

Technologie WiMAX

Na poli nejlepšího bezdrátu – podruhé

V několika minulých týdnech proběhly testy WiMAX (IEEE 802.16d) systému BreezeMAX 3500 společnosti Alvarion. Bylo testováno převážně praktické nasazení tohoto systému a schopnost uplatnění v komerční oblasti.

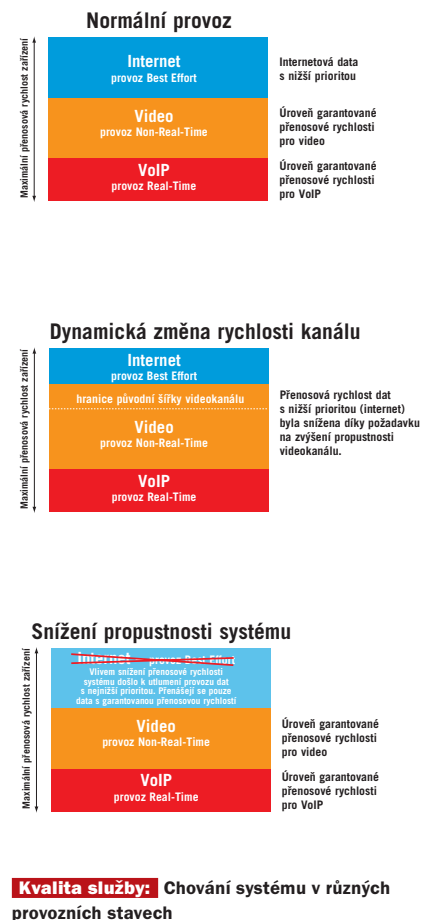
Text: David Jandera, Miroslav Šafránek, Zbyněk Kocur, zbynek.kocur@w-sin.cz

Je poměrně jednoduché napsat recenzi na nějaké zařízení. Vyzdvihnout jeho kladné či záporné vlastnosti, zvláště tehdy, pokud se na trhu nacházejí další zařízení s podobnou funkcí. Recenzent může vyjít ze shodných parametrů a určit, které ze zařízení splňuje daný požadavek lépe. Horší je situace, kdy se na trhu nachází jen omezený počet zařízení. Bývají většinou špatně dostupná a nezdírká jejich vnitřní funkce není úplně známá. Pohybujeme se zde na poli mezi vlastnostmi udanými výrobcem a očekávaním zákazníka. Takové zařízení se velmi špatně recenzuje a je velmi obtížné stanovit testy, které by objektivně posoudily chování daného zařízení. Podobný problém se vyskytuje i u zařízení podle standardu IEEE 802.16. Souhrnné a velice stručné poznatky z provozu a používání tohoto systému vám nabízíme

v tomto článku. V textu lze nalézt i odkazy na minulý článek s názvem „Na poli nejlepšího BEZDRÁTU“ (Chip 10/06).

Na trhu s výše zmiňovanou technologií WiMAX se dnes již pohybuje několik výrobců, ale nabízená zařízení jsou finančně velmi nákladná a ne každý si je může dovolit. Samotnému rozšíření brání též fakt, že nikdo zatím zcela neví, co lze od zařízení WiMAX očekávat a zda se nákladná investice ekonomicky vůbec vyplatí. Hlavním lákadlem oproti starším systémům (Wi-Fi, mikrovlnné spoje) je podpora QoS a schopnost přenášet data na nepřímou viditelnost. Je však otázkou, do jaké míry tyto nové prvky ovlivní kvalitu a stabilitu spojení a jaká bude reálná přenosová rychlost.

V předchozím článku proběhlo krátké seznámení s novinkami v systému WiMAX, mezi které patří použití OFDM modulace pro přenos vzduchem a implementace systému upřednostňování přenosu datových paketů (QoS) přímo do systému. OFDM modulace není tak žhavou novinkou, jak prohláší výrobci WiMAX systémů, byla již implementována do Wi-Fi standardů IEEE 802.11a/g/h. Takže tvrzení,



Technologie WiMAX: Rodina zařízení BreezeMAX

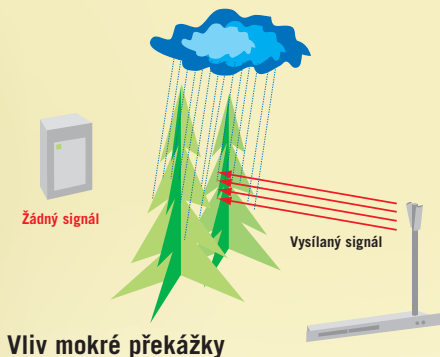
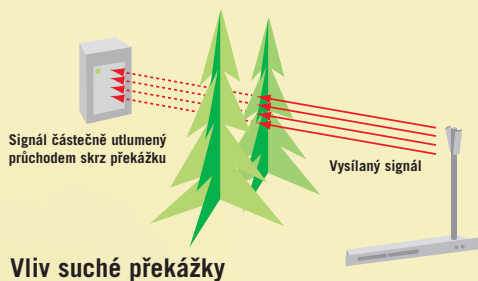
ŠÍŘENÍ SIGNÁLU

Pojem „komunikace na nepřímou viditelnost“ (dále jen nLoS – non Line of Sight) byl zaveden u systémů, kde není nutné mít mezi vysílačem a přijímačem volný prostor bez překážek. Tyto systémy jsou schopny pracovat i přes určitý stupeň „zastínění“. V žádném případě nelze tvrdit, že použitím systému nLoS bude komunikace zaručena vždy a všude. Vhodným příkladem je umístění vysílače na střechu budovy, kdy jeho anténa září do všech směrů. Výrobce uvádí systém jako nLoS s dosahem několika stovek metrů. Klient sedí v místnosti pod střechou jen několik metrů od vysílače, a přesto se nemůže připojit. Ukazatel síly signálu hlásí hodnotu 0. Síla signálu je tak nízká, že spojení nelze navázat. Co je toho příčinou?

Vysvětlení: Důležitým parametrem, který určuje dosah spoje, je přijímaná úroveň signálu (RSSI – Received Signal Strength Indication) a odstup signálu od šumu (SNR – Signal to Noise Ratio). S každou překážkou v cestě se útlum rádiového spoje výrazně zvyšuje, čímž jako důsledek klesá úroveň přijímaného signálu. Pokud se v dosahu přijímače na stejné frekvenci vyskytují i jiná zařízení, zvyšuje se úroveň šumu a tím klesá

odstup signálu od šumu. Pokud je vysílač společně s přijímačem umístěn venku a mezi nimi se nenachází žádná překážka, bere se v úvahu pouze útlum volného prostředí. Jakmile se však mezi vysílačem a přijímačem vyskytne překážka (zeď, člověk, zeleň), útlum silně vzroste a dosah signálu se sníží. Největší problém z hlediska útlumu pro vlny v pásmu 2,4 GHz tvoří molekuly vody. Pokud se mezi vysílačem a přijímačem nachází mokrý listnatý strom nebo cokoli, co obsahuje molekuly vody, výrazně se zhorší útlumové parametry celého systému. Podobně působí i lidské tělo, které z větší části obsahuje právě vodu.

V naší modelové situaci může být střecha s vysílačem plechová, a jelikož je uzemněná, výrazně vzroste její útlum pro průchod signálu. Přijímaná úroveň signálu již nemusí být dostatečná pro spolehlivou komunikaci. Díky modulaci OFDM lze pro nLoS komunikaci velmi účinně využít odraz od překážek. Signál se k přijímači dostane odrazem od budov či jiných objektů. Je pravda, že se signál odrazem utlumí a částečně zkreslí, ale díky silnému ochrannému kódování a korekci na straně přijímače se signál úspěšně obnoví.



→ že díky OFDM lze zaručit šíření signálu na nepřímou viditelnost, můžete směle použít také u Wi-Fi.

Šum a interference

Dalším problémem bezdrátové komunikace jsou rádiové interference. Systémy komunikující na stejné frekvenci se vzájemně ruší. Zvýšený šum v zarušené oblasti způsobuje horší podmínky pro příjem užitečného signálu, zhoršuje se odstup signálu od šumu.

Názorným příkladem jsou systémy pracující v pásmu 2,4 GHz (Wi-Fi, Bluetooth, mikrovlnné trouby a jiné), které sice nejsou mezi sebou kompatibilní, ale tím, že pro komunikaci využívají stejné frekvence, se navzájem velmi ruší.

Aby mohla být komunikace spolehlivá i přes překážky na nepřímou viditelnost, jsou WiMAX zařízení vybavena velmi citlivými přijímači, které velmi účinně doplňují systém OFDM a činí tak systém robustnějším a méně náchylným k chybám. Tím, že jsou systémy provozovány v licenčních pásmech, odpadá problém se zarušením. Provozovatel má zakoupenou licenci na frekvenci, kterou smí obsadit jen on sám. V licencovaných pásmech jsou povoleny i větší výkonové vysílače, takže je možné dosáhnout spolehlivější komunikace na větší vzdálenosti. Zařízení pracující v bezlicenčních pásmech jsou výkonově omezená a nelze jim zaručit provoz na vyhrazené frekvenci a tím i nulové zaručení.

Kvalita služby

Podpora kvality služeb QoS je implementována tak, že všechny pakety, které do systému přicházejí, jsou označeny podle druhu provozu a následně podle priority vysílány vzduchem. Označení paketů provádí systém, který tento provoz generuje (klientský počítač, server atd.). Pro každou aplikaci může být vytvořen virtuální kanál, jemuž lze přiřadit předem definovanou prioritu. K základnové stanici je připojeno několik uživatelů s různými druhy provozu. Uživatelé, kteří využívají VoIP služeb nebo datových služeb s vysokou prioritou (komunikace serverů), jsou odbavováni nejdříve. Zbývající provoz (internet) má nízkou prioritu. Při snížení přenosové kapacity systému vlivem rušení se systém bude snažit zachovat propustnost pro VoIP a data s vysokou prioritou na úkor dat s prioritou nižší. Podle priority bude postupně utlumovat provoz. Může nastat případ, kdy se internetový provoz úplně utlumí a systém bude propustný pouze pro VoIP a data s nejvyšší prioritou.

Reálný provoz

Testy prováděné na půdě katedry telekomunikační techniky Fakulty elektrotechnické ČVUT

PŘENOSOVÉ RYCHLOSTI

Testované zařízení pracuje se šířkou pásma 3,5 MHz, a proto na rozdíl od Wi-Fi, kde je kanál široký 20 MHz, dosahuje menších přenosových rychlostí. Z testů vyplývá, že pokud jsou dodrženy optimální přenosové podmínky (dostatečné RSSI a SNR), pohybuje se maximální přenosová rychlost kolem **8 Mb/s v obou směrech**.



Přenosová rychlost: Reálná přenosová rychlost v závislosti na použité modulaci

Pokud dojde ke zhoršení SNR, vyrovnává se WiMAX systém s novou situací lépe než klasické Wi-Fi systémy. Přejít na nižší rychlost je bez výpadků spojení. Během testování se nám podařilo vytvořit stabilní 10km spoj s průměrnou přenosovou rychlostí 8 Mb/s v obou směrech. Na větší vzdálenosti zřízení použilo nižší modulační schéma, a proto i přenosová rychlost byla nižší.



Testování: Oblast měření WiMAX systému

v Praze ve spolupráci s Vysokou školou ekonomickou na systému Alvarion BreezeMAX 3500 byly zaměřeny na zjištění chování v reálném provozu. Údaje výrobce byly konfrontovány jak s výsledky v laboratoři, tak s výsledky získanými během měření v reálných podmínkách. Mezi hlavní testované parametry byly zařazeny přenosová rychlost, odezva, maximální dosah a v neposlední řadě stabilita provozu. Tak komplikované zařízení, jakým WiMAX bezesporu je, má parametrů mnohem více, ale většinou

pouze tyto čtyři jsou uživatelsky zajímavé. Ke zbývajícím parametrům se klasický uživatel během normálního provozu nedostane. Ty se dostávají do popředí zájmu teprve tehdy, pokud se vyskytne nějaký problém.

Odezva systému

Odezva u testovaného WiMAX systému se pohybuje standardně kolem 15 ms. Pokud se odezva měří pomocí programu „ping“, pohybuje se v rozmezí 35 až 40 ms. Tato hodnota je dána tím, že „ping“ používá protokol ICMP, který má velmi nízkou prioritu, takže jeho doručení není kritické. Ke stejné situaci dochází, pokud je vytvořen přenosový kanál o určité šířce a přenosová rychlost se této šířce blíží. Pak se rapidně zhoršuje odezva programu „ping“, protože datové pakety mají opět vyšší prioritu než pakety posílané programem „ping“. Může dojít k úplnému zastavení přenosu ICMP paketů a příkaz „ping“ hlásí nedoručitelnost paketů. Uživatelská data jsou přitom přenášena bez výpadků.

Maximální dosah

Maximální dosah jsme zatím neměli možnost otestovat. Největší vzdálenost, které jsme dosáhli, byla 20 km. Naměřená přenosová rychlost na tuto vzdálenost byla 6,5 Mb/s ve směru „downlink“ a 5,5 Mb/s v „uplink“ směru.

Spolehlivost

WiMAX systémy jsou navrženy tak, aby byly co nejvíce spolehlivé. Tato vlastnost se prokázala i u BreezeMAX 3500. Silné ochranné kódování, OFDM, ARQ, QoS a kvalitní rádiové rozhraní umožnily navázat komunikaci a přenášet data i v místech, kde stávající systémy nefungují nebo vykazují velkou chybovost.

Závěrem

Zatím nás WiMAX ničím nezklamal, po technické stránce nic nebrání jeho komerčnímu nasazení. Na problémy narazí především v obsazených licencovaných pásmech a ve slabé nabídce hardwaru pro koncové uživatele. Je však více než jisté, že do několika let budou velká města pokryta několika vysílači WiMAX, díky nimž se budeme moci vysokorychlostně a kvalitně připojit k internetu. ■ ■ ■

ODKAZY

www.w-sin.cz
<http://access.feld.cvut.cz>
www.alvarion.com
www.intelek.cz