, takže výrobky s WiFi v pásmu 5 GHz přicházejí na trh později).

**802.11c** - definice procedur pro síťové mosty, tzv. bridge. Ve skutečnosti to s WLAN má jen málo společného, jde ale o užitečný standard pro přístupové body.

**802.11d** - se vznikem standardu 802.11 se ukázalo, že je potřeba mezinárodní kooperace a harmonizace. Zejména pásmo 5 GHz se používá v mnoha státech různě a bylo třeba tomu standardizaci přizpůsobit tak, aby nevycházela vstříc pouze potřebám USA a Japonska.

**802.11e** - rozšíření, zajišťující vyrovnanou kvalitu služby například při použití multimédií v bezdrátové síti. Zjednodušeně řečeno trvalý tok dat (telefonování přes VoIP, videokonference, WebTV) by měl mít přednost např. před stahováním pošty. Zde není chvilkový výpadek tak poznat, zatímco při přenosu hlasu nebo videa by se projevil výrazně.

**802.11f** - Inter Access Point Protocol (IAPP). Stávající specifikace 802.11 nezahrnují standardizaci komunikace mezi jednotlivými přístupovými body pro zajištění bezproblémového roamingu, tedy přechodu uživatele od jednoho přístupového bodu k druhému. V současné době tak nejsou produkty různých výrobců schopny spolu přes roaming bezproblémově komunikovat a při výstavbě větších sítí, kde se roaming předpokládá, je nutno používat přístupové body od jednoho výrobce i s jejich proprietárním řešením, nebo celou záležitost řešit zcela mimo přístupové body.

**802.11g** - zvýšení rychlosti v pásmu 2,4 GHz na 54 Mb/s (ovšem pouze teoreticky, praktická propustnost je pouze cca 20Mb/s) se zpětnou kompatibilitou s 802.11b. V tzv. Turbo módu (**802.11g+**), který však zabere téměř celé pásmo WiFi, je možné teoreticky dosáhnout až 104 MB/s (prakticky opět jen cca 24 Mb/s).

**802.11h** - změny v řízení přístupu k 5 GHz spektru, které by měly reflektovat připomínky regulátorů evropských zemí tak, aby bylo možné sítě, pracující v pásmu 5 GHz, využívat i mimo budovy.

**802.11i** - zlepšení bezpečnosti v 802.11 bezdrátových sítích vylepšením autentifikačního a šifrovacího algoritmu.

**802.11j** - práce na alokaci nových vysokých frekvenčních rozsahů pro multimediální služby v bezdrátových sítích.

**802.11k** - tento projekt má definovat měření a správu radiových zdrojů tak, aby vyhovovaly novým vysokofrekvenčním radiovým sítím. V podstatě další rozvoj 802.11j.

**802.11n** - připravovaný standard, který si klade za cíl upravit fyzickou vrstvu a podčást linkové vrstvy, takzvanou *Media Access Control* (MAC) podvrstvu tak, aby se docílilo reálných rychlostí přes 100 Mbit/s. Maximální rychlost pak může být až 540 Mbit/s, měl by se

také zvýšit dosah. Zvýšení rychlosti bude dosaženo použitím MIMO (multiple input multiple output) technologie, která využívá více vysílacích a přijímacích antén. Standard má být finálně schválen nejdříve v červenci 2007.

**802.11s** - standard pro tzv. samoorganizující se WiFi síť.

V praxi si ovšem vystačíme s písmenkem „b“ pro WiFi v pásmu 2,4 GHz, písmenkem „a“ pro WiFi v pásmu 5GHz a s písmenkem „g“ pro zvýšené rychlosti WiFi. Ostatní písmenka označují funkce potřebné hlavně pro firemní a složitější síť.

### 3. WiFi prakticky

Technologii WiFi můžeme použít jak v interiérech (v domácnosti pro připojení jednotlivých počítačů a jejich periferií k síti, v kanceláři či menší firmě pro připojení notebooků), tak pro připojení menších lokálních sítí k internetu, tedy všude tam, kde nelze nebo kde nechceme použít kabelové rozvody. Dosah takového připojení je ve městě cca 1-2km, mimo větší zástavbu 3-10km (při rychlosti 1 Mb/s).

#### 3.1. Zařízení pro připojení přes WiFi

**AP (Access Point)** - přístupový bod, který komunikuje s bezdrátovými zařízeními ve svém dosahu a stará se o směrování (routování) provozu mezi bezdrátovými klienty a zpravidla také o propojení s pevnou kabelovou sítí (LAN port).

**Venkovní AP s režimem klienta** pro připojení k providerovi, nejlépe s jedním anténním výstupem nebo prepínačem (někdy ale nelze připojit switch, pouze hub). Cena cca 2000,- Kč.

**Anténa** - všesměrová (síto, směrová YAGI, cca 1000,- Kč) nebo sektorová (QUAD, cca 3000,- Kč) + koaxiální kabel RLA10 max. 20m (nebo max. 10m LMP195 či max. 1m RG58).

**Bridge (PtP, Point to Point)** pro propojení 2 míst (např. mezi budovami) - umí ho jen některé AP, nutný občasný restart AP, dosah 3-4km při 2Mb/s.

**Domácí AP + router** - má zpravidla 1 vstupní WAN port a 4 LAN síťové porty výstupní + integrovaný firewall a printserver. AP je vhodné umístit doprostřed místnosti, dosah i po běžném dvoupodlažním domě, ale proměnlivá rychlost. Externí a interní IP adresa, cena cca 2-4000,- Kč.

**PCI karta** - zpravidla má R-SMA konektor pro anténu, nevýhodou je nutnost vedení dlouhého koaxiálního kabelu z antény až do PC (ztráty). Cena cca 1000,- Kč.

**Karty PC-CARD a PCMCIA** – dražší karty (pouze pro starší notebooky), některé mají konektor na externí anténu. Cena cca 2-3000,- Kč.

Novější notebooky - **USB adaptér** nebo **integrovaná WiFi karta** (ideální řešení, cca 1000,-).

### 4. Problémy s WiFi

#### 4.1. Některá zařízení mají malou stabilitu a "zatuhnou":

- při určitém počtu registrací AP
- při připojení určitého klienta

- při připojení určitého počtu klientů
- náhodně
- po určité době
- po přenesení určitého množství dat
- při přenosu určitého typu dat
- při určité ztrátovosti spoje

#### **4.2. Ztrátovost spojů**

- i spoj na stole je ztrátový (cca 0,2%)
- kvalitní spoj na dálku má ztrátu kolem 1%
- ztráta 4% je ještě přípustná pro běžný provoz
- ztráta nad 10% neumožní hlavně upload
- ztráta se zvyšuje se slábnoucím signálem
- ztráta se zvyšuje se zátěží sítě

#### **4.3. Narůstající ztrátovost**

- nežádoucí vlastnost některých zařízení
- po přenesení určitého množství dat začne být linka ztrátovější
- řešením je SW restart, ale pokud ztrátovost přesáhne určitou mez, nemusí už být ani restart možný

#### **4.4. Kolísající rychlost**

- nasycení prostředí
- proměnlivá vzdálenost
- provoz na sdílených kanálech
- počasí

#### **4.5. Nekompatibilita**

- vzájemně nekompatibilní klienti se navzájem „vyhazují“
- zpravidla je jeden dominantní
- např. výrobek DLink DWL900AP+ odpojí všechny klienty s konkurenčním chipsetem Atmel, ty se neustále restartují
- často se připojením nekompatibilního klienta zvýší ztráta ostatních klientů

#### **4.6. Rušení**

- pásmo 2.4GHz není jen pro WiFi
- 11, resp. 13 kanálů pro WiFi
- 4 nepřekrývající se kanály

- rušení výrazně ovlivňuje kvalitu a dosah linky
- 802.11g potřebuje širší pásmo, než 802.11b
- 802.11 Breezenet (viz další kapitola) se přeladuje sám podle rušení
- Breezenet a WiFi se nesnesou na jednom místě, Breezenet vyhrává

#### 4.7. Fresnelovy zóny

- obecný problém radiové komunikace
- vadí překážky v přímé viditelnosti
- vadí i překážky ve Fresnelově zóně
- čím vyšší frekvence, tím užší Fresnelova zóna

#### 4.8. Duplicita paketů

- duplicitu způsobuje překážka ve Fresnelově zóně. Pakety se odrážejí zpět a dorazí až za delší dobu, než originál. Není výjimkou ani 6 duplicit najednou. Zřídka se i pakety předbíhají (první nedorazí, pak dorazí druhý, pak duplicita prvního, ale ta je pokládána za originál).
- WiFi nemá implementovaný žádný algoritmus na opravu paketů
- pakety, které se odrazí, jsou přeneseny vícekrát
- Windows duplicitu neznají, ale UNIXové systémy ano

#### 4.9. Řešení těchto problémů

- kde můžete instalovat klasickou LAN, nepoužívejte WiFi, pro kvalitní a spolehlivé připojení je WiFi nevhodným řešením. Vylepší se latence, riziko výpadku je nulové a máme k dispozici mnohem vyšší kapacitu sítě.
- nevěřte výrobcům zařízení, mnozí udávají u svých výrobků nereálné hodnoty přenosových rychlostí, např. u 802.11g 54 Mb/s (realita je ale 22 Mb/s), u tzv. Turbo módu 802.11g+ 108 Mb/s, realita je ovšem 24 Mb/s.
- počkejte na povolení pásma 5,4 GHz, kde je možné použít výkon 1W. Na 5,8 GHz je povolen výkon 25mW a na 10,5 GHz 3mW. Výhodou je, že není omezen vyzářený výkon, ale výkon do antény, lze tedy zvolit libovolnou anténu a spoj je možný provozovat legálně i na 40km vzdálenosti.

## 5. Alternativy k WiFi

### 5.1. Proxim Tsunami

- 30 000 Kč za AP
- 10 000 Kč za klienta
- AP je jiný HW než klient
- 5,25 až 5,8 GHz

- propustnost cca 10 Mb/s

## **5.2. Trango**

- AP 35 000 Kč
- klient 15 000 Kč
- max. propustnost 10 Mb/s
- možnost umístění do paraboly

## **5.3. Motorola Canopy**

- oprava paketů
- 5,2; 5,4 a 5,8 GHz
- AP 50 000 Kč
- klient 10 000 Kč
- možnost umístění přímo do paraboly
- propustnost 14 Mbps

## **5.4. Breezenet**

- 2,4 GHz; 3,5 GHz (licencované pásmo), 5,8 GHz
- výkonné a spolehlivé spoje
- téměř vždy přesahují povolené výkony

## **5.5. 10,5 GHz**

- Alcoma 16 Mb/s
- SVM 25 Mb/s
- spolehlivé, buď fungují výborně nebo vůbec, nikdy nefungují špatně.

## **5.6. 26 GHz a vyšší**

- Ericsson minilink a podobné
- antény BOSCH
- vysoké kapacity, 100% spolehlivost
- používají mobilní operátoři

## **5.7. Laserové spoje**

- dva páry pojítek s čočkami
- full duplex 10, nebo 100 Mbit
- dosah 300m až 3 km (někdy i více)
- problémy se sněhem, mlhou, překážkami (jeřáby na stavbách, ptáci na komínech)

## **6. Použité zdroje a další informace**

1. <http://wifi.lupa.cz>
2. <http://www.svetsiti.cz>
3. <http://www.aspa.cz>
4. <http://www.bezdratovepripojeni.cz/wi-fi>
5. <http://www.wi-fi.org>
6. <http://en.wikipedia.org/wiki/WiFi>