

# DETERMINATION OF THE QUALITY, RANGE AND PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF THE IEEE 802.11A WIRELESS NETWORKS

**Edmund Kmet'**

Bachelor Degree Programme(3), FEEC BUT

E-mail: xkmete00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Fiedler

E-mail: fiedlerp@feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

This work is focused on a daily usage of IEEE 802.11a wireless networks. It investigates the performance, range and quality parameters in an average city environment with emphasis on achieving the highest possible quality while keeping the emission levels within the allowed limits.

## 1. ÚVOD

Bezdrôtová technológia v posledných rokoch zaznamenala obrovský rozmach hlavne v pásme 2,4 GHz. Bohužiaľ sa ukázalo, že pre veľkú popularitu je dané pásmo značne zarušené a taktiež začal spotrebný trh vyžadovať vyššie prenosové rýchlosti. Z toho dôvodu prechod na menej zarušené 5 GHz pásmo netrval dlho.

## 2. IEEE 802.11A

WLAN IEEE 802.11a sa začalo vyvíjať hneď po 802.11legacy. Práca na vývoji však trvala dlhšie, než sa pôvodne očakávalo a to hlavne z dôvodu zložitejšieho procesu prenosu na fyzickej vrstve, takže nebolo žiadnym prekvapením skoršie uvedenie štandardu IEEE 802.11b. Hlavným rozdielom oproti IEEE 802.11b je pracovná frekvencia vo frekvenčnom pásme 5 GHz a výrazne vyššie prenosové rýchlosti s teoretickým maximom až 54 Mb/s.

Tento štandard bol ratifikovaný v roku 1999 a používa úplne rovnaký protokol ako pôvodné 802.11. Okrem vysielacieho kmitočtu bola zmena aj v použitej vysielacej technike, kde bolo po prvý krát použité Orthogonal Frequency-division Multiplexing (OFDM), ktoré sa predtým nasadzovalo hlavne v systémoch Digital Audio Broadcasting (DAB) alebo Digital Video Broadcasting (DVB).

Maximálna rýchlosť je 54 Mb/s, čomu napomáha i fakt, že IEEE 802.11a má spolu maximálne 12 kanálov, ktoré sa navzájom neprekrývajú. Osem je určených na vnútorné použitie a 4 na vonkajšie. Táto technológia nie je spätne kompatibilná s IEEE 802.11b, i keď sa na trhu nájdu zariadenia, ktoré implementujú oba štandardy. [1]

Dosah je síce oproti ostatným štandardom slabší, ale ponúka vďaka OFDM menšie zarušenie pásma a väčšie prenosové rýchlosti. V súčasnosti sa pracuje na IEEE 802.11n, ktoré má operovať v ISM pásme 2,4 GHz i 5 GHz a má byť kompatibilné spätne s IEEE 802.11b/g, takže sa plánuje, že nahradí IEEE 802.11a/b/g. Bude však pracovať na modulácii MIMO.

IEEE 802.11a má značnú výhodu v maximálnom možnom žiarení – už v takzvanom „Middle Band“, čo je pracovná frekvencia 5,26 - 5,32 GHz, má hodnotu 250 mW. Pre porovnanie, IEEE 802.11b/g má iba 100 mW. V „Upper Band“ 5,745 - 5,805 GHz je dokonca povolený až 1 W. Vďaka tomu je možné používať ďaleko silnejšie antény a dosiahnuť značne lepšie výsledky než s 802.11b/g. [2]

### 3. ROZBOR

Praktické meranie prenosu bolo realizované s dvoma zariadeniami z rôznej cenovej kategórie na trhu. Proxim AP-4000 predstavovalo drahšie, ale o to kvalitnejšie riešenie. Compex WEP45AG zastupoval lacný segment trhu.

Všetky merania boli prevedené v zarušenom mestskom prostredí (v ľubovoľnom smere odchytených približne 30 sietí na všetkých frekvenciách) s dôrazom na kvalitu signálu. Používali sa smerové antény s kruhovou polarizáciou a to tak, aby vždy výstupný výkon bol na maximálnej možnej prípustnej hranici podľa nariadení.

Pre meranie bolo vybraných šesť typických miest, ktoré predstavovali bežné použitie v praxi (otvorené, polootvorené a zatvorené priestranstvo) a to tak, aby sa pre každý typ priestranstva mohlo urobiť meranie na dlhú a krátku vzdialenosť (viď Tabuľka 1).

Na základe praktických skúseností, vlastností TCP/IP vrstvy a faktu, že v rámci sietí typu Ethernet je maximálna veľkosť datagramu 1500 oktetov, bol stanovený ako podmienka spoľahlivosti spoja maximálny packet loss 5% pri pingovaní o veľkosti packetu 1450 B.

Ďalšie podstatné parametre boli: vzdialenosť medzi bodom A a B, ktorá bola odčítaná z mapy, zisk a útlm použitého zariadenia, káblov, spojok a antén za dodržania maximálneho prípustného vyžiarého výkonu.

Keďže 5 GHz technológia je určená hlavne na spoje medzi spojmi typu posledná míľa, zameralo sa na prenosové maximum v jednom smere (half-duplex) a potom obojsmerne (full-duplex). Pre test rýchlosti bol použitý FTP protokol a to tak, že na jednej strane spoja bežala stanica s linuxom a s FTP serverom glFTPd, kde sa v rámci lokálnej siete najskôr otestovalo možné maximum, aby sa overilo, že nemôže dôjsť k úzkemu hrdlu na strane servera. Namerané hodnoty presahovali súčasne najrýchlejšie bezdrôtové technológie.

Pre test full- a half-duplexu boli napísané skripty, ktoré prenášali kontinuálne 4 GB dát v jednom súbore. V prípade half-duplexu sa test urobil najskôr zápisom z lokálneho stroja na FTP server a potom opačne, aby sa prípadne eliminovali obmedzenia dané 2,5 palcovými diskami. Výsledná hodnota bola vypočítaná ako aritmetický priemer oboch výsledkov. Ak sa namerané hodnoty líšili o viac ako 10%, test bol opakovaný.

V prípade full-duplex testu boli naraz z FTP servera čítané aj zapisované dáta. Test bol opäť urobený dvakrát a ako výsledok bol aritmetický priemer oboch hodnôt, ktorý sa nesmel líšiť o viac ako 10%.

Ako otvorené priestranstvo bol stanovený spoj s priamym výhľadom bez prekážky. Polootvorené priestranstvo bolo definované ako spoj, ktorý obsahuje možné odrazy signálu

(spojnica prechádza štrbinou a pod) alebo je v ceste listnatý strom/stromy, prípadne iná drobná prekážka. Ako uzatvorené priestranstvo bol použitý signál cez niekoľko objektov.

Zariadenie	Otvorené priestranstvo	Polootvorené priestranstvo	Zatvorené priestranstvo	Operačná frekvencia [GHz]	Vzdialenosť [m]	Half-duplex [MB/s]	Full-duplex [MB/s]
Proxim AP-4000	●	○	○	5,47-5,725	367	6,11	2,83
Proxim AP-4000	●	○	○	5,47-5,725	9852	4,82	1,98
Proxim AP-4000	○	●	○	5,47-5,725	412	5,27	2,43
Proxim AP-4000	○	●	○	5,47-5,725	4761	4,67	2,02
Proxim AP-4000	○	○	●	5,47-5,725	37	2,73	1,52
Proxim AP-4000	○	○	●	5,47-5,725	254	0,72	0,31
Compex WEP45AG	●	○	○	5,47-5,725	367	4,29	1,37
Compex WEP45AG	●	○	○	5,47-5,725	9852	0,95	0,34
Compex WEP45AG	○	●	○	5,47-5,725	412	4,89	2,14
Compex WEP45AG	○	●	○	5,47-5,725	4761	1,77	0,84
Compex WEP45AG	○	○	●	5,47-5,725	37	2,26	1,07
Compex WEP45AG	○	○	●	5,47-5,725	254	0,28	0,12

**Tabuľka 1:** Dosiadnuté výsledky prenosu v rôznych podmienkach v 5 GHz technológii.

- splňa podmienku
- nespĺňa podmienku

#### 4. ZÁVER

Cieľom práce bolo prakticky overiť možnosti 5 GHz technológie v bežnom (zarušenom) nasadení na rôzne vzdialenosti a s rôznymi zariadeniami z lacného a drahšieho oblasti trhu. Z nameraných výsledkov je patrné, že drahšie zariadenie pochopiteľne ponúklo lepšie možnosti a výsledky než zariadenie lacnejšie. Taktiež sa ukázalo, že 5 GHz technológiu je možné použiť i na väčšie vzdialenosti v zarušenom pásme, avšak je nutné dodržať priamu viditeľnosť.

#### LITERATÚRA

- [1] Wi-Fi Alliance, 12. januára 2007. Dokumenty dostupné na URL <http://www.wi-fi.org/> (marec 2007).
- [2] White Paper: 802.11a, 8. júl 2005. Dokument dostupný na URL <http://www.proxim.-com/learn/library/whitepapers/80211a.pdf> (marec 2007).
- [3] Orthogonal frequency-division multiplexing - Wikipedia, the free encyclopedia, 20. februára 2007. Dokument dostupný na URL <http://en.wikipedia.org/wiki/OFDM> (marec 2007).