

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Analýza problémů v komunikaci klient-AP u WIFI sítě

**vedoucí práce: Ing. Pavel Štekl, Ph.D.
autor: Pavel Hahn**

2012

Anotace

Tato bakalářská práce vychází ze zkušeností s budováním rozsáhlé počítačové sítě WIFI a řešení problémů, které souvisí s rozvojem a správou sítě.

Klíčová slova

WIFI, standard 802.11 a,b,g, Acces point, Router-Board

Abstract

This thesis deals with practical experience in building large computer networks and WiFi solutions to problems related to development and network management.

Key words

WIFI, standard 802.11 a,b,g , Acces point, Router-Board

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

V Plzni dne 29.5.2012

Pavel Hahn

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Pavlu Šteklovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH	7
OBČANSKÉ SDRUŽENÍ PILSFREE	8
ÚVOD	9
SLOVNÍČEK POJMŮ	10
1 BEZDRÁTOVÉ WIFI SÍTĚ	12
1.1 WIFI STANDARDY IEEE 802.11B, IEEE 802.11G (2,4GHZ)	12
1.2 ZAŘÍZENÍ POUŽÍVANÁ PRO PŘIPOJENÍ NA FREKVENCÍ 2,4GHZ	14
1.2.1 <i>Access point</i>	14
1.2.2 <i>Antény</i>	16
1.2.3 <i>Koaxiální kabel</i>	19
1.3 IEEE 802.11A (5GHZ)	22
1.4 ZAŘÍZENÍ POUŽÍVANÁ PRO PŘIPOJENÍ NA FREKVENCÍ 5GHZ	24
1.4.1 <i>RouterBoard</i>	24
1.4.2 <i>MiniPCI karta</i>	27
1.4.3 <i>Některá další používaná zařízení pro připojení do bezdrátové sítě</i>	28
1.4.4 <i>Antény</i>	31
1.4.6 <i>Druhy bezdrátových síťových spojů pro WIFI</i>	32
1.5 DALŠÍ WIFI TECHNOLOGIE	35
1.6 INFRASTRUKTURA BEZDRÁTOVÉ SÍTĚ	36
1.7 NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO PŘÍSTUPOVÝ BOD NA FREKVENCÍ 5GHZ S CENOVOU KALKULACÍ	39
1.8 NÁVRH KLIENTSKÉHO ZAŘÍZENÍ PRO PŘIPOJENÍ DO BEZDRÁTOVÉ SÍTĚ	40
2 ANALÝZA NEJČASTĚJŠÍCH PROBLÉMŮ S PŘIPOJENÍM	42
3 PŘEHLED NEJČASTĚJŠÍCH PROBLÉMŮ S PŘIPOJENÍM A ZPŮSOBY ŘEŠENÍ	46
3.1 NEJČASTĚJŠÍ PROBLÉMY VYCHÁZEJÍCÍ Z PRAKTICKÝCH ZKUŠENOSTÍ SPRÁVCE SÍTĚ	46
3.2 ZPŮSOBY ŘEŠENÍ NEJČASTĚJŠÍCH PROBLÉMŮ V PRAXI	46
3.3 PROBLÉMY NEJVÍCE OVLIVŇUJÍCÍ PROVOZ BEZDRÁTOVÉ SÍTĚ	50
3.4 SEŘAZENÍ NEJČASTĚJŠÍCH PROBLÉMU OD NEJZÁVAŽNĚJŠÍCH AŽ K MĚNĚ ZÁVAŽNÝM	50
4 JAK POSTUPOVAT PŘI PROBLÉMU S PŘIPOJENÍM DO SÍTĚ INTERNET	51
ZÁVĚR	52
POUŽITÁ LITERATURA	54
POUŽITÉ OBRÁZKY:	55

Občanské sdružení PilsFree

Tato práce mohla být napsána díky 7 letům působení ve společnosti PilsFree o.s. ve funkci správce sítě v plzeňské městské části Bolevec

„Občanské sdružení PilsFree je společenstvím osob, které dobrovolně a společně vytvářejí a provozují komunitní počítačovou síť a využívají ji za účelem komunikace, výzkumu, vzdělávání i zábavy [1].“

Toto sdružení bylo založeno v roce 2003. K dnešnímu datu je přijato přes 15 tisíc členů. Původní záměr založení byl pouze propojení několika počítačů mezi přáteli. To vše za účelem společné síťové komunikace a snaha o distancování se od komerčních poskytovatelů internetového připojení. Postupem času se připojovali další a další přátelé. To vše pokračovalo až do doby, kdy už se nepřipojovali přátelé navzájem, ale zájem o připojení do společné komunikační sítě s přístupem na internet mělo více osob. Tehdy vznikla společnost PilsFree, o. s. Za 9 let existence společnosti se trochu změnily cíle. Cílem PilsFree je budování a správa sítě, která umožňuje členům sdružení komunikaci. Dalšími cíli je aplikace poznatků z oboru informačních a komunikačních technologií, určitá forma zkoumání a sledování pokročilých aplikací v reálné síti, osvětová činnost a podpora zájemců o informační technologie. Zde PilsFree našlo vhodnou alternativu a nabízí za 300Kč/měs. členství s možností přístupu na Internet a svoje další výhody. Postupem času se rozvíjí další výhody a jednou z nich je například projekt HelpDesk či IPTV, které PilsFree nabízí pro své členy zcela zdarma [1].

Úvod

Ze zkušeností správce, který působí v bezdrátové počítačové síti občanského sdružení PilsFree už sedmým rokem, lze odvodit několik základních poznatků, které se dají využít při sestavování praktické části této práce. Lze tedy tuto práci brát jako souhrn řešení nejčastějších problémů, které souvisí s budováním a posléze spravováním bezdrátových sítí se zaměřením na praktické zkušenosti. Právě praktické zkušenosti jsou v problematice počítačových sítí neocenitelnou pomůckou, která slouží k úspěšné správě počítačových sítí.

Občanské sdružení PilsFree provozuje svoji stejnojmennou počítačovou síť v Plzni a blízkém okolí. Za dobu sedmi let působení v tomto sdružení jsem získal mnoho praktických, neocenitelných a užitečných znalostí v oboru správy bezdrátových počítačových sítí. Tato práce by měla přiblížit problematiku v budování rozsáhlé bezdrátové počítačové sítě a seznámit čtenáře práce se základními fakty, které je nezbytné řešit při správě a údržbě sítě.

Vytvořit rozsáhlou počítačovou síť nelze za týden, či měsíc. Je to práce na několik roků. Pokud se tato práce provede kvalitně s dobrým vybavením a správnými znalostmi, bude vybudována síť, která bude plnohodnotným nástrojem k rozšiřování uživatelů a tím budování obchodního jména firmy a případně přivede také Vaši společnost do zisků. Občanské sdružení PilsFree se dalo touto namáhavou cestou a pomalu začíná sklízet ovoce. Je radost pracovat v tomto sdružení po boku zkušených správců a odborníků na informatiku, kteří poskytují neocenitelné zkušenosti a které lze v budoucnu uplatnit ve svém vlastním zaměstnání.

Slovníček pojmů

AP	access point
AP klient	zařízení pro příjem WIFI
AP mode	režim AP pro vysílání WIFI
Bridge	mode pro komunikace mezi síťovými zařízeními
CAT5	jedna z kategorií kabeláže. Možnost přenášet rychlost 1Gb/s
dB	decibel
dBm	nejen samotný kabel se podílí na celkovém útlumu
Defaulní režim	tovární nastavení od výrobce
EIRP	výkon + zisk antény vzhledem - ztráty[18]
Ethernetový kabel	datový kabel určený pro přenos síťových dat
Firewall	je síťové zařízení sloužící pro bezpečnost a řízení síťového provozu[13]
Frag Threshold	hodnota rozdělení dat před jejich odesláním serveru[17]
Full duplex	spoj s dvojitým vysílačem a dvojitým přijímačem
Hz	Hertz základní jednotka frekvence
Hotspot	místo či oblast s možností bezdrátového připojení k internetu
Interface	rozhraní na serveru
Konektivita	rychlost připojení
Kruh sítě	způsob zapojení sítě
Latence	časová odezva na server
MAC adresa	jedinečná adresa každého hardwarového síťového zařízení
MiniPCI karta	hardware sloužící pro připojení do bezdrátové sítě
MiniPigtail	druh koaxiálního kabelu, určený pro příjem WIFI
NAT	(Network Address Translation) překlad síťových adres [15]
Ntype(male)	typ konektoru koaxiálního kabelu
Ntype-female	typ konektoru koaxiálního kabelu nebo také konektor na anténě
Packet loss	ztrátovost dat
PoE	Standard IEEE802.3af pro napájení po ethernetu (Power over Ethernet, PoE)[8]
QoS	(Quality of Service) řízení datových toků v informatice
Repeater	(Opakovač) aktivní síťový prvek. Opravuje a zesiluje signál

RouterBoard	mini počítač používaný pro komunikaci u bezdrátových počítačových sítí
RSMA	typ konektoru koaxiálního kabelu
RTS Threshold	používá se k minimalizaci kolizí mezi routerem a klientem [17]
Signal Strenght	hodnota signálu
Reverzní SMA konektor	standartně používaný konektor u AP
SSID	(Service Set Identifier) název bezdrátové sítě [16]
Traffic shaping	kontrola rychlosti přenosu dat
Watchdog	(hlídací pes) způsob jak zabezpečit síťová zařízení proti nechtěnému zaseknutí
WDS	Wireless Distribution System
WIFI	wireless fidelity (bezdrátová věrnost) zkratka pro označení několika standardů v informatice
WPA	druh zabezpečení bezdrátové sítě
WPA2	lepší zabezpečení bezdrátové sítě než u WPA
802.xx Radius	„Remote Authentication Dial In User Service, Uživatelská vytáčená služba pro vzdálenou autentizaci“ [12]

1 Bezdrátové WIFI sítě

Patří mezi jednu z možností připojení do celosvětové sítě Internet. Jsou alternativou k metalickému připojení, ovšem nemůžou se mu rovnat v žádných parametrech (rychlost přenosu dat, zabezpečení). Jestliže lze vybírat z obou možností připojení k internetu, bezpochyby je lépe zvolit kabelové připojení. Bezdrátové sítě se využívají v místech, kde nelze z technických či jiných důvodů (finance, atd.) vytvořit metalickou počítačovou síť.

1.1 WIFI standardy IEEE 802.11b, IEEE 802.11g (2,4GHz)

WIFI v informatice slouží k označení několika norem IEEE 802.11, které popisují bezdrátovou komunikaci v síti. Technologie WIFI umožňuje použití bezlicenčních pásem, kterých lze využít zcela zdarma. Ovšem je třeba dodržet pravidla pro vysílání a šíření vln. V dnešní době nelze brát WIFI jako nepřekonanou technologii. Pokud to jen trochu jde, je lépe použít metalické technologie než technologii WIFI [2].

Tab. 1.1 *Tabulka WIFI standardů* [3]

Standard	Pásmo [GHz]	Maximální rychlost [Mbit/s]
IEEE 802.11a	5	55
IEEE 802.11b	2,4	11
IEEE 802.11g	2,4	54
IEEE 802.11n	2,4 nebo 5	540

Standard 802.11b byl vydán v roce 1999 a později v roce 2003 byl vydán standard 802.11g s větší přenosovou rychlostí. Oba tyto standardy pracují na stejném kmitočtu (frekvenci) a to 2400 - 2485MHz. Tato frekvence je rozdělena na 13 kanálů. Standard 802.11b má teoretickou přenosovou rychlost 11Mbit/s a 802.11g má teoretickou přenosovou rychlost 54Mbit/s Tyto rychlosti jsou pouze teoretické. Z praktického hlediska tuto rychlost nikdy nelze dosáhnout. Ovšem pokud bychom se nacházeli v ideálním prostředí bez rušivých vlivů a jiných okolních vlivů, které tento standard velmi ovlivňují, mohli bychom dosáhnout teoretických rychlostí.

V zarušené oblasti se rychlosti připojení mohou pohybovat okolo 2Mbit/s. Frekvence 2,4GHz je v dnešní době velmi nevhodná pro používání. Zcela se přestala používat pro WIFI sítě v komunikaci Klient-AP. Je to hlavně z důvodu rozsáhlého zarušení oblastí a to hlavně ve městech. Zarušení je dáno hlavně velkou koncentrací domácích AP, které se staly v domácnostech téměř pravidlem připojení samotných PC či notebooků. I když je metalické spojení mnohem spolehlivější, rychlejší a z hlediska bezpečnosti zcela bezpečné, uživatelé preferují domácí hotspoty, alespoň jako domácí infrastrukturu pro připojení. Frekvence 2,4GHz je velmi náchylná na vlivy počasí. Při silném dešti či hustém sněžení nastává ztrátovost dat (packet loss). Ve městech, kde je silné zarušení, se tato frekvence nepoužívá zhruba 3 roky. Jediné její dnešní využití je v domácnostech jako domácí WIFI hotspot.

Problém frekvence 2,4GHz spočívá v tom, že má málo kanálů, na kterých lze vysílat. Na 13 kanálech se v silně zarušené oblasti nedá spolehlivě vysílat. Zarušení je tu tak silné, že se doslova bojuje na každém kanálu. Pokud někdo silně zahltí jeden kanál, je potřeba AP nastavit tak, aby vysílalo na jiném kanálu. Jakmile se nacházíte v oblasti, kde dochází k přehlcení kanálu několikrát za den, je jasné, že funkčnost připojení přes tuto technologii je nestabilní. Při použití v domácnostech se tento problém příliš nevyskytuje. Do místností v bytě se dostává elektromagnetický šum hůře díky železu, betonu a díky plastovým oknům, které jsou součástí domácností a mají negativní vliv na elektromagnetické záření. Proto jsou také zařízení v této frekvenci vyráběny, a proto stále nachází kupující zákazníky. Díky rozvíjejícím se jiným technologiím, například ve standardu 802.11a jsou zařízení pro frekvence 2,4GHz dosti levné a jejich ceny neustále klesají.

1.2 Zařízení používána pro připojení na frekvenci 2,4GHz

Pro připojení k síti na frekvenci 2,4GHz se v podstatě používají 3 základní komponenty: anténa, koaxiální kabel, access point.

1.2.1 Access point

Jedná se o zařízení, jehož úkolem je přijímat nebo vysílat bezdrátový signál (WIFI signál). Zkráceně se tomuto zařízení také říká AP (Access point). Pokud signál přijímá je v tzv. AP klient modu a má za úkol přijímaný signál převést do ethernetového kabelu. Pokud signál vysílá, je v tzv. AP mód. Tyto mody jsou softwarové nastavení AP. Podle toho, kde se AP provozuje, se nastaví správný mód.



Obr. 1.1 Access point TP-LINK WR340GD

Při vysílání signálu se uživatelé bezdrátové sítě připojují na tento AP a jejich AP klienti mezi sebou komunikují. AP se využívají v infrastruktuře sítě jako přístupové body pro připojení uživatelů. Aby se mohl AP klient připojit do bezdrátové sítě, musí být správně nastaven. Důležité je nastavit správný název přístupového bodu, který slouží pro komunikaci s AP klient. Každé AP při vysílání signálu má svoje tzv. SSID. To je název sítě, který lze nastavit v jakémkoliv znění a je důležitý pro AP klienta. Pokud zmizí tento název z vysílání, AP klient ztrácí komunikaci s AP a datový tok je přerušen. AP mají mnoho dalších funkcí, které lze softwarově měnit, nastavovat, zapínat a vypínat. Patří sem například zabezpečení, firewall, QoS, watchdog aj. Umožňují-li AP složitější správu sítě, nazývají se taková zařízení router. Mezi základní funkce AP patří měnit svůj mode. To znamená možnost nastavení jako AP, AP klient, Bridge. AP jsou napájena ze sítě 230V přes transformátor, který je většinou součástí balení, a ten transformuje napětí na různé hodnoty.

Převážná většina AP fungují při napětí 18V.

Některá technická specifikace na obalu při koupi Access pointu (AirLive WL-5460AP)

54Mbps Bezdrátový přístupový bod:

- podporuje módy AP, bridge, klient, WDS
- disponuje odnímatelnou anténou, 2 LAN porty
- WPA, WPA2,.
- regulace výstupního výkonu, watchdog

Hardware:

- 2 x 10/100Mbps LAN porty
- 2MB Flash, 16MB SDRAM
- reversní SMA anténní port
- LED diody Power, LAN, WLAN

Anténa:

- 2dBi odnímatelná dipólová anténa
- reversní SMA konektor

Frekvenční pásmo:

- USA (FCC) 11 kanálů: 2.412Ghz - 2.462Ghz
- Evropa (ETSI) 13 kanálů: 2.412Ghz - 2.472Ghz
- Japan (Telec) 14 kanálů: 2.412Ghz - 2.483Ghz

Přenosová rychlost:

- 54, 48, 36, 24, 18,11, 5.5, 2, 1 Mbps

Výstupní výkon:

- 18dBm

Zabezpečení:

- šifrování 64/128-bit

Konfigurace:

- Web Management
- WDS (Bridge, Client, Repeater) mode
- MAC Access Control
- MAC Access Table
- SSID, Channel,

Provozní hodnoty:

- provozní teplota 0~60°C
- skladovací teplota -20~65°C

Napájení:

- DC12V, 800mA

Rozměry:

- 135 x 100 x 26mm *Váha:*180g [4]

Je samozřejmé, že každé zařízení má jiné parametry. Zde je příklad parametrů z katalogu výrobce OvisLink. Pokud hledáme zařízení na frekvenci 2,4GHz pro domácí hotspot, všímáme si především, zda se opravdu jedná o zařízení pracující se standardem 802.11b,g, podpora modů, zisku antény, počet LAN portů, zabezpečení, případně napájení, pokud není součástí balení.

Na základě uvedených technických parametrů lze doporučit zařízení s dobrým jménem na trhu (značkou) a to například společnost OvisLink, Alfa, AirLive. Pro domácí hotspot je vhodné použít například AirLive WL-5460AP 802.11g. nebo OvisLink WL-5460AP.

1.2.2 Antény

Anténa je zařízení, které zesiluje signál přístupového bodu či bezdrátových prvků. Umí jak signál přijímat, tak i vysílat. Samotný access point by bez antény měl dosah pouze pár jednotek metrů. Pokud se připojí anténa přes koaxiální kabel do access pointu, získáme plnohodnotné zařízení pro příjem či vysílání WIFI signálu. Access point bez antény je téměř nepoužitelný. Antény mají jako hlavní parametr tzv. zisk, který se udává v jednotce dB (decibel). V podstatě platí, že čím větší má anténa zisk, tím je použitelnější na delší vzdálenost.

Antény se dělí podle směru záření (polarizace). A to na horizontální a vertikální. Ty se dále dělí na všesměrové, sektorové a směrové. Samotný název už charakterizuje druh použité antény. Každá anténa má výstup na koaxiální kabel. Koaxiální kabel se připojuje do antény přes konektor N female, to je speciální typ konektoru, který se používá u zařízení pro příjem WIFI signálu. Na každý WIFI spoj je potřeba použít adekvátní typ antény. Přenosová rychlost není příliš závislá na druhu antény, ale hlavně na kvalitě signálu. Přenosová rychlost se v zarušených oblastech na frekvenci 2,4GHz u standardu 802.11b pohybuje okolo 2Mbit/s a v nezarušené oblasti okolo 6Mbit/s, u standardu 802.11g je rychlost stahování okolo 10Mbit/s. Je třeba upozornit, že nezarušené oblasti na kmitočtu 2,4GHz téměř neexistují. Příkladem nezarušené oblasti může být domácnost s ideálním prostředím a dokonalým odstíněním rušivých vlivů.



Obr. 1.2 Všesměrová anténa a sektorové antény Interline

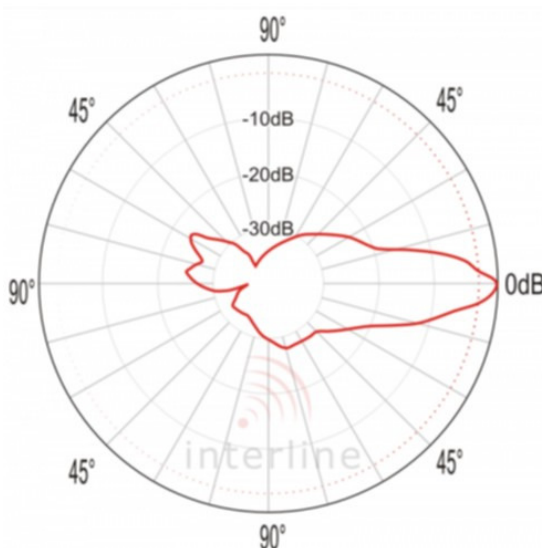
Antény všesměrové

Jsou významné především svojí schopností vyzařovat svůj výkon do všech směrů, tedy do 360°. Tyto antény se používají především na jednoduchých přístupových bodech, kde se nepočítá s masivním nárůstem připojených uživatelů. Výhodou je, že se uživatel může připojit z libovolného směru a je ovlivněn pouze vzdáleností od přístupového bodu. Dále se tento typ antény používá v domácnostech pro WIFI hotspot. Standardně dodávaná anténa v balení každého AP je většinou dostačující pro vytvoření domácího hotspot. Zisk antény pro domácí hotspot se pohybuje zhruba 4-6 dB. Pokud je potřeba získat signál i v jiných částech budov (vyšší patra, balkony, terasy, zahrady), je třeba zakoupit anténu s větším ziskem. Standardně dodávaná anténa v balení s AP je vhodná pro použití do zhruba 10m. Anténa s větším ziskem nemusí vždy pomoci, to je hlavně případ zarušených oblastí. Při použití antén s větším ziskem přispíváme k vytváření vyššího zarušení oblasti, což může mít v budoucnu negativní vliv na bezdrátovou síť. Je velmi nevhodné vytvářet bezdrátovou síť s použitím vyšších zisků antén, než je potřebné. Vede to k zbytečnému zarušení oblastí a k vytváření většího elektromagnetického smogu. Tento problém nastal s frekvencí 2,4GHz a začal se už také projevovat i u frekvencí 5GHz. S použitím všesměrových antén na frekvenci 2,4GHz je problém hlavně při bouřkách. Všesměrové antény jsou svým charakterem vyzařování velmi citlivé a při bouřce se velmi často porouchají. Pro tento typ poruchy se používá výraz „hluchá anténa“. Jako zábrana proti ohluchnutí slouží bleskojistka, ale ne vždy funguje spolehlivě. Z praxe vyplývá, že může také pomoci omotání antény vodivým drátem, který bude u vrcholu

antény roztrženy. Spolehlivými a doporučenými výrobci všesměrových antén jsou Alfa, Pacific.

Antény sektorové

Vyznačují se omezeným vyzařovacím úhlem. Výrobci kvalitnějších sektorových antén se snaží dosáhnout vyzařovacích úhlů co nejmenších. Je to z důvodu zarušení. Běžný vyzařovací úhel je u sektorových antén 90°. Pro kvalitní příjem signálu je lépe použít právě tyto antény s vyzařovacím úhlem do 90°. Omezí se tím tak rušivé vlivy, protože působí méně, než kdyby bylo použito antén s větším vyzařovacím úhlem. Vyrábějí se i antény s vyzařovacím úhlem větším než 90°. Někteří výrobci vyrábějí sektorové antény, které září svůj výkon do 120° nebo až do 180°. Větší vyzařovací úhel u samotné antény než 180° se nepoužívá.



Obr. 1.3 Vyzařovací charakteristika Antény sektorové Interline Maxi 17dBi 90/6°

Převzato z: <http://wifi.aspa.cz/antena-sektorova-interline-maxi-17dbi-90-6-z67626/>

Sektorové antény se používají na přístupových bodech pro distribuci datového toku samotným uživatelům. Na přístupových bodech se používá kombinace sektorových antén tak, aby součet vyzařovacích úhlů dohromady dosáhl 360°. Není tedy výjimkou, že se na jednom přístupovém bodě může vyskytovat i po čtyřech kusech sektorových antén pro jediný standard bezdrátových spojů. Z hlediska kvality připojení a vlivu na zarušení je použití sektorových antén rozhodně lepší a datový tok je tak kvalitnější a dosahuje větší kapacity. Není vhodné vykrývat oblasti anténami tam, kde není očekávána mobilita samotných uživatelů. Získá se tím větší kapacita kanálů pro budoucí připojené uživatele. Používání sektorových antén je profesionální a užitečné hlavně z hlediska zarušení dané oblasti. To vede ke kvalitnějšímu a

stabilnějšímu připojení. Pro bezdrátovou počítačovou síť je důležité, zda použijeme antény s vertikální či horizontální polarizací signálu. Jsou zde ale určitá pravidla, která budou diskutována v dalším textu. Kvalitní výrobci těchto antén jsou například společnost Pacific.

Antény směrové

Použití směrových antén je velmi důležité. Používají se jako hlavní antény na páteřních spojích. Páteřní spoje mají za úkol vést konektivitu do přístupových bodů. Páteřní spoje by měly mít v bezdrátové počítačové síti nejvyšší prioritu. Jsou to nejdůležitější, nejrychlejší a nejkvalitněji provedené spoje v počítačové síti. Proto by se na nich nemělo šetřit penězi a měl by být použit kvalitní hardware. Směrové antény jsou to, co k páteřním bezdrátovým spojům prostě patří. Tyto antény se vyznačují minimálním vyzařovacím úhlem. Je to z důvodu přijímání minimálního rušení z okolí a také pro přesné směřování spoje, aby bylo dosaženo maximálního datového toku. Běžně vyráběné směrové antény dosahují vyzařovacího úhlu cca. 20°. Kvalitní výrobci těchto antén jsou například: Pacific, Jirous JRC, UBNT, ALCOMA.



Obr. 1.4 Směrová anténa Pacific 22dBi

1.2.3 Koaxiální kabel

Koaxiální kabel je elektrický kabel válcového tvaru s jedním vnějším vodičem a jedním vnitřním vodičem. Vnější vodič je nazýván stíněním a vnitřní vodič jádrem. Tyto vodiče jsou od sebe odděleny nevodivou vrstvou, která se nazývá dielektrikem. Tento kabel slouží pro přenos elektromagnetického vlnění vysokých kmitočtů mezi anténou a AP. Jeho

užití je například v audiotechnice a obecně ve sdělovací technice. Tímto druhem kabelu lze také přenášet stejnosměrný proud, čehož se využívá například u anténních předzesilovačů. Mezi základní vlastnosti koaxiálních kabelů patří útlum kabelu udávaný v dB/m. Útlum kabelu je závislý na několika faktorech. Je to například frekvence přenášeného signálu a dále pak délka a tloušťka kabelu a v neposlední řadě také kvalita výroby [5] [6].



Obr. 1.5 Koaxiální kabel s konektory pro příjem WIFI

U WIFI je omezujícím faktorem koaxiálních kabelů jeho délka, jelikož s rostoucí délkou roste lineárně útlum kabelu (cca 0,5dB/m). Znamená to, že rostoucí délka omezuje vlastnosti antény a hlavně její zisk. Pokud je požadován kvalitní bezdrátový spoj, je potřeba použít co nejkratší koaxiální kabely. Doporučená použitelná délka koaxiálních kabelů pro WIFI je do 6 metrů. Lze použít i kabely s větší než doporučenou délkou, ovšem je třeba počítat s větším útlumem a tím pádem snížením zisku antény. To celé může vést ke špatné kvalitě signálu. Pokud nastane situace, kde je potřeba použít delší koaxiální kabel, je třeba dohnat výkon ziskem antény nebo použít kabel s jinou hodnotou útlumu. Platí pravidlo, že s rostoucí délkou roste útlum kabelu a s rostoucí tloušťkou klesá útlum kabelu. Tedy při použití více jak doporučené délky kabelu je třeba použít anténu s větším ziskem než za běžné situace nebo vybrat kabel s menším útlumem. Těmito možnostmi lze vykompenzovat ztrátu na kabelu. Součástí celkového útlumu soustavy (kabel, anténa) jsou i konektory, pigtaily, bleskojistky. Tedy nejen samotný kabel se podílí na celkovém útlumu. Dokonce i samotná trasa spoje vytváří útlum, proto je důležité znát některé hodnoty síťového hardwaru.

Pro vysvětlení je zde uveden příklad:

„+ výstupní výkon vysílače

- útlum pigtailu (redukce typicky 2 dB)

- útlum bleskojistky (1-3 dB)

- útlum dvou konektorů (cca 2 dB)

- útlum kabelu na vysílací straně

+ zisk vysílací antény

mezivýsledek = vysílaný výkon, nesmí být větší než +20 dBm (limit ČTÚ) [7].“

„+ 17 dBm výstupní výkon

- 2 dB pigtail

- 2 dB bleskojistka

- 2 dB konektory

- 1 dB 5 m kabelu H1000

+ 7 dB všesměrová anténa

mezivýsledek +17 dBm, pod limitem ČTÚ [7].“

Koaxiální kabely pro WIFI sítě mají specifické koncovky a konektory. Tyto kontakty se označují pracovním názvem RSMA a Ntype male. Konektor RSMA je tvořený pro připojení do access pointu a konektor Ntype male se šroubuje do antény, kde je vytvořen konektor s názvem N-female. Většinou jsou konektory pozlacené pro ještě lepší vodivost i minimální přechodový odpor. Koaxiální kabel je citlivý a neměl by se ohýbat. Vyrábí se spousty druhů koaxiálních kabelů s různými rozměry rozdílnými hodnotami. Důležitý technický údaj koaxiálního kabelu je útlum, který se uvádí na jeden metr délky. Každý výrobce používá jiný typ značení a pojmenování kabelu. Mezi nejpoužívanějšími druhy kabelů pro WIFI jsou například Belden H155 nebo Belden H1000, OEM RLA-10. Každý z těchto výrobců vyrábějí tyto koaxiální kabely s útlumem pod 1dB/m. Při nákupu koaxiálního kabelu je třeba volit kabel pro vhodný kmitočet. Typ kabelu volíme podle toho na jakém kmitočtu budeme daný kabel užívat. [5] [6]



Obr. 1.6 VF konektor RSMA [19]



Obr. 1. 7 VF konektor Ntype male [20]

V dnešní době rychlého rozvoje lze na trhu nalézt zařízení, která nejsou až tak známá, ale jsou používána v rozsáhlých bezdrátových počítačových sítích. Jedno takové zařízení je i tzv. RouterBoard. S použitím RouterBoardu souvisí používání i jiných druhů koaxiálních kabelů. Jsou to tzv. miniPigtaily pro miniPCI karty. MiniPigtaily jsou malé koaxiální kabely s dosti odlišnou tloušťkou a délkou než u běžných koaxiálních kabelů. Na jednom konci jsou miniPigtaily ukončené konektorem většinou RSMA a na druhém mají konektor U.FL. Používají se také miniPigtaily například s konektory MMCX a N male. MiniPigtail se volí podle návrhu montážní sestavy. Tyto miniPigtaily propojují miniPCI karty s koaxiálními kabely. Lze tedy například brát miniPigtaily jako redukci mezi běžným koaxiálním kabelem a miniPCI kartou.



Obr. 1.8 MiniPigtail s konektory MMCX (vlevo) a RSMA(vpravo)

Převzato z: <https://discomp.eu/?cls=stoitem&stiid=11805>

1.3 IEEE 802.11a (5GHz)

Tento standard byl vydán v roce 1999. Oproti standardu IEEE 802.11b/IEEE 802.11g je tento stabilnější a vyspělejší. Má větší povolený vizařovací výkon oproti 802.11b/g, tím ho lze používat na delší vzdálenosti. Byl sice vydán ve stejném roce jako 802.11b/g, ale pořizovací cena v té době byla natolik vysoká, že se aktivně začal používat až v roce 2005. Tato technologie je v dnešní době velmi používaná, alespoň je tomu tak v České republice. Dosahuje teoretické rychlosti až 54Mbit/s, ale platí tu stejný omezující faktor jako u standardu

802.11b/g. Je zde celkem dosti patrné zarušení, i když tato technologie už by na zarušení neměla mít takový vliv. To byl také její hlavní důvod při vydání standardu. Používání tohoto standardu je natolik kvantitativní, že se zde začal vyskytovat stejný problém, jako tomu je s frekvencí 2,4GHz. Objevují se oblasti, ve kterých funkčnost této technologie je nedostačující. Jedná se hlavně o oblasti větších měst. Zarušení bezdrátových sítí je nejvíce limitující faktor. Ve vzduchu je tak velký elektromagnetický smog, že se pro městské aglomerace začínají rozvíjet bezdrátové technologie, které by měly být absolutně imunní proti zarušení. Nicméně ceny ostatních technologií, které by mohly být alternativou, jsou dosti vysoké. Přejít na novější technologie zřejmě nastane, až se ceny sníží na přijatelnější hodnoty.

Může se stát, že za pár let budou běžně používanou frekvencí 10,5GHz pro spoje Klient-AP. Je samozřejmostí, že síťové společnosti investují finance především do páteřních spojů pro posilování konektivity. To je také jeden z důvodů, proč se do spojů Klient-AP příliš neinvestuje a proto spoje Klient-AP nejsou příliš oblíbenými mezi samotnými uživateli. Pro použití standardu 802.11a jsou nejideálnější nezarušené oblasti, jako jsou například vesnice. Není problém zde tvořit spoje na několik kilometrů. Samozřejmě s podmínkou přímé viditelnosti, která je nutná také pro frekvenci 2,4GHz. Z praktického hlediska je technologie 5GHz na vrcholu svého růstu. Lze tvrdit, že už spíše začíná upadat a je nahrazována technologií 802.11n.

Rozdělení pásma 5GHz

Pásmo 5 GHz, které se dále dělí do 3 subpásem a každé má trochu jiná regulační pravidla [7]:

5150-5250 MHz (zkráceně 5.1 GHz): použití pouze uvnitř budov, maximální hustota vyzářeného výkonu 23 dBi tj. 200 mW EIRP (přesněji 0.25 MHz/25 MHz v každém 25 MHz úseku) [7].

5250-5350 MHz (zkráceně 5.2 GHz): stejné jako výše, navíc ale je max. hustota výkonu definována jako (10 mW/MHz v libovolném 1 MHz úseku - trochu zmateně, protože podle formulace platí zřejmě zároveň i podmínka výše). Zařízení v tomto pásmu navíc musí být vybaveny automatickou regulací výkonu, která může snížit podle podmínek výstupní výkon zařízení na polovinu (-3 dB). Tato regulace ale nemusí být zapnuta, potom ovšem je maximální vyzářený výkon poloviční vždy, tj. 100 mW EIRP. Zařízení se také musí umět automaticky naladit na frekvenci, kde není v provozu radar fungující na stejné frekvenci [7].

5470-5725 MHz (zkráceně 5.4 GHz): použití uvnitř i vně budov, maximální vyzářený výkon 1 W EIRP (30 dBi). I zde ale platí podmínka o vybavenosti automatickou regulací výkonu se

stejnými pravidly, tj. není-li regulace zapnuta, je max. vyzářený výkon 0.5W (27 dBi) a podmínka o automatickém přeladování [7].

První dvě pásma jsou tedy určena výhradně pro provoz ve vnitřních sítích. Stejně tak jsou tyto pásma definována téměř po celém světě. Typickým využitím tak jsou produkty dle standardu 802.11a [7].

1.4 Zařízení používaná pro připojení na frekvenci 5GHz

Používají se zde stejné typy zařízení, tedy access point, anténa, koaxiální kabel. Ovšem na trhu se objevují zařízení, které jsou určena pro kvalitní a podrobnou správu sítě nebo zařízení které zjednodušují připojování samotných uživatelů. Mezi tato zařízení patří RouterBoard nebo například NANO stanice.

1.4.1 RouterBoard



Obr. 1.9 Vlevo RB 433AH; vpravo pohled zezadu na RB 133

Je minipočítač s procesorem a pamětí, který slouží pro správu počítačové sítě. Používá se především jako aktivní zařízení pro správu bezdrátových počítačových sítí. RouterBoard je možno použít jako access pointu v různém režimu sítě.

Má základní funkce jako každý jiný access point. Rozdíly mezi RouterBordy jsou v počtu portů pro miniPCI karty, které dokážou ovládat. V PilsFree je používáno toto zařízení nejen jako přístupový bod, ale i jako klientský access point společně s anténou a mini PCI kartou.

Zařízení vytvořila společnost Mikrotik. RouterBoardy používají operační systém Mikrotik RouterOS. Je to plnohodnotný nástroj pro kvalitní správu počítačové sítě. Při použití RouterBoardu v bezdrátové síti je třeba si zvyknout, že nefunguje bez použití příslušného hardwaru. Do RouterBoardu se vkládají tzv. miniPCI(viz obr.11) karty, které slouží jako běžný access point s možností rozšířeného nastavení. MiniPCI karta je připojena pomocí miniPigtailu do koaxiálního kabelu. MiniPCI karta může být spojena miniPigtailem přímo na anténu s použitím vhodného konektoru. Vyrábí se více druhů RouterBoardů. Liší se především obsahem hardwaru (operační paměť, procesor), množstvím LAN portů a množstvím portů pro miniPCI karty. RouterBoardy mají poměrně snadno vyřešené napájení. Lze je napájet vzdáleně, pomocí PoE. Pokud je RouterBoard umístěn na místě kde není běžně dostupná síť 230V (půdní prostory, střechy budov, zahrady), lze RouterBoard napájet pomocí ethernetového kabelu přes sestavu nazývající PoE(Power over Ethernet). Možnost takto napájet aktivní síťové prvky vychází ze standardu IEEE802.3af.

Některé nabízené RouterBordy na trhu: RB411, RB411AH, RB433UAH.

PoE „Power over Ethernet [8]“

„Standard IEEE802.3af pro napájení po ethernetu (PoE – Power over Ethernet) definuje možnosti napájení ethernetových zařízení prostřednictvím datových vodičů stávající kabeláže CAT5 bez nutnosti použití přídavných napájecích zdrojů či síťových adaptérů na straně napájeného zařízení. Byl přijat v červenci 2003. Základní vlastnosti IEEE802.3af jsou napětí 44 – 57 V; maximální proud 550 mA; typický proud 10 – 350 mA. Standard definuje pět výkonnostních tříd napájených spotřebičů, lišících se maximálním povoleným příkonem (3,84 až 12,95 W) [8].“



Obr. 1.10 Některé typy PoE se zdrojem

Příklady použití PoE:

IP telefonie, web kamery, PDA, notebooky, AP pro WIFI, ovládání elektromechanických ventilů přes LAN, vzdálené snímače a čidla, prodejní pokladny, zabezpečovací a monitorovací systémy [9].

Výhody využití PoE:

Napájení koncových zařízení v místech bez elektrické energie pomocí kabelu pro datový přenos, použití stávajícího datového kabelu CAT5 pro přenos elektrické energie a dat [9].

Nevýhody PoE:

Je limitovaná délka datového kabelu. Při větších délce kabelu (desítky metrů) se začne projevovat odpor vodičů, který je na několika metrech kabelu nedůležitý. Ovšem při použití PoE pro napájení síťových zařízení na větší vzdálenost nemusí PoE efektivně fungovat. Další nevýhodou je používání standardizovaných napájecích zdrojů. Tyto zdroje standardizuje zmíněná norma IEEE802.3af [9].

Princip funkčnosti PoE je založen na využití volných párů datových vodičů v ethernetovém kabelu. Volné páry vodičů se využijí pro vedení stejnosměrného napětí [9].

1.4.2 MiniPCI karta

Je to malá elektronická karta s čipem, která se vsune do slotu miniPCI. Je vytvořena především pro RouterBoardy, ale lze ji provozovat i v jiných platformách či počítačích a běžně se používá v notebookách jako WIFI karta. Důležité je, aby chipset byl kompatibilní s použitou platformou. Výhodou miniPCI karet je, že dovedou vysílat jak na kmitočtu 2,4GHz tak i 5GHz. Nevýhodou karet je poměrně častá ztráta citlivosti při bouřkách, která vede k tomu, že se karta stává nepoužitelnou.



Obr. 1.11 miniPCI karta Alfa a CM9

Bohužel výrobce na tento fakt nereaguje a nebere tuto poruchu jako důvod k reklamaci. Závada se projeví většinou zhoršenou kvalitou signálu u klientů. Pro potvrzení chybovosti karty, je potřeba vyhledat vysílající síť v okolí. Pokud nelze nalézt žádnou okolní síť nebo jen minimum sítí, je třeba kartu vyměnit. Velkou výhodou těchto karet je použití módu Turbo, Nstream, a technologie Nstream version 2. Jedná se o podporu Standardu 802.11n a jeho vylepšení. Technologie Turbo a Nstream se často používají pro zvýšení přenosové rychlosti hlavně na páteřních spojích. Stahovací rychlost se může zvýšit až na dvojnásobek běžné rychlosti standardu 802.11a. Je třeba podotknout, že v ČR použití Turbo a

Nstream není povoleno. Na trhu je značné množství výrobců miniPCI karet. Doporučenými kartami jsou: R52, Alfa CM9, WNC CM9, UBNT.

1.4.3 Některá další používaná zařízení pro připojení do bezdrátové sítě

Na trhu je v dnešní době celá řada různých značek a výrobců, kteří se zabývají výrobou zařízení pro příjem WIFI, proto je těžké se orientovat na tomto trhu. Budou zde uvedeny příklady zařízení, které byly testovány správci sítě v PilsFree, a budou zde uvedeny zkušenosti s těmito zařízeními.

UBNT NanoStation

Jedná se o poměrně nového výrobce, který si získal velkou oblibu mezi uživateli. UBNT NanoStation zařízení vynikají svojí možností rozsáhlého nastavení a jednoduchostí ovládání. Jsou ideální pro spoje Klient-AP. Nastavují se přes webové rozhraní. Používají svůj vlastní firmware, který se nazývá AirOS. Výhodou je například možnost vyhledávání sítí bez odpojení od stávající sítě. Toto je důležité zejména pro vzdálenou správu, jelikož bez této funkce se nedalo vyhledávání sítí provádět vzdáleně. Tuto funkci například zařízení od Mikrotiku nemají defaultně nastavenou. Další výhodou je podpora napájení přes PoE. Nejnovější typy tohoto zařízení mají dvě antény s odlišnou polarizací, označované jako „M“. To znamená, že se polarizace nemusí mechanicky měnit. Polarizace se mění softwarově, nebo se dokonce zařízení přepne samo na vhodnou polarizaci. Užitečné jsou také diody na krytu zařízení, které signalizují kvalitu signálu a upozorňují uživatele, že jsou v provozu. UBNT NanoStation je možno nastavovat v sedmi jazycích, mezi kterými je na výběr i čeština. Tyto zařízení dovedou pracovat ve standardu 802.11n a mohou dosáhnout teoretické rychlosti až 150Mbit/s.

Údaje od výrobce UBNT NanoStation M5, anténa2x 16dBi, outdoor klient MIMO 5GHz AirMax Station:

„Webová administrace je velmi jednoduchá a přehledná. Lze nastavit např.:

- režim AP, klient nebo WDS
- traffic shaping
- QoS
- mezi WAN a LAN transparentní bridge nebo routing, bez NAT nebo s NAT
- vypnout či zapnout výstup na externí anténu
- polarizaci antény (vertikální / horizontální / adaptivní)

- sílu signálu, jaká má odpovídat konkrétní signalizační LED
- výstupní výkon až 27 dBi [10].“



Obr. 1.12 UBNT NanoStation Loco M5

Převzato z: <https://discomp.eu/default.asp?cls=stoitem&stiid=16517>

MaxLink MaxStation Mikron 720PA

Dalším často používaným zařízením pro spoje Klient-AP je MaxLink MaxStation Mikron 720PA. Je to obdoba už zmíněného zařízení od společnosti UBNT. Je určena pro uživatele, kteří mají raději výrobky od společnosti Mikrotik. Mikron je sestaven tak, aby jeho instalace byla jednoduchá. Obsahuje RouterBoard typu RB711 s miniPCI kartou a klientskou anténu se ziskem 20dBi. Tato kombinace je ideálním řešením pro budoucí uživatele, kteří požadují standardní připojení. Zisk antény je vhodný pro připojení do cca 300m i v zarušené oblasti a společně s RB711 tvoří vhodný hardware, pro správné a dostatečné nastavení. Napájení je řešeno stejně jako u UBNT NanoStation pomocí PoE. Zařízení se nastavuje pomocí aplikace WinBox, která komunikuje s operačním systémem RouterBoardů(RouterOS). Také MaxLink MaxStation Mikron 720PA podporuje standard 802.11n.



Obr. 1.13 Mikron 720PA

Převzato z: <https://discomp.eu/default.asp?cls=stoitem&stiid=26652>

Pokud by si měl uživatel vybírat ze zmíněných zařízení podle kvality, jsou na tom všechna zmíněná s kvalitou a nabízenými funkcemi velmi podobně. Výrobky společnosti UBNT mají lepší a moderní design a snáze si montují. UBNT výrobky mají o něco lepší antény. Cena výrobků je srovnatelná [11].

UBNT NanoStation M5, anténa2x 16dBi, outdoor klient MIMO 5GHz, AirMax

Cena: 1715,- Kč [11]

MaxLink MaxStation Mikron 720PA, 20dBi, 5GHz, RB711, R5Hn-M, 24V POE

Cena: 1790,- Kč [11]

1.4.5 Antény

S anténami souvisí stejná problematika a rozdělení jako u kmitočtu 2,4GHz. Je třeba používat antény určené pro kmitočty 5GHz. Dříve platilo pravidlo, že kmitočty 5GHz není příliš náchylný na rušení. Toto pravidlo přestalo platit, když prudce vzrostly počty uživatelů a spojů připojených ve standardu 802.11a. Se zarušením WIFI spojů je třeba plně počítat. Důležité je vybírat vhodné antény, které nebudou přispívat k dalšímu zbytečnému zarušování oblastí. A dále vybírat antény, které nebudou tolik citlivé na vliv zarušení zbytečně velkým vyzařovacím úhlem. Výhodou kmitočtu 5GHz je nenáchylnost k přírodním situacím (mlha, sníh, déšť). Spojy na kmitočtu 5GHz spolehlivě fungují jak v mlze, tak i při silném dešti či sněhu. Není pravidlem, že by při špatném počasí měla technologie problém s datovým tokem. Mezi často řešené problémy bývá nadměrná vlhkost v konektoru antény(N-female). Stává se tak hlavně při dlouhodobém dešti u špatně ošetřených konektorů. Konektory, které jsou vystaveny trvale přírodním vlivům, by měly být ošetřeny vulkanizační páskou. Tato páska chrání konektor hlavně proti vnikání kapilárního tlaku vody. Částečně chrání také proti náhodnému mechanickému poškození konektoru. Pokud vnikne voda do konektoru, vytvoří se velký přechodový odpor, sníží se vodivost a vlnění se nemůže šířit dál. Při tomto problému, je třeba v čas dostat vodu z konektoru. Lze jej například vysušit papírovým kapesníkem.

Antény všesměrové

Je lépe se vyhýbat používání všesměrových antén, pokud se nejedná o jednoduchý přístupový bod, kde se počítá s masivním připojováním uživatelů. Všesměrové antény jsou silně náchylné na zarušení. Náchylné na zarušení jsou hlavně díky své vyzařovací charakteristice. Při použití všesměrové antény na přístupovém bodě je doporučené množství klientů v počtu 8. Při větším množství připojených klientů vzniká riziko zhoršení signálu všem uživatelům. V případě připojování klientů je třeba snižovat vyzářený výkon na minimální potřebné hodnoty. Běžně se stává, že access pointy v defaultním režimu mají nastaven maximální vyzařovací výkon. Na to je třeba dávat pozor a tuto hodnotu snížit při nastavování. Pokud se vyzářený výkon nebude snižovat na minimální hodnoty, dříve nebo později dojde k totální zarušení oblasti. Je třeba si uvědomit, že defaultní nastavení všech zařízení je většinou takové, aby bylo schopno pracovat ve většině podmínek. Pokud ale toto nastavení správce sítě neupraví při nastavování, stává se po čase síť velmi nestabilní. Nastavení se většinou provádí podle signálu a vzdálenosti k přístupovému bodu. Ideální vzdálenost přístupových bodů je třeba co nejvíce zkracovat. Maximální vzdálenost spoje

Klient-AP v zarušené oblasti by měla být do 300metrů.

Antény sektorové

S těmito anténami souvisí stejná problematika jako u frekvence 2,4GHz. Výhodou používání sektorových antén je jejich menší náchylnost k zarušení, která je dána jejich vyzařovacím úhlem. Tento úhel by se měl pohybovat v ideálním případě na 90°. Antény s větším vyzařovacím úhlem jsou pro zarušené oblasti zcela nevhodné. Je třeba si uvědomit, že problematika, která je zmiňována u všesměrových antén, zde platí také. Další výhodou použití sektorových antén oproti všesměrovým je větší kapacita přístupového bodu pro uživatele. Na každou anténu se doporučuje připojit 8 uživatelů. Při použití sektorových antén s vyzařovacím úhlem 90° a použitím čtyř sektorových antén, je možnost připojit až 32 uživatelů na jeden přístupový bod zcela bez komplikací. Pokud bude potřeba navýšit kapacita pro více jak 32 uživatelů, lze k sektorovým anténám přidat všesměrovou anténu, která bude mít jinou polaritu záření (horizontální, vertikální), než mají sektorové antény. Při zřizování přístupového bodu je důležité se nad tímto zamyslet.

Antény směrové

Tyto antény vynikají svým výborným vysokým signálovým ziskem a minimálním vyzařovacím úhlem. Jsou to kvalitní antény určené pro páteřní spoje, dají se použít i pro spoje Klient-AP, což je výhodné pro zarušené oblasti. Směrové antény jsou většinou vyráběny do parabolického tvaru. Existují antény, které jsou pouze ve tvaru válce. Doporučené a praktické antény jsou takové, které se dobře a snadno zaměřují. Při zaměřování směrových antén jde většinou o centimetry. Proto je výhodné, když je přes anténu vidět nebo když má tvar válce. Velmi přesné zamíření je třeba provést u páteřních spojů. Při výběru směrové antény je důležité vybrat takovou, která bude mít dostatečný zisk pro potřebný spoj. Běžné hodnoty zisků směrových antén určených pro páteřní spoje délky 1Km jsou 23dBi. Často používanými směrovými anténami v PilsFree jsou: Pacific Wireless Anténa síto 21dBi 5GHz. Mezi kvalitní a ověřené značky patří: Pacific, UBNT, Jirous.

1.4.6 Druhy bezdrátových síťových spojů pro WIFI

Dělení spojů na: 1) spoje páteřní

2) spoje Klient-AP

Páteřní spoje

Tyto spoje by měly v počítačové síti být nejkvalitnějším a nejvíce kontrolovaným spojem. Jsou to hlavní spoje s nejvyšší prioritou. Jejich úkol je přivádět konektivitu do přístupových bodů v síti, kde se tato konektivita distribuuje dál pomocí spojů Klient-AP pro samotné uživatele. Na páteřní spoje by měl být použit velmi kvalitní hardware. Páteřní spoje se spojují většinou na velké vzdálenosti. Mohou spojovat dvě různá města či lokality. Proto je důležité tyto spoje spolehlivě a přesně zaměřit.

Pro umístění páteřních spojů volíme taková místa, odkud bude přímá viditelnost na druhý konec budoucího spoje. Většinou jsou to místa, která nejsou vystavena vlivu velkého rušení a jsou výše než okolní budovy či terénní překážky. Typickým místem jsou různé rozhlasové věže či vysoké budovy. Přenosová rychlost páteřních spojů se může poměrně lišit. Pokud se jedná o standard 802.11b/g, je použití páteřních spojů zcela nevhodné. Páteřní spoje na kmitočtu 2,4GHz se nerealizují už několik let. Všechny tyto spoje byly předělány na stabilnější a rychlejší technologie. Hlavní důvod, proč se přestaly používat, byl nastupující nový standard 802.11a a dalšími důvody byla přenosová rychlost a stabilita, která byla nedostačující.

Pro standard 802.11a se přenosová rychlost na páteřních spojích může lišit. Záleží na použité technologii. Pokud se hovoří o standardní technologii 5GHz, pohybuje se rychlost okolo 20Mbit v nezarušené oblasti. V zarušené oblasti je rychlost cca 17Mbit/s. Existují i technologie, na kterých lze dosáhnout vyšších přenosových rychlostí. Jednou z nich je například 5GHz-turbo. Jedná se o technologii, kterou oplývají výrobky společnosti Mikrotik. Pomocí RouterBordů a technologie 5GHz-turbo lze dosáhnout na páteřním spoji rychlosti až 40Mbit/s v nezarušené oblasti. Běžnější hodnoty se pohybují spíše okolo 30Mbit/s v zarušených oblastech. Existují i jiné technologie na, kterých lze dosáhnout i rychlosti přes 40Mbit v zarušené oblasti. Hovoříme o tzv. Nstream. Technologie Nstream se používá většinou ve fullduplexních spojích, což jsou spoje, které mají na každé straně dvě antény. Jedna anténa posílá data tam a druhá anténa zpět. Za normálního provozu proudí na jediné anténě data oběma směry a tak se kapacita linky zmenšuje. U těchto spojů se dosahuje rychlosti například až 80Mbit/s, a proto je možné dosáhnout vyšších přenosových rychlostí s nízkou odezvou. Nevýhodou technologie 5GHz-turbo je, že při vyšších rychlostech roste odezva (ping), což může mít negativní vlivy například na sledování online přenosů nebo hraní online her přes internet.

Na trhu jsou zařízení, která by měla mít teoretickou rychlost 150Mbit/s. Jsou to zařízení od společnosti UBNT, pracující se standardem 802.11n. Mají označení M2 nebo M5.

Zkušenosti s těmito zařízeními jsou zatím pouze ve standardu 802.11a pro spoje Klient-AP. Tato zařízení jsou kompatibilní s běžně používanými druhy síťových bezdrátových zařízení.

Co se týká jiných technologií, je na trhu celá řada zařízení, která jsou schopná bezdrátového přenosu rychlostí i 1Gbit/s. Jsou to zařízení pracující především v licencovaných pásmech anebo se tyto zařízení vůbec neřadí mezi mikrovlnné spoje. Příklady: laserové pojítka MRV, Mikrovlnné pojítka Ceragon, Bridgewave, Gigabeam.

Spoje Klient-AP

Patří mezi nejrozšířenější spoje v bezdrátové počítačové síti. Úkolem těchto spojů je distribuovat konektivitu samotnému uživateli. Kvalita těchto spojů se dost liší. Kvalitu dodává hlavně použitý hardware a správné nastavení. S každým dalším aktivním zařízením v síti se mění podmínky připojení. Kvalita signálu se mění a s tím souvisí i přenosová rychlost a latence na server (odezva), proto je třeba čas od času upravovat nastavení těchto spojů. Přístupový bod má omezené množství uživatelů, které může spolehlivě a kvalitně obsloužit. Každý spoj se liší vzdáleností od přístupového bodu. Vhodná vzdálenost od tohoto bodu se nedá jednoznačně určit. Platí pravidlo, že čím je uživatel vzdálenější od přístupového bodu, tedy čím delší je spoj Klient – AP, tím horší je kvalita signálu a ta se projeví na připojení. Vzdálenost od přístupového bodu je relativní v tom, že v zarušených oblastech se nedá jednoznačně říci, že uživatel, který je blíže přístupovému bodu, bude mít lepší signál. To platí převážně na kmitočtu 2,4GHz.

1.5 Další WIFI technologie

IEEE 802.11n

IEEE 802.11n je standard, který byl vydán v roce 2009. Je tedy poměrně nový. Důvodem jeho vytvoření byla hlavně snaha přiblížit se tehdejší rychlosti ethernetovým 100Mbit sítí. Na tomto standardu se pracovalo už od roku 2003. Teoretická maximální rychlost se udává 600Mbit/s.

Laserová pojítka

Jsou to zařízení pracující se světelným paprskem, který je vysíláný mezi dvěma body. Tato technologie je ideálním řešením v nepřístupných oblastech nebo ve velmi zarušených oblastech, kde je potřeba velká přenosová rychlost. Přenosové rychlosti dosahované pomocí těchto spojů jsou mezi 100Mbit/s až 1Gbit/s. Nejsou závislé na zarušení. Realizují se především na menší vzdálenosti (<500m). Tyto spoje nejsou ideálním řešením, jako hlavní páteřní spoje v síti. Při silném dešti či mlze, sněžení přestávají fungovat, jelikož je světelný paprsek přerušen. Světelný paprsek není schopen projít přes kapky vody nebo přes hustou mlhu, proto je používání této technologie nutné se záložním spojením například ve frekvenci 5GHz. Společnost, která se zabývá výrobou těchto optických zařízení, je například MRV.



Obr. 1.14 Laserové pojítka od výrobce MRV

Převzato z:[21]

Mikrovlnné spoje

Tyto spoje jsou ideálním řešením pro vysokorychlostní sítě. Pracují na frekvencích od 10GHz - 80GHz v licencovaných pásmech. Jsou proto ideálním řešením pro vedení bezdrátové konektivity pro nepřístupné oblasti nebo pro oblasti velmi zarušené. Jejich pořizovací cena není nejmenší, ale v dnešní době přijatelná (v řádech desetitisíc korun). Přenosové rychlosti se pohybují mezi 100Mbit/s až do 1,5Gbit/s. Společnosti vyrábějící tyto spoje jsou například: Ceragon, Gigabeam, Alcoma, Summit a ORCAVE



Obr. 1.15 – Anténa pro příjem mikrovlnného spoje od výrobce Alcoma
Převzato z: <http://www.opavskybezdrat.cz/novinky/index.php/home/mikrovlny>

1.6 Infrastruktura bezdrátové sítě

Každý, kdo stojí před problémem vybudovat spolehlivou síť, si musí dobře rozmyslet určité podmínky související s budováním bezdrátové sítě. Při budování sítě je nejdůležitější si určit strategické body. Tyto body budou v budoucnu přístupové body pro uživatele a bude se na ně přivádět konektivita pomocí páteřních spojů. Při budování bezdrátové sítě v dané oblasti, je třeba vzít nejprve do rukou mapu a promyslet, kam umístit přístupové body. Poté je nezbytné se na tyto body zaměřit, každý bod navštívit a zjistit další informace.

Mezi prvními informacemi by neměla chybět viditelnost z těchto bodů. Ta je pro WIFI spoje nejdůležitější i když už dnes existují technologie WIFI, které nepotřebují přímou viditelnost. Těmito technologiemi se ale tato práce nebude zabývat. Správná viditelnost na přístupový bod musí splňovat, viditelnost co možná nejvíce do všech okolních směrů, a hlavně viditelnost na bod, z kterého se bude přivádět konektivita. Dalším důležitým faktorem je, zda nebude vybraný bod příliš vystaven zarušení, jestli je dobře přístupný a další okolnosti, jako jsou možnosti napájení a velikost prostoru pro síťová zařízení. Pokud daný bod vyhovuje těmto požadavkům, je ideálním bodem pro to, aby na tomto místě byl zřízen přístupový bod.

Dalším kritériem pro vytvoření sítě je vybrat standard v jakém budou spoje provozovány. Pro klienty ideálním a velmi dostupným standardem je 802.11a který pracuje na kmitočtu 5GHz. Zařízení pracující na tomto kmitočtu jsou finančně nenáročná a zatím dosahují uspokojivých rychlostí a stability pro nenáročného uživatele. Pro páteřní spoj je lépe volit rychlejší a velmi stabilní technologie. Pokud délka páteřního spoje bude dosahovat max. 500m, je dobré využít technologie laserových pojítek. Podmínkou ovšem je tento spoj

zálohovat spojem v jiné technologii. Jako záložní spoj by dostačovala zařízení pracující v kmitočtu 5GHz. Pokud délka páteřního spoje bude delší než 500 metrů, je třeba volit technologii podle počtu budoucích uživatelů. Jako návrh je zde uvedena tabulka s množstvím uživatelů a patřičná doporučená technologie, která by měla dostačovat svoji přenosovou rychlostí a stabilitou. Snahou budoucích správců sítě by mělo být hlavně rozdělit konektivitu mezi několik přístupových bodů. Nesnažit se vytvořit jeden přístupový bod, který by měl připojovat do sítě všechny uživatele najednou.

Tab. 1.2 Tabulka návrhu infrastruktury bezdrátové sítě

Počet budoucích uživatelů	Bezdrátová technologie pro páteřní spoj
do 20	802.11a (5GHz)
20 – 50	802.11a (5GHz); 10,5GHz 100Mbit/s; laserové pojitko 100Mbit/s
50 – 100	laserové pojitko 100Mbit/s; 74-76 a 84-86GHz 1Gbit
100 - 300	74-76 a 84-86GHz 1Gbit

Co se týká spojů Klient-AP, bude dostačovat použití technologie 802.11a. Pro připojení několika klientů, kteří se nacházejí na jedné adrese či místě, je lépe vytvořit adekvátní páteřní spoj. Návratnost investice není dlouhá (viz. níže) a dojde tak k zajištění stabilního připojení. Pokud by byli všichni klienti připojeni zvlášť, došlo by k zarušení oblasti. Pro spoje Klient-AP se doporučuje používání RouterBoardů, UBNT NanoStation či MaxLink MaxStation Mikron s rozumným ziskem antény, podle vzdálenosti uživatele od přístupového bodu. Při připojování uživatele je třeba snížit na minimum zisk antény a uživatele připojovat na co nejbližší přístupový bod. Není rozumné vytvářet dlouhé spoje Klient-AP v zarušené oblasti. V nezarušených oblastech, jako je venkov či místa vzdálená od měst se nelze vyhnout tvorbě dlouhých spojů. Tvorba bezdrátové sítě se zde děje například mezi vesnicemi, a proto se nelze divit spojům na kmitočtu 5GHz délky až 10Km.

Ideálním hardwarem vhodný na přístupové body jsou samozřejmě RouterBoardy. S rostoucím množstvím uživatelů musí nastat volba výkonnějšího RouterBordu. Pro minimální ztráty v koaxiálním vedení je důležité použít co možná nejkratší koaxiální kabely. Vhodný způsob sestavení hardwaru je do tzv. Aluboxu. Alubox je hliníková krabička, do které se umístí RouterBoard s miniPCI kartami a anténa se připevní přímo na Alubox. Docílí se tím odrušení zařízení v Aluboxu a použije se velmi krátký koaxiální kabel. Celá tato sestava se poté může umístit na stožár a pro zaměření spoje se pohybuje s celým Aluboxem. Při tvorbě

více spojů z jednoho místa je dobré tyto spoje rozdělit na několik RouterBordů. Při větším množství miniPCI karet se začínají karty rušit vzájemně a jejich výkon se snižuje. Rozumné je, aby na RouterBordu byly maximálně 3 miniPCI karty. Tedy například 1x páteřní spoj a 2x spoj Klient-AP.

1.7 Návrh zařízení pro přístupový bod na frekvenci 5GHz s cenovou kalkulací

Tab. 1.3 Materiál[11]

Počet	Název	Cena bez DPH
2	MikroTik RouterBOARD RB433UAH v2 RouterOS Level 5	4904
2	MikroTik napájecí adaptér 24V 1A pro RouterBOARD, ALIX	244
2	MaxLink AluBox hliníková vodotěsná univerzální montážní krabice	880
5	minipigtail U.FL – RSMA	200
1	pigtail 25cm RG178U U.FL - N male	70
5	CM9 miniPCI	2065
4	Interline anténa sektorová 17dBi 5GHz, horizontální, H 90°/V 8°	6488
1	Pacific Wireless anténa síto 25dBi 5GHz	990
4	Kabel VF rf240 RSMA-N 2m	520
5	Anténní držák na stožár celý dvouramenný	221

CENA CELKEM:

16582,- bez DPH

Tab. 1.4 práce

Počet	Název	Cena bez DPH
1	Vytvoření Wi-Fi páteře	500
5	Přidání antény + karty + kabelu VF + nastavení	1000
1	Nastavení nového Wi-Fi routeru	300
1	Logistika (doprava, další drobné zařízení)	300

CENA CELKEM

2100,- bez DPH

Z tohoto návrhu vyplývá celková pořizovací cena 18.682Kč bez DPH. Zmíněná zařízení jsou ideální řešením pro přístupový bod. Tento bod by měl bez problémů zvládnout spravovat cca 32 uživatelů s kvalitním připojením. Uživatelé by se měli připojovat pomocí RouterBoardů nebo libovolných Access pointů na kmitočtu 5GHz. Páteřní spoj pracuje na kmitočtu 5GHz a je na hranici postačitelnosti pro kvalitní připojení uživatelů. Páteřní spoj je schopen fungovat na delší vzdálenosti (do 1km v zarušené oblasti). Pro zvýšení přenosové rychlosti, na konkrétním páteřním spoji je dobré použít jednu ze zmiňovaných technologií. Až v reálném provozu se dají určit přesné nedostatky zařízení.

1.8 Návrh klientského zařízení pro připojení do bezdrátové sítě

Tab. 1.5 Materiál [11]

Počet	Název	Cena bez DPH
1	MikroTik RouterBOARD RB411U, RouterOS L4, 1xLAN, 1xMiniPCI, 1xMiniPCIe, 1xUSB	1163
1	MikroTik napájecí adaptér 24V 1A pro RouterBOARD, ALIX	122
1	MaxLink ML411s vodotěsná montážní krabice pro RB411	390
1	Yagi anténa ASD 5GHz s krytem, zisk 17dBi úhel H24°, V24° konektor N F	790
1	CM9 miniPCI	413
1	Kabel VF rf240 RSMA-N 2m	130

CENA CELKEM

3008,- bez DPH

Tab. 1.6 práce

Počet	Název	Cena bez DPH
1	Přidání antény + karty + kabelu VF + nastavení	200
1	Nastavení nového zařízení a PC	300
1	Logistika (doprava, další drobné zařízení)	300

CENA CELKEM

800,- bez DPH

Celková cena připojení nového uživatele do bezdrátové počítačové sítě s kvalitním zařízením je 3808,-Kč bez DPH. Zmíněný set zařízení je schopen kvalitního připojení na cca 300m v zarušené oblasti. V nezarušené oblasti by mohl kvalitně fungovat i na spoj délky 1 km.

2 Analýza nejčastějších problémů s připojením

Bezdrátové počítačové sítě nejsou ideálním řešením pro připojení uživatelů do internetu. Bezdrátové sítě nikdy nebyly stabilním a bezpečným připojením. Postupem času přichází na trh nové a vyspělejší technologie, které slibují kvalitnější a bezpečnější zařízení. Ovšem tyto technologie jsou cenově dostupné pouze pro společnosti, které to potřebují. Pro samotné klienty (uživatele) jsou nové technologie cenově nedostupné.

Jakožto budoucí uživatel internetové sítě je třeba si uvědomit své požadavky na připojení a podle toho se rozhodnout pro správnou technologii připojení. Není vhodné srovnávat metalické a bezdrátové spoje. Metalické spoje jsou známé svojí bezpečností a svojí dostatečnou kapacitou pro přenos dat. To o bezdrátových spojích nelze tvrdit. Všechny důležité páteřní spoje po celém světě jsou realizovány pomocí metalického rozvodu, i když jsou tyto spoje několikanásobně cenově dražší. Cenu nezvyšuje ani tak technologie, jako realizace položení například kabelového spoje. Pokud má uživatel na výběr mezi metalickým nebo bezdrátovým připojením, vždy je lépe vybrat připojení pomocí metalického spoje. Připojení přes WIFI není z hlediska stability, rychlosti připojení ani z hlediska bezpečnosti ideálním řešením pro připojení do sítě Internet.

Funkčnost stabilního připojení přes bezdrátové připojení je závislá na mnoha faktorech, o kterých už zde bylo zmiňováno. Správci bezdrátové počítačové sítě proto řeší určitě více problémů než naopak správci počítačové sítě s metalickým rozvodem konektivity. Rozdíl mezi metalickými sítěmi oproti bezdrátovým sítím je hlavně v celkové údržbě, kterou rozsáhlá bezdrátová síť potřebuje téměř každý den. Denně se každý správce svého routeru či jiného aktivního prvku sítě setkává s problémem, který je většinou rozdílného charakteru. Proto jsou zde uvedeny nejčastější řešené problémy v bezdrátové počítačové síti ze zkušenosti správce PilsFree o.s..

Nejčastější problémy s připojením v bezdrátové síti

- 1) Špatný signál
- 2) Chybovost samotných access pointů
- 3) Zaseknutí access pointů
- 4) Ztrátovost dat (packet loss)
- 5) Nekvalitnost výroby některých zařízení pro příjem WIFI

Špatný signál

Jeden z častých problémů jak na spojích Klient-AP tak na páteřních spojích je špatný signál. Každý výrobce bezdrátových zařízení udává úroveň signálů v jiné podobě. Levnější zařízení většinou udávají úroveň signálů v procentech. Kvalitní zařízení, dá se říci profesionální zařízení, udávají úroveň signálu více parametry. Například RouterBoardy udávají čtyři parametry úrovně signálů (Signal Strength, Tx Signal Strength, Signal to noise, Tx/Rx CCQ).

Každý správce musí určit, zda se dá ještě se signálem pracovat nebo už lepší hodnotu nelze získat. To hlavně platí při zaměřování páteřních spojů, kde se pohybem antény o centimetry může změnit úroveň signál skokově i o několik dB. U RouterBoardů platí, že ze čtyř hodnot jsou prioritní pouze dvě hodnoty, zbývající dvě hodnoty jsou pouze doplňkové.

Prioritními hodnotami jsou Signal Strength, který je udáván v – dBm. Jedná se tedy o útlum. Přijatelná hodnota by měla být v rozmezí mezi -50dBm až -70dBm. Platí zde pravidlo, že čím bližší číslo 0 dBm, tím lepší signál. Ovšem v praxi se nedá docílit signálů pod -50dBm. Dále z praxe vyplývá, že hodnoty nad -70dBm nejsou ideální a měly by se upravit. Znamená to snažit se lépe směřovat jednu z antén daného spoje. Pokud se jedná o spoj Klient-AP vždy směřujeme klientskou anténu. Pokud se signál blíží hodnotě -90dBm, nelze očekávat datový tok. Další důležitá hodnota úrovně signálu je Tx/Rx CCQ, která je udávána v procentech. Je to typicky udávána hodnota hlavně RouterBoardů. Tato hodnota udává kvalitu přenosu dat. Pokud připojujeme RouterBoard jako klientské AP, udává se hodnota CCQ na příchozí/odchozí kvalitě signálu. Ideální a maximální hodnotou CCQ je 100/100. Pokud jsou hodnoty pod 90%, je třeba signál upravit. Například díky těmto hodnotám jsou RouterBoardy často vyhledávaným zařízením profesionálů pro příjem WIFI signálu.

Při použití jiného zařízení než RouterBoardů pro připojení do bezdrátové sítě je třeba zjistit v návodu, které parametry signálu je třeba sledovat. Z praktických znalostí se mezi nejběžnější parametry signálu udávají procenta. Čím větší procento, tím lepší signál.

Je třeba upozornit, že některá zařízení udávají hodnoty signálů velmi zkreslené a u určitých zařízení se nedá na hodnoty spolehnout. Je to většinou problém u zařízení značky UBNT.

Špatný signál může být způsoben několika faktory. Důležité je, aby se v trase k přístupovému bodu nenacházela žádná překážka. Musí být zaručena 100% viditelnost na daný přístupový bod. Pokud se dodržuje toto pravidlo, pohybuje se hodnota signálů v přijatelných hodnotách. Pokud se signál zhorší po silném větru či dešti, může to být následkem posunutí antény nebo se může stát, že do konektoru u antény natekla voda a je třeba konektor vysušit

nebo v horším případě vyměnit kabel. Špatný signál může být důsledkem zarušení oblasti. Ve velmi zarušených oblastech se nedocílí velmi dobrého signálu. Dochází k rušení navzájem. Například spoje klientů, které směřují proti sobě, se ruší vzájemně. Typický příklad u všesměrových přístupových bodů. Pokud se zhorší signál u všech připojených zařízení na daném rozhraní, je jasné, že chyba musí být na straně přístupového bodu. Je třeba zkusit změnit kanál vysílacího rozhraní. V zarušených oblastech je to častý problém. Zhoršený signál u všech uživatelů může být také způsoben překročením meze, kdy dojde k přehlcení antény důsledkem velkého množství klientů. Proto je důležité tyto faktory sledovat a omezovat na minimum.

Chybovost access pointů

Občas se stává, že se síťová zařízení přehltí pakety, které přes ně proudí a je třeba taková zařízení restartovat. Většinou pomůže odpojení od zdroje a opětovné připojení. Tento jev může nastat při velkém datovém toku, který přes zařízení proudí, anebo neznámou chybou firmwaru. Stává se, že se nedá určit příčina chyby. Proto se velmi často tyto chyby odstraňují resetem access pointu do továrního (defaultní) nastavení. Poté je třeba access point opět nastavit a většinou se chyba odstraní, pokud tedy byl zdrojem této chyby právě daný access point. Po praktických zkušenostech s restartováním access pointů do továrního nastavení vyplývá, že některé access pointy po tomto restartu přestanou komunikovat. Odezva na defaultní IP adresu není. Po odpojení od zdroje se opět naváže komunikace na defaultní IP adresu. V jiném případě nastává stejný problém, ovšem komunikace s access pointem funguje na defaultní adresu jiného typu zařízení. Celá tato situace může být chybou firmwaru, ale je třeba s touto chybou počítat nebo se vyhnout používání těchto zařízení. Nejčastěji se tato chyba projevovala u starších zařízení WNC RDAA-81 (Air CA8-Pro).

Při resetování access pointů je lépe tuto činnost provádět při zapnutém pingu (i) na konkrétní IP adresu zařízení. Lze tak poznat, že došlo k restartu zařízení. Stává se, že kontakt resetovacího tlačítka nefunguje. Proto se někdy provádí resetování několikrát.

Zaseknutí access pointů

Při bouřkách se vlivem přepětí stává, že se access point zasekne a je třeba ho restartovat vytažením zdroje napětí. Odpojení od zdroje napájení je prvotní laická dovednost, kterou může uživatel zvládnout sám.

Ztrátovost dat (packet loss)

Ztrátovost dat nastává vždy, když není se sítí něco v pořádku. Ztrátovost dat může nastat při špatném signálu. Může nastat při nepříznivém počasí anebo při velkém datovém toku. Podle rozsahu ztrátovosti dat lze usuzovat prvotní zdroj problému. Pokud nastane ztrátovost dat, záleží v jakém procentuálním zastoupení. Pokud je datová ztráta (packet loss) do 5%, většinou se může jednat o rušení či špatný signál a uživatel to (možná) téměř nepozná. Pokud se datová ztráta zvětšuje, může se jednat i o hardwarovou chybu zařízení (špatný zdroj, vadný RouterBoard) nebo může být problém například v špatně nastaveném aktivním prvku sítě. Proto je důležité, aby každý správce sítí kontroloval, a mohl případně odstranit problémy. Pokud se jedná o ztrátovost do 5%, může pomoci změna kanálu či dosměrování antény nebo kontrola kabeláže. Pokud je ztrátovost větší než 20%, není to zřejmě důsledek špatného signálu a je třeba chybu hledat jinde.

Při větší ztrátovosti dat může být problém například se zapnutým DHCP serverem na aktivním prvku sítě, který nesouvisí s komunikací routerů. Příkladem takového zařízení může být domácí přístupový bod. Proto by se nemělo v sítích kde se získává IP adresa automaticky ze serveru, používat zařízení se zapnutím DHCP pro vlastní využití. Jelikož všechna zařízení v síti společně komunikují, může dojít k situaci, že vlivem zapnutí funkce DHCP na domácím přístupovém bodě dojde k narušení synchronismu celé sítě. Tento jev se může promítnout například vysokou ztrátovostí dat či vysokou odezvou na server.

Menší kvalita výrobků některých zařízení pro příjem WIFI

Některé materiály používané na levných síťových zařízeních nejsou ideální. Je to hlavně u levnějších zařízení, které mají například uvolněné kontakty. Koncovky RJ45 nesedí přesně ve zdírce a pořádně nedrží. Při menším zákmitu se kontakt uvolní a připojení je nefunkční. Další příčinou může být při častém pohybu kontaktů, že se kontakty ukrotí. U levnějších typů zařízení dochází častěji k poruchám s napájecím zdrojem, který při 24h provozu denně u kvalitnějších zařízení vydrží průměrně 2roky. Některé typy antén časem ztrácí izolační schopnost a propouští vodu, což má negativní vliv na příjem signálu. Ta nejlevnější zařízení se většinou rozbíjí už při instalaci, jsou to většinou plastové komponenty, které slouží k připevnění zařízení.

3 Přehled nejčastějších problémů s připojením a způsoby řešení

3.1 Nejčastější problémy vycházející z praktických zkušeností správce sítě

- a) Špatný signál
- b) Chybovost samotných access pointů
- c) Zaseknutí access pointů
- d) Ztrátovost dat (packet loss)
- e) Nekvalitnost výroby některých zařízení pro příjem WIFI
- f) Spálení napájecího zdroje
- g) Necitlivost miniPCI karet
- h) Koroze kontaktů
- i) Kapilarita vody v kabeláži či anténě
- j) Kolidace IP adres
- k) Zarušení vysílacího kanálu
- l) Špatné nastavení domácích hotspotů (zapnutí funkce DHCP)
- m) Nefunkčnost DHCP serveru

3.2 Způsoby řešení nejčastějších problémů v praxi

- a) Špatný signál se většinou projevuje zhoršenou kvalitou připojení. Webové stránky se načítají pomaleji, stahování dat je také pomalejší. Při sledování online přenosů či hraní online her je obraz sekavý a často vypadává. Ztráta spojení se serverem není výjimkou. Pokud byl dříve signál na lepší úrovni, je třeba se signálem pracovat. Prvotně je třeba začít s prohledáním okolních sítí. Pokud je signál na všechny viditelné sítě nedostačující nebo není v rozumných hodnotách, je pravděpodobně chyba v anténě či koaxiálním kabelu. Pokud po prohledání okolních sítí je signál nedostačující pouze na požadovaný přístupový bod, je třeba zkontrolovat správné nasměrování antény. Jestliže je správně nasměrována anténa a koaxiální kabel je v pořádku, bude nejspíše chyba na straně providera. Daný správce přístupového bodu by měl zkontrolovat stav zařízení, tedy citlivost mini PCI karty, funkčnost koaxiálních kabelů a anténu. Chyba může být také v zarušeném vysílacím kanálu. Špatný signál může být i projevem, kdy je na daném

interfacu větší množství klientů. Poté je třeba klienty vhodně rozdělit na zbývající rozhraní.

Časová náročnost odstranění špatného signálu je cca na 2-3hodiny. Při použití hodinové sazby 200Kč/h je finanční náročnost za odvedenou práci k odstranění problému maximálně 600Kč.

- b) Chybovost samotných access pointů byla rozebrána podrobněji v tématu „Analýza nejčastějších problémů s připojením.“ Časová náročnost vyřešení tohoto problému je cca 1h. Tedy při stejné hodinové sazbě jako v bodě a) je cena cca 200Kč za vyřešení problému s chybovostí access pointů.
- c) Zaseknutí access pointů bylo také popsáno v tématu „Analýza nejčastějších problémů s připojením.“ Tento problém může odstranit libovolná osoba. Není zde třeba odborné znalosti ani odborná pomoc, proto zde nebude uvedena časová ani finanční náročnost. Uživatelé by měli být při připojování do sítě informováni o základním odstranění problému v síti.
- d) Ztrátovost dat (packet loss) může být příčinou hned několika problémů. Může to být například reakce na špatný signál nebo na vlhkost v kabelu či anténě. Ztrátovost dat se může projevovat i při špatném počasí. Podrobněji je tato problematika popsána v tématu „Analýza nejčastějších problémů s připojením.“ Lze tvrdit, že ztrátovost dat se projevuje u většiny nejčastějších problémů s připojením do WIFI sítě. Důležité je jen rozpoznat zdroj problému. To lze provést pouze vylučovací metodou.

Nejprve by měl být zkontrolován signál a to veškeré jeho složky. To je třeba udělat v případě, kdy se problém týká pouze jediného uživatele. Pokud je signál v pořádku, hledání příčiny ztrátovosti dat se pokračuje vypínáním rozhraní. Vypíná se postupně každý interface zvlášť a sleduje se při tom, zda nastane změna ve ztrátovosti dat. V této fázi je třeba zjistit zdroj problému. Ztrátovost dat nemusí být totiž nutně podmínkou hardwarové chyby. Zdrojem problému může být například zapnutá funkce DHCP na hotspotovém access pointu. Chybou mohou být také zbloudilé pakety ze špatně nastaveného síťového prvku. Tyto zbloudilé pakety zaměstnávají více servery a switche. Zařízení se poté nemůžou soustředit plně na svou práci, proto začnou chybovat, anebo pracovat pomaleji a dochází ke ztrátovosti dat. Po postupném vypnutí rozhraní, přes které tečou nežádoucí data z problémového zařízení, lze snadněji najít přímo konkrétní zdroj

problému a odstranit ho.

Pokud se problém ztrátovosti dat týká pouze jediného uživatele časová náročnost k odstranění tohoto problému je cca 1-2hodiny. Finanční náročnost se tedy podle hodinové sazby 200Kč/h bude pohybovat maximálně za 400Kč. Ovšem pokud je chyba na straně providera jedná se o časovou náročnost i 10hodin. Nelze zde uvádět cenu, jelikož každý provider odměňuje správce sítě jinou taxou.

- e) Nekvalitnost výroby některých zařízení pro příjem WIFI bylo popsáno v tématu „Analýza nejčastějších problémů s připojením.“. Každý správce by si měl uvědomit problematiku nekvalitních zařízení a podle toho přizpůsobit síť. Příkladem může být situace, kdy nesvítí kontrolky na zařízení (AP, RB, switch) v tomto případě se nejspíše jedná o rozbitý napájecí zdroj. Prověření napájecího zdroje multimetrem potvrdí, zda je problém ve zdroji. Časová náročnost k odstranění závady nefunkčního napájecího zdroje je cca 1h. Tedy se zmíněnou hodinovou sazbou je tedy cena 200Kč.
- f) Spálení (nefunkčnost) napájecího zdroje bylo popsáno v bodě e)
- g) Necitlivost miniPCI karet může být způsobena přepětím při bouřce. Karta se stává nepoužitelná a je třeba ji vyměnit. Kontrola citlivosti se provádí prohledáním okolních sítí. Pokud karta nedokáže najít běžně dostupné bezdrátové sítě v okolí, je zřejmě poškozena a musí se vyměnit. Problém necitlivosti karty se může projevit i při špatných signálech klientů na daný interface. Je třeba vylučovací metodou vyvrátit jiný zdroj problému například koaxiální kabel či anténu. Časová náročnost k odstranění problému je cca 2-3hodiny. Finanční náročnost je s hodinovou sazbou 200Kč/h maximálně 600Kč.
- h) Koroze kontaktů lze zařadit do stejné problematiky jako v bodě e)
- i) Kapilarita vody v kabeláži či anténě nebo zkráceně vlhkost se může projevit zhoršeným signálem či ztrátovostí dat nebo celkovou nefunkčností připojení. K zabránění tohoto problému slouží vulkanizační páska, která se používá na venkovní kontakty z důvodu zabezpečení proti vniknutí vody do kontaktu. Pokud se nachází voda v kontaktu je třeba kontakt dobře vysušit nebo vyfoukat. Časová náročnost odstranění problému je cca 1hodina. Finanční náročnost k odstranění tohoto problému je tedy 200Kč.
- j) Kolize IP adres se většinou projevuje v sítích, kde se nepoužívá funkce dynamického

přidělování adres (DHCP). Zkrátka se stane, že se v síti objeví zařízení se stejnou IP adresou. To způsobí nefunkčnost buďto obou zařízení, kterých se to týká, anebo pouze jediného. Kolize IP adres může nastat také při nechtěném zakruhování sítě. V obou případech se řeší problém stejně jako v bodě d). Postupným odpojováním interfaců se hledá zdroj problému a sleduje se stav sítě.

Časová náročnost se pohybuje cca 1-4h podle rozsahu počítačové sítě. Finanční náročnost určí společnost správci sítě sama.

- k) Zarušení vysílacího kanálu je problém na straně providera. Správce sítě by měl poznat podle signálů či rychlostí připojení, že je kanál zarušen. RouterBoardy umí zjistit hodnotu zarušení daného kanálu. Proto je velmi snadné tento problém inicializovat. Ovšem hledání vhodného kanálu, může být v zarušených oblastech velký problém. Časová náročnost k odstranění problému může být 1-4h, záleží na hodnotě zarušení. Ve velmi zarušených oblastech se nedá problém příliš vyřešit. Finanční náročnost musí ocenit provider.
- l) Problém může být ve špatném nastavení domácích hotspotů (zapnutí funkce DHCP). Pokud nastavuje síťové zařízení za použití manuálu výrobce osoba neznalá, může v určitých typech sítí nastat problém se špatným přidělováním IP adresy, nebo nefunkčností dynamického přidělování adres. Je třeba na tento problém upozornit uživatele při připojování do sítě. Pokud tento problém nastane, řeší se jako v bodě d). Časová náročnost záleží na rozsahu počítačové sítě (až 10hodin).
- m) Nefunkčnost DHCP serveru v bezdrátových sítích může být způsobena používáním zařízení, které dovolují funkci modu station pseudobridge. Typickým zařízením, které podporuje tento mód, je RouterBoard. Tento mód komunikuje se serverem bez použití funkce WDS. Je tedy jednodušší pro nastavení a snazší se udržovat spojení za každé situace. Jediný problém je, že používá několik MAC adres. Při použití mode station pseudobridge se občas stane, že server DHCP nedokáže rozpoznat jakému zařízení patří MAC adresa, kterou má přiřadit konkrétní IP adresu. Proto dochází k tomu, že počítačům, které jsou připojeny za zařízením používajícím tento mód, nefunguje dynamické přidělování adres. Jediná možnost, jak tento problém odstranit je, použití mode station wds, ale je třeba při nastavování na daný interface přidat WDS. Časová náročnost odstranění tohoto problému je cca 2h. Finanční náročnost je tedy maximálně 400Kč.

3.3 Problémy nejvíce ovlivňující provoz bezdrátové sítě

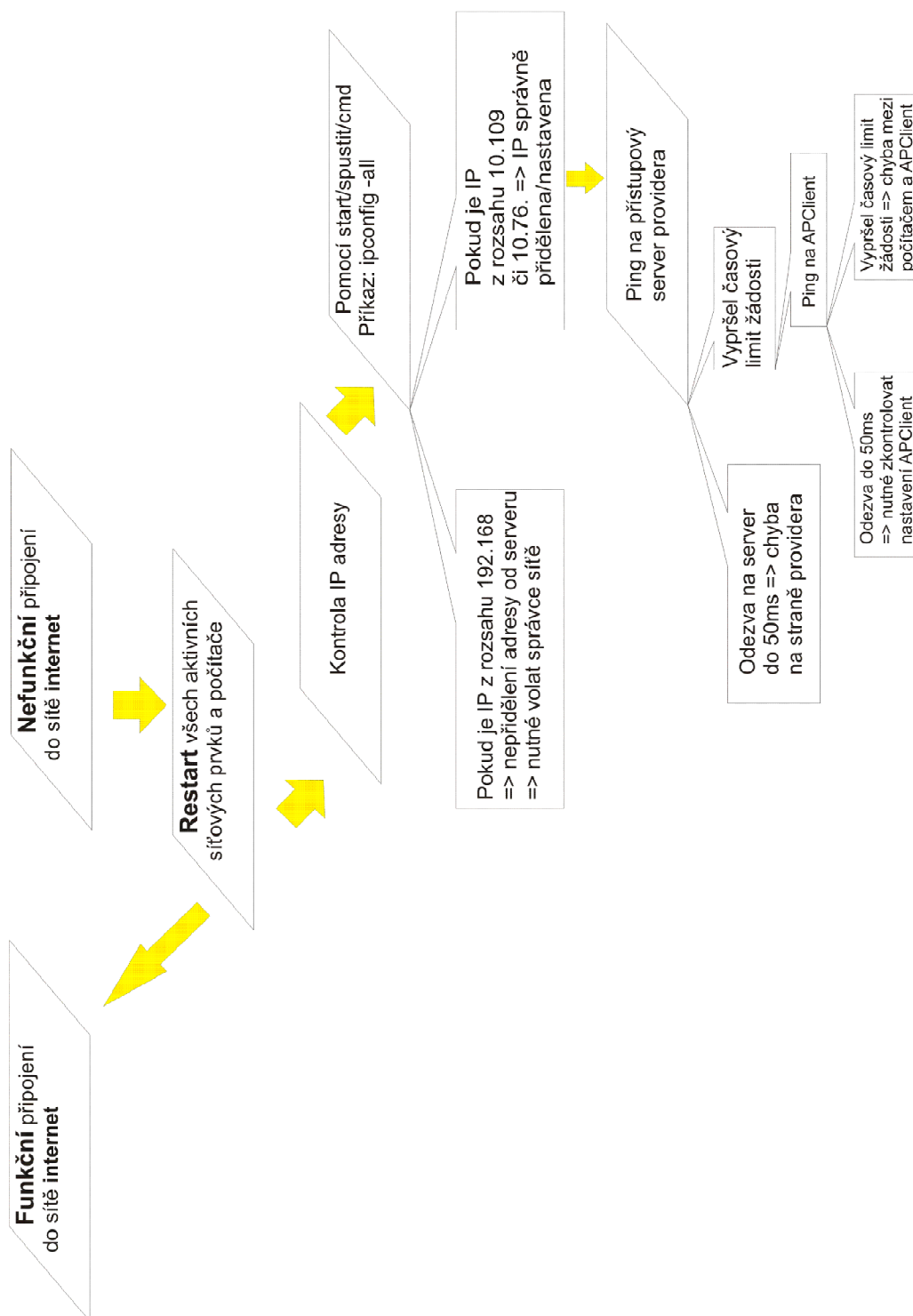
- a) Spálení napájecího zdroje
- b) Kolidace IP adres
- c) Ztrátovost dat (packet loss)
- d) Nefunkčnost DHCP serveru
- e) Špatné nastavení domácích hotspotů (zapnutí funkce DHCP)
- f) Necitlivost miniPCI karet
- g) Zarušení vysílacího kanálu
- h) Kapilarita vody v kabeláži či anténě
- i) Špatný signál
- j) Nekvalitnost výroby některých zařízení pro příjem WIFI
- k) Koroze kontaktů
- l) Chybovost samotných access pointů
- m) Zaseknutí access pointů

3.4 Seřazení nejčastějších problémů od nejzávažnějších až k méně závažným

- a) Ztrátovost dat (packet loss)
- b) Kolidace IP adres
- c) Nefunkčnost DHCP serveru
- d) Špatné nastavení domácích hotspotů (zapnutí funkce DHCP)
- e) Necitlivost miniPCI karet
- f) Špatný signál
- g) Zarušení vysílacího kanálu
- h) Kapilarita vody v kabeláži či anténě
- i) Nekvalitnost výroby některých zařízení pro příjem WIFI
- j) Koroze kontaktů
- k) Spálení napájecího zdroje
- l) Chybovost samotných access pointů
- m) Zaseknutí access pointů

4 Jak postupovat při problému s připojením do sítě Internet

Obr. 2.1 Schéma postupu při řešení problému s připojením k internetu



Závěr

V první kapitole jsem shrnul nejpoužívanější bezdrátové technologie v PilsFree o.s. a uvedl praktické zkušenosti s těmito technologiemi. Zaměřil jsem především na standardy 802.11 a,b,g, a popsal rozdíly mezi těmito standardy a to hlavně z praktického hlediska. Vypsal jsem druhy zařízení, které se používají pro příjem či vysílání WIFI v každém standardu zvlášť. Upozornil jsem na problematiku, která souvisí s těmito zařízeními a na co je třeba si dávat pozor při výběru vhodného zařízení pro příjem či vysílání WIFI. Ve své práci jsem využil své praktické zkušenosti se spravováním bezdrátové sítě. Navrhl jsem infrastrukturu ideální bezdrátové sítě a uvedl problémy při budování bezdrátové sítě. Doporučil jsem zařízení a technologie pro budování těchto sítí s důrazem na množství budoucích připojených uživatelů a kalkuloval cenu investice pro vytvoření přístupového bodu či klientského spoje na kmitočtu 5GHz.

V druhé kapitole jsem shrnul nejčastější problémy s připojením v bezdrátové síti PilsFree o.s.. Uvedl jsem, jakým způsobem byly tyto problémy způsobeny a jak se jich v budoucnu vyvarovat nebo je vhodně omezit. Způsobené problémy byly v 50% případů způsobeny špatným hardwarem, ve zbývajících 50% špatným signálem na přístupový bod providera. Druhá polovina problémů, tedy špatný signál, je způsobena především zarušením technologií 802.11 a,b,g. Zarušení je především způsobené velkým množstvím WIFI spojů a jejich zbytečným naddimenzováním a nevhodným nastavením těchto spojů, na čemž se nepodílejí jen spoje PilsFree, protože to je globální problém.

Třetí kapitola sestavuje nejčastější přehled problémů v síti a popisuje řešení těchto problémů včetně časové a finanční náročnosti. Na konec kapitoly jsou tyto problémy seřazeny od nejzávažnějších a těch, které nejvíce ovlivňují provoz bezdrátové sítě. Je třeba si uvědomit, že nelze jednoznačně říci, jak je daný problém v síti komplikovaný. Časová náročnost je proto pouze hrubým odhadem, založeným na praktických zkušenostech a od tohoto odhadu se rozvíjí finanční náročnost stanovená hodinovou taxou. Finanční náročnost není dána z tabulkových hodnot, ale pouze a jen jako mé osobní ohodnocení odvedené práce a lze se z těchto hodnot inspirovat. Nelze je však brát jako finanční hodnoty určené nějakým standardem. Co se týká problémů, které mají největší vliv na provoz sítě, na prvním místě jsem uvedl spálení napájecího zdroje. Je to proto, že bez napájecího zdroje síťová zařízení nemohou fungovat, a proto je při tomto problému síť plně nefunkční, což podle mého názoru nejvíce ovlivňuje provoz sítě. Jako nejzávažnější problém v síti jsem vyhodnotil ztrátovost dat

(packet loss) a to především z důvodu časové náročnosti na odstranění tohoto problému.

V poslední kapitole je navrženo schéma, kterým se mohou řídit uživatelé sítě PilsFree při problému s připojením do sítě. V každém případě je vždy lépe kontaktovat správce, který sám zvolí vhodný způsob odstranění problému s připojením do sítě.

Technologie WIFI je v dnešní době na ústupu. Není to vhodná technologie pro řešení důležitých páteřních spojů. Svoji nestabilitou, časovou náročností na údržbu a relativně špatným zabezpečením přenášených dat si spoje WIFI získaly špatnou pověst. Pro spoje Klient-AP je to ideální řešení v problematických městských částech s hustou zástavbou. Díky bezdrátovým spojům lze dnes přivést internetovou konektivitu téměř do každé domácnosti na celém území ČR. Je třeba si uvědomit, že technologie WIFI vychází od základu z fyzikálních jevů, které mají určité meze. Právě tyto meze se projeví například při zarušení oblastí, a proto nelze učinit WIFI bezproblémovou počítačovou sítí. Pokud je to jen trochu možné, je lépe použít metalické spoje, které jsou oproti bezdrátovým lepší díky vyšší přenosové rychlosti a nehrozí zde odposlech sítě. Bezdrátové sítě stále patří k vyhledávaným řešením připojení k internetu, i když si uživatelé musí zvyknout na určité kompromisy. Správně vybudovaná a spravovaná bezdrátová síť dobře slouží potřebám lidí v 21.století.

Použitá Literatura

- [1] *Informační systém PilsFree* [online]. Copyright © 2004 - 2006 Hell [cit. 2011-12-12]. Dostupné z WWW: <http://web.pilsfree.cz/f/logon.do>
- [2] Wi-Fi. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-02-24]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>
- [3] IEEE 802.11. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 17.8.2006, last modified on 3.9.2011 [cit. 2011-10-17]. Dostupné z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11.
- [4] *AirLive WL-5460AP 802.11g AP/ Bridge/ WDS/ Client, SMA (Discomp s.r.o.)* [online]. © 2011 CyberSoft s.r.o [cit. 2011-10-22]. AirLive WL-5460AP 802.11g AP/ Bridge/ WDS/ Client, SMA. Dostupné z WWW: <https://discomp.cz/default.asp?cls=stoitem&stiid=11745>.
- [5] *Antény pro digitální příjem televize >* [online]. 2005. 2005 [cit. 2011-10-18]. Koaxiální kabely. Dostupné z WWW: <http://anteny.digizone.cz/koaxialni-kabely/>.
- [6] Koaxialni kabel. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, [cit. 2011-10-18]. Dostupné z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Koaxi%C3%A1ln%C3%AD_kabel.
- [7] *Blog OK2JPK - Útlumy koaxiálních kabelů* [online]. Copyright © 1994-2011, 25.04. 2008 [cit. 2011-10-18]. Útlumy koaxiálních kabelů. Dostupné z WWW: http://ok2jpk.nagano.cz/?Nejen_o_WIFI:%DAtlumy_koaxi%E1ln%EDch_kabel%F9.
- [8] *Jak na napájení po Ethernetu bez PoE zařízení* [online]. © Copyright © 2000 - 2011 [cit. 2011-10-20]. Dostupné z WWW: <http://www.svetsiti.cz/clanek.asp?rid=12&cid=442>.
- [9] *Ower Over Ethernet - napájení ethernetových zařízení po datovém kabelu | HW.cz* [online]. © 1997 - 2011 [cit. 2011-10-20]. Power Over Ethernet - napájení ethernetových zařízení po datovém kabelu. Dostupné z WWW: <http://hw.cz/ethernet/poe/index.html>.
- [10] *UBNT NanoStation M5, anténa2x 16dBi, outdoor klient MIMO 5GHz, AirMax Station (Discomp s.r.o.)* [online]. © 2011 CyberSoft s.r.o [cit. 2011-10-22]. UBNT NanoStation M5, anténa2x 16dBi, outdoor klient MIMO 5GHz, AirMax Station. Dostupné z WWW: <https://discomp.cz/?cls=stoitem&stiid=16516>.
- [11] *Discomp s.r.o.* [online]. © 2011 CyberSoft s.r.o [cit. 2011-10-22]. Discomp s.r.o. Dostupné z WWW:

<<https://discomp.cz/default.asp>>.

- [12] RADIUS. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, [cit. 2011-12-12]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/RADIUS>>.
- [13] Firewall. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, [cit. 2011-12-12]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Firewall>>.
- [14] *Fragmentation Threshold* [online]. 2011 [cit. 2011-12-12]. Jenda9net. Dostupné z WWW: <http://jenda9net.chytrak.cz/fragmentation_threshold.html>.
- [15] Network address translation. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida): Wikipedia Foundation, [cit. 2011-12-12]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Network_address_translation>.
- [16] SSID. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, [cit. 2011-12-12]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/SSID>>.
- [17] Traffic shaping. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, [cit. 2011-12-12]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Traffic_shaping>.
- [18] EIRP vs ERP. In: *Jak fungují vysílače: o intenzitě pole a příjmu signálu* [online]. Copyright © 2005–2012 [cit. 2012-02-24]. Dostupné z: <http://www.digizone.cz/clanky/jak-funguji-vysilace-o-intenzite-pole-a-signalu/nazory/134681/>

Použité obrázky:

- [19] Obr. 1.6 VF konektor RSMA; převzato z: <https://discomp.eu/Default.asp?cls=stoitem&stiid=11896>
- [20] Obr. 1. 7 VF konektor Ntype male; převzato z: <https://discomp.eu/Default.asp?cls=stoitem&stiid=11901>
- [21] Obr. 1.14 Laserové pojítka od výrobce MRV; převzato z: http://www.proficomms.cz/index.php?module=shop_catalog&action=view&category_id=52&id=344

ⁱ ... Zapnutím příkazu ping- ve windows spustíme odezvu na server či libovolnou IP adresu