

# **Podpora rozvoje IKT – vysokorychlostní internet (EU - SROP 2.2)**

Petr Ženčák

---

Bakalářská práce  
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav aplikované informatiky

akademický rok: 2005/2006

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr ŽENČÁK**

Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**

Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Podpora rozvoje IKT – vysokorychlostní internet (EU – SROP 2.2)**

Zásady pro vypracování:

**Návrh a realizace sítě Wi-Fi pro připojení územního celku k síti internet.**

**Instalace serveru pro neziskové organizace.**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**Pužmanová R.: Bezpečnost bezdrátové komunikace, 2005, Computer Press, ISBN: 80-251-0791-4**

**Zandl P.: Bezdrátové sítě WiFi – Praktický průvodce, 2003, Computer Press, ISBN: 80-722-6632**

Internetové zdroje

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Tomáš Družbík**

Ústav aplikované informatiky

Datum zadání bakalářské práce:

**14. února 2006**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**16. června 2006**

Ve Zlíně dne 14. února 2006



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

*pověřený děkan*



doc. Ing. Ivan Zelinka, Ph.D.

*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Se značným rozvojem v oblasti informačních technologií jsou kladeny požadavky a nároky na zavedení vysokorychlostního internetu i do odlehlých nebo z technické stránky těžce realizovatelných míst pro zavedení vysokorychlostního internetu nejrůznějšími technologiemi. Pro podporu rozvoje vysokorychlostního internetu jsou vyčleněny dotační tituly ze strany Evropské Unie, které mají pomoci i menším a odlehlým místům tak, aby danou obec či město příliš finančně nezatížila. Má práce může sloužit jako návod na zavedení vysokorychlostního internetu i pro menší obce na technologicky vyspělých zařízeních a ne jako poslední skok „Last mile“.

## **ABSTRACT**

Because of the rapid development in the field of information technology, the farther places can also require implementation of high-speed Internet with the assistance of various technologies. There are grants that European Union set aside for support of high-speed Internet development and these are intended to help small and remote places and villages with funding the net. This composition could possibly function as the instructions for implementing high-speed Internet and could especially be helpful for small villages with highly developed appliances.

## **Poděkování, motto**

Rád bych poděkoval Ing. Zdeňku Dorazilovi a týmu techniků firmy LAN servis s.r.o., se kterými jsem realizoval projek pro obce Určice a Výšovice pod názvem

### **„Podpora rozvoje IKT“**

#### **Rozvoj informačních a komunikačních technologií v regionech**

Taktéž děkuji starostům těchto obcí: panu Konšelovi, starostovi obce Určice, a panu Oklešťkovi, starostovi obce Výšovice, za podporu v realizaci projektu pro zavedení vysokorychlostního internetu a komplexní vybavení těchto obcí v oblasti IT.

Za vedení a korekci mé bakalářské práce děkuji Ing. Tomáši Družbíkovi.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>7</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>8</b>
<b>1 PŘIBLÍŽENÍ BEZDRÁTOVÝCH SÍTÍ</b> .....	<b>9</b>
1.1 NORMY BEZDRÁTOVÝCH SÍTÍ .....	9
1.2 PRVKY BEZDRÁTOVÉ SÍTĚ.....	10
1.3 TOPOLOGIE BEZDRÁTOVÝCH SÍTÍ.....	12
1.4 PROVOZNÍ LIMITY PRO BEZDRÁTOVÉ SÍTĚ.....	13
1.5 VÝBĚR ANTÉNY, NAPĚŤOVÝ ČINITEL STOJATÉHO VLNĚNÍ .....	14
1.6 BEZPEČNOST BEZDRÁTOVÝCH SÍTÍ .....	16
1.7 BEZPEČNOST V RÁMCI SÍTĚ INTERNET A SÍTĚ LAN .....	17
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>18</b>
<b>2 NÁVRH, ŘEŠENÍ A TECHNICKÁ SPECIFIKACE</b> .....	<b>19</b>
2.1 NÁVRH PRO REALIZACI BEZDRÁTOVÝCH SPOJŮ .....	19
2.2 INSTALACE A KONFIGURACE BEZDRÁTOVÝCH SPOJŮ .....	20
2.2.1 Specifikace radioreléového spoje SDM10-DE.....	20
2.2.2 Instalace radioreléového spoje SDM10-DE .....	20
2.2.3 Specifikace technologie v pásmu 5 GHz.....	23
2.2.4 Instalace podružných vysílačů v pásmu 5GHz typu point-to-point.....	24
2.2.5 Instalace a konfigurace AR5213 .....	25
2.2.6 Specifikace technologie v pásmu 2,4 GHz.....	28
2.2.7 Konfigurace vysílačů v pásmu 2,4 GHz.....	29
<b>3 ZABEZPEČENÍ SÍTĚ A SHAPING</b> .....	<b>30</b>
3.1 MAC LOCK .....	30
3.2 SHAPING.....	31
<b>5 ZÁVĚR</b> .....	<b>35</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>36</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>39</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>40</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>41</b>

## ÚVOD

Bezdrátové připojení k Internetu je v dnešní době velmi rychle se rozvíjející technologií. Dle statistiky je v současné době v ČR vybudováno přibližně 5 600 vysílacích přístupových bodů. Pokud není možnost připojit se k síti Internet pomocí sítě s kvalitním připojením, např. síť MAN, je volen typ připojení Wi-Fi, který je dostupným a cenově méně náročným typem sítě pro menší odlehlé obce či města.

V červnu 2005 jsem byl jako obchodně technický zástupce firmy požádán obcemi Určice a Výšovice o návrh a odhad ceny bezdrátové sítě pro tyto obce. Bylo zde však několik problémů z hlediska polohy obcí a přímé viditelnosti. Vzhledem k nákladům potřebným na zavedení vysokorychlostního Internetu nechtěly ani obce ani firma nést všechny náklady na vybudování sítě. Ve spolupráci s panem Ing. Dorazilem jsme hledali možnost, jak obcím s výstavbou pomoci. Na základě dotačních titulů jsme vybrali titul „**Podpora rozvoje IKT**“ (Rozvoj informačních a komunikačních technologií v regionech), který byl vhodný pro vybudování sítě v těchto obcích a vybavení obcí a neziskových organizací (Základní škola Určice, Knihovna Určice, Obecní úřad Určice, projekt HANDICAP Výšovice, Knihovna Výšovice, Obecní úřad Výšovice). Společně s obcemi jsme zažádali o dotační titul, který byl schválen a bylo tudíž možné projekt realizovat. Bylo nutné technicky dobře koncipovat přístupové body tak, aby bylo pokrytí obcí co největší a samozřejmě celá koncepce odpovídala podmínkám projektu (udržitelnost projektu po dobu pěti let, garantovaná rychlost připojení min. 256 kbps na veřejně přístupných místech atd.). Ze strany obcí byl zájem o vybavení veřejně přístupných míst výpočetní technikou.

## I. TEORETICKÁ ČÁST



## 1 PŘIBLÍŽENÍ BEZDRÁTOVÝCH SÍTÍ

Bezdrátové sítě se v posledních letech rozvíjí značným tempem. Jejich růst podpořily i fondy EU. Poslední z fondů EU – Společný regionální operační program (SROP), zvláště pak opatření 2.2 pod názvem „Podpora rozvoje IKT“ (Rozvoj informačních a komunikačních technologií v regionech), dodal rozvoji bezdrátových sítí velké tempo a umožnil i těžko dostupným obcím a regionům možnost zavedení vysokorychlostního internetu.

Společný regionální operační program je jedním ze čtyř operačních programů, které Česká republika připravila pro čerpání strukturálních fondů. Důraz je v rámci SROP kladen na podporu vyváženého a udržitelného ekonomického rozvoje regionů, který bude vycházet z iniciativ veřejného, neziskového a soukromého sektoru. Program bude založen na eliminaci faktorů, které překážejí rozvoji potenciálu regionu, a na využití výhod, které poskytují příležitosti pro ekonomický růst.

Instalace bezdrátových sítí je jednodušší co do výstavby a technické realizace. Není třeba pokládat žádnou kabeláž. Pro svou funkčnost ale musí mít přímou viditelnost na přístupový bod. Nabízí nižší rychlosti než nejmodernější ethernetové kabelové sítě, ale i přes to v dnešní době je přístupná a ne příliš drahá. Rychlosti poskytované dnešními bezdrátovými technologiemi (běžně dostupné řádově do 50 Mbps) jsou plně dostačující například pro poskytování internetu nebo hlasových služeb. Tímto jejich výhody převažují nad ethernetovými kabelovými sítěmi.

### 1.1 Normy bezdrátových sítí

Pravidla vzájemné kompatibility a předpisy související s bezdrátovými sítěmi definoval Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Normy přímo související s realizovanou bezdrátovou sítí jsou tyto:

#### **IEEE 802.11**

Normy IEEE jsou označeny čísly. IEEE 802.11 je skupina bezdrátových síťových norem charakterizovaných používáním rádiového spektra. Normy 802.11 sledují pravidla stanovená institutem IEEE, jimiž se řídí řada síťových norem. Tato větší skupina norem je označena číslem 802.

**IEEE 802.11b.** Jedná se o normu, která má vůdčí postavení mezi síťovými normami na bázi IEEE 802.11 a pracuje ve spektru rádiové frekvence 2,4 GHz s rychlostí 11 Mbps.

Bezdrátové lokální sítě (WLAN) podle 802.11b (WiFi) se rychle ujímají vlády nad místní komunikací. I přesto existuje několik "drobností", které jim chybí. Především jde o přenosovou rychlost, která se pohybuje u 802.11b v řádu jednotek Mbps.

**IEEE 802.11g.** Norma 802.11g, která je novější než norma 802.11b, poskytuje vyšší rychlosti přenosu dat (až do 54 Mbps) než 802.11b (11 Mbps) a používá Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) technologii rozprostřeného spektra. Vzhledem k tomu, že používá spektrum 2,4 GHz, jsou sítě na bázi 802.11g zpětně kompatibilní s 802.11b.

**IEEE 802.11a.** Jedná se o vysokorychlostní rádiovou normu pracující ve frekvenčním pásmu 5 GHz. IEEE 802.11a používá OFDM jako frekvenční modulaci a dosahuje nejvyšší rychlosti 54 Mbps.

**WLAN IEEE 802.11a** (norma byla schválena 1999 - práce na ní byla zahájena dříve než na 802.11b, ale vyžádala si delší čas vzhledem ke složitějšímu způsobu přenosu na fyzické vrstvě) – na rozdíl od 802.11b pracuje již v licenčním pásmu 5 GHz a s výrazně vyšší teoretickou rychlostí 54 Mbps (skutečná přenosová rychlost se pohybuje do 30 – 36 Mbps, v tzv. turbo režimu).

Výhoda 802.11a oproti 802.11b není jen ve vyšších rychlostech, ale také v použitém kmitočtu. Pásmo 5 GHz je méně vytíženo a dovoluje využití více kanálů bez vzájemného rušení. Rozdílně využívané kmitočty u obou typů WLAN znemožňují jejich vzájemnou spolupráci. 802.11a nabízí až osm nezávislých nepřekrývajících se kanálů. [1]

## 1.2 Prvky bezdrátové sítě

Každá bezdrátová síť se skládá z následujících komodit:

**Distribuční medium:** Většinou je tvořen kombinací síťového mostu (bridge) a distribučního média, jímž je páteřní síť používaná pro přenášení dat mezi jednotlivými přístupovými body.

**Přístupový bod:** Přístupový bod (Access Point čili AP nebo Hot Spot): Představuje most mezi klasickou kabelovou a bezdrátovou sítí.

**Bezdrátové médium:** Je nosičem dat při jejich přesunu od stanice ke stanici (v bezdrátových technologiích tím můžeme rozumět například využití pásem: 2,4 GHz, 5 GHz, 10,3 GHz nebo infračervené).

**Klientská stanice:** Může být jakékoliv zařízení, tedy nejen zařízení přenosného charakteru.[2]



Obr. 1. Komodity bezdrátové sítě

### Hardware pro bezdrátové sítě

Při stavbě bezdrátové sítě se setkáte s množstvím produktů pro bezdrátový přenos dat. Můžeme volit bezdrátové prvky ve variantách AP, Client, AP/Client, AP/Klient/Router. Tyto produkty jsou k dispozici v několika HW provedeních a typech připojení k PC.

- PCMCIA karty
- PCI karty
- USB adaptéry
- Přístupové body
- Bezdrátové směšovače

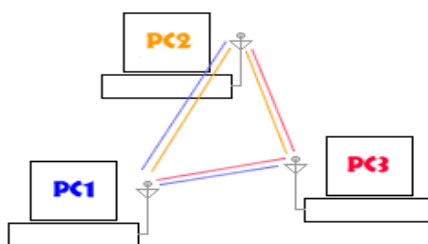
Pro uživatele operačního systému Windows (popř. Mac OS X) by ovladače neměly být problém. Větší pozornost této problematice věnují uživatelé unixových systémů. Protože ovladače jsou závislé na použité čipové sadě, doporučuji zvážit nákup bez toho, aniž by si je uživatel nejprve otestoval. Ze základních a nejoblíbenějších čipsetů PCI karet v unixových systémech jsou následující: čipset ZCOM XI-626 PCI 802.11b pro pásmo 2,4 GHz a čipset Atheros 5213 miniPCI, 802.11a,b,g pro pásmo 5 GHz.

Čipová sada (čipset) představuje "srdce" každého WiFi produktu a dalo by se ve stručnosti říci, že čipová sada rovná se to, co může vaše zařízení všechno umět a jak rychle. Výrobci čipových sad je o poznání méně než výrobců WiFi karet, z čehož plyne, že různé produkty od různých výrobců používají stejné čipové sady.

### 1.3 Topologie bezdrátových sítí

#### Ad-Hoc síť

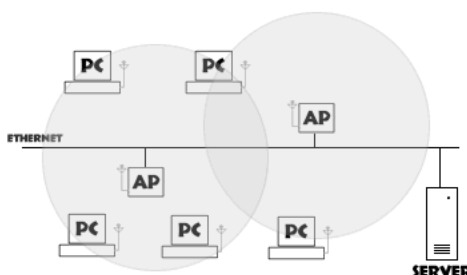
Tuto síť bychom mohli nazvat sítí nezávislou. Stanice se k sobě připojují nezávisle na jakémkoliv dalším zařízení. To v případě malé kanceláře s menším počtem počítačů funguje bez problémů. Problémy však mohou nastat při zvýšeném počtu připojených stanic, či při větších přenosových vzdálenostech (síťová karta klienta má přece jen menší vysílací výkon, než přístupový bod). Ad-hoc síť by se tedy dala doporučit jako dočasné řešení (např. při náhlé potřebě výměny dat či propojení s jinou stanicí). Počet spojení, která musí klientská stanice udržovat, je roven počtu stanic, se kterými chce komunikovat. Nutno však podotknout, že je to řešení nejméně nákladné - ke zřízení této sítě je zapotřebí pouze WiFi karty (pro každou stanicí jednu).[3]



Obr. 2. Síť typu Ad-hoc

#### Infrastrukturální síť

Roli tzv. spojovacího článku zde přijímá přístupový bod (AP). V infrastrukturální síti může fungovat každá stanice, která je schopna komunikovat s AP. Tohle řešení daleko méně zatěžuje klientské stanice, jelikož pro stanici již není nutné udržovat větší počet bezdrátových spojení, plně postačí pouze spojení s AP. Také správa takovéto sítě je daleko snazším úkolem než v případě řešení Ad-Hoc. [4]



Obr. 3. Infrastrukturální síť

## 1.4 Provozní limity pro bezdrátové sítě

Pokud plánujeme stavbu bezdrátové sítě ve volném pásmu 2,4 GHz nebo 5 GHz, musíme si dát pozor na výkonovou úroveň výstupního signálu antény. Tyto hodnoty jsou specifikovány Českým telekomunikačním úřadem (ČTÚ) všeobecným oprávněním **VO-R/12/08.2005-34**. Všeobecné oprávnění užívá poměrně složité pojmy, ale pro další výpočet stačí vyjít pouze z toho, že nesmí být překročena hodnota  $100 \text{ mW} = 20 \text{ dBm}$  pro pásmo 2,4 GHz, což není při současné četnosti bezdrátových sítí pravidlem, a také pásmo 5 GHz, konkrétně frekvence od 5,470 do 5,725 GHz. Maximální povolený vysílací výkon pro zařízení pracující na principu rozprostřeného spektra je 1 W, což je desetinásobek povoleného výkonu v pásmu 2,4 GHz.

Zisk antény (dB) je vyjádřením poměru. Do antén není přiváděna žádná dodatečná energie, a tak se signál nemůže nijak zesílit. Anténa, která má kladný zisk, je vždy nějakým způsobem směrová, tzn. že soustředí svůj vysílací a přijímací výkon do určitého směru, zatímco jiný směr zůstává „hluchým“. Zisk antény je pak vyjádřením poměru, kolikrát je preferovaný směr antény zvýhodněn oproti situaci, kdy by anténa vysílala do všech směrů stejně. I všesměrová anténa má zisk, je totiž všesměrová jen v jedné rovině a její vyzářovací diagram je "placka". Proto všesměrová anténa nevysílá výrazně nad sebe ani pod sebe. [5]

Při výpočtu výstupního signálu nesmíme zapomenout, že koaxiální kabely a konektory způsobují útlum. Záleží na druhu a kvalitě použitého kabelu, hodnoty se pohybují od 0,2 dB do 1 dB na jeden metr délky kabelu. Konektor pak odebere přibližně 1 dB. Většina přístupových bodů posílá signál v hodnotě asi 17 dB.

### Výpočet zisku celku:

- + 17 dB vstupní výkon
- 2 dB konektory
- 2 dB kabelová redukce
- 12 dB 12 m kabelu
- + 18 dB parabolická směrová anténa
- 
- + 19 dB výsledek je pod limitem ČTÚ 20 dB

Pokud hodnota dB překročí limity dané ČTÚ, musí se signál zredukovat softwarově nebo použitím nějakého regulačního prvku (útlumový člen).

### 1.5 Výběr antény, napěťový činitel stojatého vlnění

Důležitější, ale často přehlížený parametr, je "napěťový činitel stojatého vlnění" neboli "přizpůsobení" antény. Přizpůsobení (SWR, VSWR, PSV) udává, jaké množství vysílacího výkonu aktivního prvku je vyzářeno a kolik ho anténa odráží zpět do vysílače. Odražený signál následně snižuje signál, který anténa přijme od vysílače. Přizpůsobení je poměrová veličina, u WiFi antén se většinou udává ve tvaru 1:XX. Například přizpůsobení 1:1,1 znamená útlum -25 dB, takže méně než 0,5% vyzářeného výkonu se odráží zpět a 99,5% je vyzářeno. Další důležitá hodnota je SWR 1:1,2 (-20 dB, 1% odraženého signálu). Jako mezní hodnota pro datové antény je SWR 1:1,5 (-15 dB, 5% odraženého signálu) - od této hodnoty je anténa v podstatě nepoužitelná. V praxi ovšem SWR u běžně dostupných antén je na úrovni 1,9 – 15, což je skutečně naměřená hodnota na měřicím přístroji ANRITSU 331D.



Obr. 4. Měřicí přístroj ANRITSU 331D

Po změření řady antén tímto přístrojem, který mi byl k dispozici, pouze několik testovaných kusů zhruba odpovídalo parametrům, uváděným v manuálu antény. Parametr SWR je často uváděn mylný – prodejci jej buď přepíšou pouze z manuálů od svého dodavatele, nebo jej uvádějí mylně záměrně s předpokladem, že málo kdo bude SWR u antény měřit, poněvadž měřicích přístrojů, které umí měřit SWR, je v ČR velmi málo. Na celkovém přizpůsobení anténní trasy má kromě antény vliv také každý další nehomogenní prvek na anténním rozvodu, tj. každý konektor, útlum kabelu atd.

### Rušení ve frekvenčním pásmu

Doposud bylo pojednáno o spojení v ideální situaci, kdy jediné "problémy" vytvářelo samo prostředí, ve kterém se signál šíří, a kvalita antény a anténního vedení. V praxi se ale často objevuje další činitel, který má vliv na kvalitu datových přenosů. Jedná se o rušení, tj. o situaci, kdy anténa přijímá kromě žádaného ještě další, rušivý signál. Nemusí se bezpodmínečně jednat o jiný WiFi vysílač. Jediným způsobem, jak potlačit rušení, je použít vhodnou anténu, která bude účinně přijímat požadovaný signál a zároveň bude necitlivá k rušivým signálům z ostatních směrů. Tyto vlastnosti lze rovněž částečně korigovat vhodnou volbou polarizace antény.

<b>Typy antén: podle směru vyzařování, podle typů provedení</b>	
<b>Všesměrové</b>	Vykrývají 360° horizontálně, ideální pro použití jako centrální AP v oblastech bez rušení.
<b>Sektorové</b>	Vyzařují asymetrický paprsek o šířce několik desítek procent. Ideální jako anténa k centrálnímu AP, kterou je možné nasměrovat do oblasti s výskytem klientů.
<b>Směrové</b>	Vyzařují symetrický paprsek, na rozdíl od předchozích antén lze jejich pootočením změnit polarizaci vysílání. Jsou ideální jako klientské antény, pro budování spojů bod-bod a antény s širším vyzařovacím úhlem mohou nahradit sektorové antény.
<b>Tyčové antény</b>	Všesměrové antény; do této skupiny spadají všechny antény od nejmenších "pendreků" dodávaných s aktivními prvky až po outdoorové antény se ziskem přes 10 dBi.
<b>Panelové antény</b>	Antény ve tvaru panelu, podle vyzařovací charakteristiky bývají buď sektorové nebo směrové.
<b>Sítové antény</b>	Směrové antény, díky provedení jsou méně náchylné na poškození větrem, ale mají vyšší šumové číslo.
<b>Paraboly</b>	Směrové antény s nejlepšími parametry, vzhledem k plnému kovovému talíři jsou náchylné na vychýlení větrem.

*Tab. 1. Typy antén podle směru a provedení*

## 1.6 Bezpečnost bezdrátových sítí

Současné technologie nabízí celou řadu bezpečnostních nástrojů, které staví bezpečnost bezdrátových sítí minimálně na úroveň LAN. Skupina dostupných nástrojů tvoří jakousi pomyslnou pyramidu podle vlivu na celkovou bezpečnost sítě. Níže je uvedeno několik bodů, jak zabránit neoprávněnému přístupu do bezdrátové sítě.[6]

- Spektrální hustota vysílaného signálu je velice nízká a na spektrálním analyzátoru se signál jeví jako šum, proto je velice znesnadněno odhalení přítomnosti signálu tímto způsobem a případné zaměření jeho zdroje.
- Bezdrátovou síť je možné konfigurovat jako uzavřenou. To znamená, že na přístupový bod se může připojit pouze klient, který má nastavené jméno sítě stejně jako na přístupovém bodě.
- Na přístupovém bodě lze vyplnit tabulku MAC adres bezdrátových karet, které jsou oprávněny se připojit na přístupový bod. Pokud MAC adresa karty není obsažena v této tabulce, klient se na přístupový bod nepřipojí.
- Management přístupových bodů je prováděn SNMP protokolem. Nastavení hesel zabraňuje možnosti přepsání konfigurace přístupových bodů neoprávněnými klienty.
- Definiuje IP adresu, na kterou se posílají informace o mimořádných událostech.
- Tabulka IP adres, ze kterých je povolen SNMP management.
- Kryptování přenášených dat algoritmem RC4. K dispozici je až 128 bitové kryptování (24b inicializační vektor a 104b uživatelský klíč).



## 1.7 Bezpečnost v rámci sítě Internet a sítě LAN

Bezpečnost mezi sítí internet a sítěmi LAN zabezpečují tak zvané firewally. Jde o systémy použité mezi několika sítěmi, které zpracovávají provoz mezi sítěmi a umožňují monitorování a filtraci provozu. Firewally používáme když chceme chránit počítače v lokální síti před útoky z Internetu.

Komunikace síťových služeb probíhá v rámci portů. Právě tyto porty v podstatě umožňují komunikaci mezi sítěmi, ale zároveň i jisté nebezpečí útoku proti PC nebo celé síti. Pro útok na PC nebo síť postačí útočnickovi odposlouchávat porty a služby, které na nich běží. Pokud mají porty nedostatečné zabezpečení, lze se pak do systému infiltrovat.

Firewall kontroluje veškerou komunikaci probíhající na portech a podle nastavených pravidel hodnotím, zda je komunikace na portech bezpečná či nikoli. V případě, že komunikaci na portech vyhodnotí jako nežádoucí, snaží se zamezit proniknutí do PC nebo celé sítě.

### Nejčastěji používané porty:

- HTTP: 80
- POP3: 110
- IMAP3: 220
- FTP: 20, 21
- SSH: 22

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 2 NÁVRH, ŘEŠENÍ A TECHNICKÁ SPECIFIKACE

Již ve všeobecném přiblížení bezdrátových sítí je zmínka o rozšiřování těchto sítí a podpoře ze strany EU. Na podzim roku 2004 jsem se zabýval získáním dotačního titulu EU SROP 2.2 pro obec Určice a obec Výšovice na Prostějovsku. V létě roku 2005 proběhla realizace na základě schváleného dotačního titulu. Dotační titul je zaměřený na zavedení vysokorychlostního internetu neziskovým organizacím a případné pokrytí obcí. V obou výše uvedených obcích jde o uspokojení potřeb obecních úřadů, knihoven, základní školy, mateřské školy a klubů Handicap a Senior.

### 2.1 Návrh pro realizaci bezdrátových spojů

Možná výchozí místa pro poskytnutí dostatečné konektivity byla dvě: 10 Gbps spoj v centru Prostějova nebo 10 Gbps spoje směrem na Přerov (zde naše firma disponuje vyústěním konektivity ze dvou optických páteřních spojů od dvou odlišných dodavatelů konektivity). Pro snazší naladění spoje jsem zvolil vysílač v centru Prostějova, avšak odsud nebyla potřebná viditelnost na obec Určice. Prověřil jsem tedy dostupnost vysílačů směrem na Přerov. První dostupný 10 Gbps vysílač je nainstalován v Tovačově, další vysílače tohoto typu jsou dále až v Přerově. Vzdálenost Přerov – Určice je přibližně 25 km vzdušnou čarou. V obci Určice jsem jako místo pro příjem a následné vysílání určil vodojem umístěný nad obcí, ze kterého je viditelnost na část obce a také na obec Výšovice. Pro příjem v obci Určice bylo použito spojů SDM10-DE (spoj v pásmu 10,3 GHz), které se vyznačují přenosovou rychlostí 25 Mbps, což umožňuje reálný přenos datového kanálu 19,75 Mbps duplexně. Na vodojemu byl dále vybudován vysílač pro pokrytí obce Určice a pro podružné vysílače v obci s dostatečným výkonem a přenosovou kapacitou pro její potřeby a potřeby jejích obyvatel. Vysílače jsou realizovány v pásmu 2,4 GHz IEEE 802.11b pro pokrytí obce, pro podružné vysílače jsem použil technologii v pásmu 5 GHz IEEE 802.11a typu point-to-point, kde opět pro pokrytí částí obce jsou použity vysílače v pásmu 2,4 GHz.

Mezi obcemi Určice a Výšovice byl použit další spoj SDM10-DE na vzdálenost přibližně 5,5 km. Vysílače v rámci obce Výšovice jsou řešeny technologicky stejně jako v Určicích.

## 2.2 Instalace a konfigurace bezdrátových spojů

Tato kapitola blíže popisuje problematiku instalace a konfigurace jednotlivých typů bezdrátových spojů ve výše uvedených frekvenčních pásmech.

### 2.2.1 Specifikace radioreléového spoje SDM10-DE

Kmitočtové pásmo	Volné kmitočtové pásmo 10,3 až 10,6 GHz
Druh modulace	FM
Kmitočtový zdvih	8 MHz
Šířka přenosového kanálu	28 MHz
Výkon vysílače	2mW (standardní provedení podle povolení ČTU)
Kapacita spoje	25Mbps (čistá datová propustnost přibližně 20Mbps)
Prahová úroveň pro BER = $10^{-6}$	-70 dB (ekvivalentní útlum)
Prahová úroveň pro BER = $10^{-3}$	-72 dB (ekvivalentní útlum)
Digitální rozhraní	Ethernet 100BASE-TX/10BASE-T (RJ45)
Pracovní teplota	-20°C až +60°C (teplota okolí)
Relativní vlhkost	Max. 85% (nekondenzující)
Napájení z elektrorozvodné skříně	230 V max. 50 VA

Tab. 2. Technické vlastnosti spoje SDM10-DE

Průměr	ø 35 cm	ø 65 cm	ø 120 cm
Zisk antény	28+0/-2 dB	34+0/-2 dB	40+0/-2 dB
Šířka svazku	$7,4^\circ \pm 1,4^\circ$	$3,7^\circ \pm 0,7^\circ$	$1,8^\circ \pm 0,4^\circ$
Polarizace	H/V	H/V	H/V
Orientační dosah s rezervou 20 dB	800 m	7 km	35 km
Orientační dosah s rezervou 14 dB	800 m	10 km	50 km

Tab. 3. Parabolické antény SDM10-DE

### 2.2.2 Instalace radioreléového spoje SDM10-DE

Spoje byly instalovány na dostatečně pevné stožáry o průměru 80 mm, aby nedošlo k pohybu spoje v případě větší větrnosti. Pro spoj o ø 120 cm vychýlení o  $0,4^\circ$  znamená v lepším případě pouze výpadky paketů. Ve snaze předejít případnému vychýlení byl stožár ještě kotven ocelovými lany (viz. Obrázek č.1).

Spoj SDM10-DE se skládá z modemové jednotky umístěné za anténou a mikrovlnné jednotky umístěné v ohnisku parabolické antény. Modemová jednotka obsahuje napájecí obvody, mezifrekvenční část přijímače, modulátor vysílače, obvod datového rozhraní a signalizační obvody. Mikrovlnná jednotka obsahuje mikrovlnný vysílač, mikrovlnný konvertor,

mikrovlonný sdružovací filtr a ozařovač s impedančním transformátorem umístěným v ohnisku parabolického zrcadla. Tyto spoje se spojují s koncovým zařízením (PC) pomocí krouceného kabelu STP (resp. nestíněným UTP kabelem). Pro napájení spoje je nutné a důležité použít kvalitní napájecí kabel (např. SYKY, dvojlinka). Standardní napájení spoje je řešeno 18V transformátorovým zdrojem, přičemž spoj odebírá přibližně 0,8 až 1,3 A dle teploty okolí. Proto je zapotřebí pamatovat na úbytek napětí, pokud je spoj napájen dlouhým kabelem. V případě, že při dlouhém napájecím kabelu opomeneme úbytek napětí, stane se, že spoj po naladění může být nestabilní, může docházet k určitým výpadkům paketů atd. Tento problém se nemusí projevit hned po naladění spoje, svou roli hraje rovněž okolní teplota. V zimě je automaticky zapínáno přídavné vyhřívání spoje. Zde se pak můžou vyskytnout závažné komplikace způsobené úbytkem napětí – předepsané napětí pro napájení spoje klesne pod její mez a spoj se stane nestabilním. V chladných zimních měsících je tedy nutné do spojů namontovat ještě přídavné vyhřívání, což jsem letošní zimu u několika těchto spojů provedl. Elektronika je standardně koncipována do  $-25^{\circ}\text{C}$ , ale u některých kusů toto neplatí.

Po instalaci spojů a natažení kabeláží, a to jak napájecí, tak UTP, připojením k PC jsme se dostali k samotnému ladění spoje. Spoje bývají již od výrobce předladěné tak, aby samotná konfigurace byla pro ladění co nejjednodušší a nejrychlejší. Přesné směřování antén bylo nejdůležitější věcí pro alespoň částečné naladění spoje, poněvadž na vzdálenost 25 km je při horší viditelnosti naladění spojů na sebe poněkud problematické. Po částečném naladění spoje jsme se snažili dosáhnout maximální možné přesnosti dle AGC - pro dosažení středu hlavního laloku se teprve na spoji vytvoří dostatečná rezerva na únik (útlum šíření vln vlivem deště, sněhu, mlhy, námrazy nebo výkyvu stožáru).

### Přesné doladění spoje dle AGC

Hlavní parametr, který určuje velikost vstupního signálu, je napětí AGC (automatická regulace zisku) mikrovlnného přijímače. K přesnému doladění spoje pomáhá LED displej uvnitř zařízení, který udává jako jednu z hodnot napětí AGC. Podle hodnoty AGC jsme spoj doladřovali na co možná nejlepší hodnotu (nejnižší možnou hodnotu zobrazovanou displejem). Ke spoji od dodavatele je vždy přiložen protokol s předběžnými záznamy, ke kterým bychom se měli při ladění co nejvíce přiblížit. Nedařilo se nám přiblížit se hodnotám udávaným výrobcem, takže jsme museli využít ještě manuálního snižování/zvyšování kmitočtu. S každým zvýšením a snížením kmitočtu jsme sledovali, zda se hodnota AGC přibližuje hodnotě uvedené výrobcem. Po přesném doladění jsme si uložili hodnotu AGC a porovnali ji s kalibrační tabulkou na zadní stěně spoje a zjistili, že hodnota odpovídá téměř 59 dB ekvivalentního útlumu (stanovená hodnota dle kalibrační tabulky je 60 dB). Po ukončení ladění spoje jsme aktivovali automatické doladřování. Dále jsme zkompletovali a pevně připevnili spoj, aby nedošlo k případnému pohybu, rozladění nebo zatečení do spoje. Pomocí managementu bylo pak nutné zjistit čistotu signálu. Nejdůležitější hodnotou v managementu je hodnota čítače chybných rámců přijatých od protějšního spoje a čítačů NoFlag

Hodnoty čítačů v managementu			
žlutá LED	chybné rámce	NoFlag	Hodnocení čistoty signálu
bliká	roste	nenulová	velmi zarušený spoj, protistrana nerozpoznána
svítí	Roste	nenulová	velmi zarušený spoj, protistrana rozpoznána
svítí	Roste	0	spoj neustále chybje
svítí	Roste	0	spoj občas chybje
svítí	Neroste	0	čistý spoj

Tab. 4. Aktuální a absolutní údaj dle displeje SDM10-DE

Pro ověření správnosti naladění a otestování propustnosti a chybovosti spoje jsme testovali spoj z PC s OS Linux záplavovým pingem. Z PC příkazem ping na IP adresu vzdáleného managementu jsme testovali ping o velikosti 1472 B, spoj však umí přenášet i větší ping, až do velikosti 64 kB (nad celkovou délkou dat 1500 B se v technologii Ethernet provádí fragmentace paketů do několika rámců).

Z příkazového řádku byla zadána syntaxe:

```
ping 192.168.1.1
```

- po proběhnutí bez chyby jsme pokračovali

```
ping -f -s 1472 192.168.1.1
```

- parametr [ -f ] slouží pro záplavový ping

- po proběhnutí bez chyb jsme provedli poslední test

```
ping -s 60000 -i 0.06 192.168.1.1
```

-parametr [ -i ] definuje periodu odesílaných pingů, [ -s ] definuje velikost paketů

Po ukončení všech testů jsme konstatovali, že je spoj v pořádku a je připraven pro ostré použití. Časová latence spoje naprázdno byla na vzdálenost Přerov – Určice (25 km) 3,876 ms.

### 2.2.3 Specifikace technologie v pásmu 5 GHz

Vysílač je koncipován na Linuxovém routeru, kde je standardně použito klasické PC, které jsme osadili Wi-Fi kartami pro pásmo 2,4 nebo 5 GHz a tomu odpovídajícími anténami pro uvedená pásma. Wi-Fi karty které jsme použili pro frekvenční pásmo 5 GHz jsou Atheros: WNC CM9 miniPCI 5 GHz (AR5213). Jedná se o miniPCI kartu vhodnou pro použití v jednotkách WRAP, RouterBoard, noteboocích nebo do standardního PC. Do PCI slotu instalujeme pomocí redukce miniPCI/PCI.

Karta podporuje normy 802.11a/b/g, má WHQL ovladače pro MS Windows a podporuje nejnovější standardy v šifrování přenosu: 802.1x, WPA, WPA-PSK, AES-CCM & TKIP, Power Saving Mode a 64/128/152b WEP kódování. Je schválena fórem WECA jako "Wi-Fi Compliant". [7]

Frekvence:	2.400 – 2.483 GHz, 5,15 – 5,35 GHz, 5,47 – 5,85 GHz
Modulace:	DSSS, OFDM
napájení:	3,3V +/- 5%
Výstupní výkon:	802.11b – 18 dBm, 802.11g – 18 dBm, 802.11a – 13 – 17 dBm
Ovladače:	Windows® 98SE, ME, 2K, XP, StarOS
Rozměry	60 x 45 x 5 mm
Kódování:	64-bit, 128-bit, 152-bit WEP, 802.1x, WPA, WPA-PSK autentifikace, AES - CCM & TKIP kódování
Pracovní režimy:	Windows - Infrastructure a Ad-hoc, Linux: Infrastructure, Access Point
Rychlost:	1 – 108 Mbps
Pracovní teplota:	0 – 70 °C
WHQL:	Microsoft® XP Compliant
Certifikace:	CE, FCC part 15 (USA)
Konektor:	2 x SMT Ultra-miniature coaxial connectors

*Tab. 5. Specifikace chipsetu AR5213*

#### **2.2.4 Instalace podružných vysílačů v pásmu 5GHz typu point-to-point**

Jako již u výše zmiňované instalace spojů SDM10-DE je instalace dalších typů Wi-Fi obdobná. Antény jsme umístili na dostatečně pevné výložníky tak, aby nedocházelo k výkyvům způsobenými povětrnostními podmínkami. Pro pásmo 5 GHz jsme použili směrové parabolické antény se ziskem 22 dBi, pro pásmo 2,4 GHz jsme použili antény všesměrové, sektorové a síťové antény pro co největší pokrytí obce signálem. Při instalaci spojů v pásmu 5 GHz jsme dbali na délku koaxiálních kabelů použitých pro spojení antén a Wi-Fi karet umístěných v PC. Dodrželi jsme doporučenou délku koaxiálního kabelu a také typ koaxiálního kabelu. Délka koaxiálního kabelu pro pásmo 5 GHz je 61 cm a pro pásmo 2,4GHz je 83 cm, což je  $\lambda/2$ . Dodržením násobku délky koaxiálního kabelu jsme minimalizovali zkreslení signálu (technologie v pásmu 5 GHz je na útlum citlivější než technologie v pásmu 2,4 GHz). Po krimpování konektorů na konce kabelů a spojením antén a Wi-Fi karet v PC jsme se dostali ke konfiguraci karet osazených v PCI slotech.



### 2.2.5 Instalace a konfigurace AR5213

Kompilaci madwifi jsme provedli se zdrojovými kódy již předem zkompilevaného kernelu. Postup byl následující:

```
cd /usr/src/madwifi # přesuneme se do adresáře, kde máme rozbalené madwifi
make # v případě, že jsme v kernelu, do kterého chceme modul madwifi kompilovat
make install # zkompilevané moduly se přesunou do daných adresářů

zpravidla /lib/modules/vas_kernel/net
depmod -a # vygenerujeme modules.dep a map soubory
cd tools # přesuneme se do adresáře se zdrojovými kódy a utilitami madwifi
make # zkompilejeme zdrojové kódy
make install # zkopírujeme do adresářů v systému.
```

Zpravidla do /usr/local/bin

Tímto jsme madwifi nainstalovali.

Další program, který jsme použili se jmenuje **wireless-tools**. V Debian GNU/Linux se instalace provede takto:

```
apt-get install wireless-tools
```

Pro zavedení modulu se použije:

```
modprobe ath_pci nebo insmod ath_pci
```

Po zavedení modulu se atheros hlásí v systému jako athX (ath0, ath1 ..). Aby se modul zaváděl po startu systému, přidali jsme jej do /etc/modules (v Debian GNU/Linux).

### Nastavení módu

Nás zajímají především tyto: **Master a Managed mód**

*master* - jedná se o mód, který umožňuje asociování karet v módu managed. Dříve se tento mód používal spolu s managed i na linkové spoje, protože dřívější madwifi nepodporovalo mód ad-hoc

*managed* - jedná se o klientský mód karty

Příklad nastavení módu:

```
iwconfig ath0 mode managed
```

## Nastavení rychlosti

Atheros podporuje standart 802.11a/b/g. Mód g/a (2,4 GHz/5 GHz) podporuje teoretickou rychlost až 54 Mbps. Při našich testech se ukázalo, že nejspolehlivější je použít fixní rychlost. Nastavení automatické rychlosti není příliš stabilní. Nejvyšší rychlost lze také nastavit podle síly signálu: `iwconfig athX tzv. "Signal level"`.

*-62 dB a lepší = 54 Mb/s*

*-62-65 = 48 Mb/s*

*-65-67 = 36 Mb/s*

*-67-70 = 24 Mb/s*

*-70-74 = 18 Mb/s*

*-74-78 = 12 Mb/s*

Příklad nastavení rychlosti:

```
iwconfig ath0 rate 24Mb
```

Nastavení módu a/b/g – není nutno nastavovat. Karta se sama přepne do daného režimu podle kanálu (mode 0. – default): Při konfiguraci byla použita autoselekce z důvodu potřebného scanování okolních sítí v pásmu 5 GHz, ale i v pásmu 2,4 GHz.

```
iwpriv athX mode 1# povolí používat kartu pouze v a režimu (5 GHz)
```

```
iwpriv athX mode 2# povolí používat kartu pouze v b režimu (2,4 GHz – 11 Mb)
```

```
iwpriv athX mode 3# povolí používat kartu pouze v b režimu (2,4 GHz – 54 Mb)
```

```
iwpriv athX mode 0# autoselekce modu, podle kanálu (default)
```

Příklad nastavení konkrétního kanálu:

```
iwconfig ath0 channel 100
```

Důležité je také vědět, jaké sítě se v okolí nachází, abychom nezačali jiného provozovatele datových služeb rušit na stejném kanálu. Postup, kterým jsme si pomohli k výběru volného kanálu s patřičným odstupem od kanálů již obsazených, je následující:

```
iwlist athX scanning
```

- jedná se o funkci programu iwlist, který je součástí wireless-tools. Tímto programem jsme oscanovali okolní sítě a program nám na konzoli sám vypsal sítě, které nascanoval (essid, kanál apod.)

### Konfigurace AR5213 pro příjem/vysílání

Na miniPCI kartě CM9 (atheros 5213) jsou dva konektory pro připojení dvou antén. Jeden se dá nastavit pro Rx (příjem) a druhý pro Tx (vysílání).

My jsme použili pouze jeden konektor, a abychom měli aktivní i softwarově pouze jeden konektor, nastavení jsme nakonfigurovali takto:

```
echo 0 > /proc/sys/dev/ath0/diversity # vypne rozložení výkonu na oba konektory
```

Dále jsme nakonfigurovali konektor na příjem či vysílání:

```
echo 1 > /proc/sys/dev/ath0/rxantenna # na konektor "1" nastaví příjem
```

```
echo 2 > /proc/sys/dev/ath0/txantenna # na konektor "2" nastaví vysílání
```

### Nastavení ACK (výpočet optimálního nastavení vzdálenosti mezi spoji)

ACK je velice důležitá informace pro spoje delší než 2 km. Místo normálního počítání ACK jsme použily utilitu athctrl (atheros control), která vzdálenost změří sama. Vzdálenost je možné také změřit na jakékoli mapě, což je pro větší vzdálenosti pravděpodobně nepraktičtější varianta.

#### Příklad použití :

```
athctrl -i athX -d X
```

*-d* distance; vzdálenost v metrech

*-i* interface; název rozhraní. Default: ath0

#### Příklad použití :

```
athctrl -i ath1 -d 1500
```

Tato utilita určuje vzdálenost relativně přesně na kratší vzdálenosti, pro vzdálenosti nad 5 km doporučuji k výpočtu přidat zhruba 400 m navíc. I bez této hodnoty se spoj jeví jako funkční a bezproblémový, ale při jeho větší vytíženosti a za snížené viditelnosti se spoj stává nestabilním.

Po celkovém nakonfigurování Linuxového routeru, přesném naladění spoje na vzdálenost přibližně 2 km a při použití parabolických antén se ziskem 22 dBi jsme na obou stranách

změřili signál -58 dBm. Rychlost jsme nastavili fixně na 24 Mb - při tomto nastavení má spoj reálnou propustnost 18 Mbps. Časová latence na nezatíženém spoji se ustálila na hodnotě 0,97 ms (při průměrném zatížení spoje časová latence vzroste přibližně na 14 ms).

### 2.2.6 Specifikace technologie v pásmu 2,4 GHz

Vysílač je taktéž koncipován na Linuxovém routeru, jako již dříve zmíněný router pro 5 GHz spoje. PCI sloty jsme osadili Wi-Fi kartami ZCOM XI-626 které pracují v pásmu 2,4 GHz. Protože jsme instalovali spoje pro pokrytí a možnost připojení koncových uživatelů v celé obci, použili jsme antén všesměrových, sektorových a pro vykrytí celé obce síťových antén.[8]

Specifikace:	bezdrátová PCI karta s možností externí antény
Čipset:	Radio - Intersil PRISM 2.5
Druh modulace:	DSSS
Protokol:	802.11b, zpětná kompatibilita s 802.11 (2 Mbps)
Pracovní frekvence:	2,412 až 2,472 GHz
Zisk/Výkon:	14 dBm / 32 mW (18 dBm max.)
Citlivost:	-80 dBm/11 Mbps ~ -87 dBm/1 Mbps
Rychlost:	11 Mbps, aut. snižování na 5,5, 2 a 1 Mbps
Průměrná propustnost:	4.25 Mbps
Provedení:	interní, PCI spec. 2.2/32-bit
Anténa:	1 x odpojitelná externí anténa 1 dBi (konektor SMA reverzní- Male)
Podpora:	Windows 98/2000/NT/CE/XP, Linux
Funkce:	Ad-Hoc nebo Infrastructure mód
Diagnostika:	1x LED (Link)
Zabezpečení:	WEP Enkrypce 64 nebo 128-bit

Tab. 6. Specifikace XI-626 chipset PRISM

### 2.2.7 Konfigurace vysílačů v pásmu 2,4 GHz

Konfiguraci jsem provedli na totožných routerech se stejným kernelem, kde jsme již dříve konfigurovali karty Atheros 5213. Opět jsme použili konfigurační nástroje wireless-tools (iwconfig iwpriv iwlist iwspy).

Příklad ověření verze wireless\_ tool:

```
[root@lans root]# iwconfig -version
iwconfig  Version 26
           Compatible with Wireless Extension v16 or earlier,
           Currently compiled with Wireless Extension v15.

wlan0     Recommend Wireless Extension v13 or later,
           Currently compiled with Wireless Extension v15.

wlan1     Recommend Wireless Extension v13 or later,
           Currently compiled with Wireless Extension v15.

wlan2     Recommend Wireless Extension v13 or later,
           Currently compiled with Wireless Extension v15.
```

Konfigurace karty do módu AP:

```
modprobe hostap_pci
iwconfig wlan0 mode master
ifconfig wlan0 172.xxx.xxx.xxx netmask 255.255.255.0
iwconfig wlan0 essid "nazev.essid"
```

#### Scann

```
iwlist athX scanning
```



### 3 ZABEZPEČENÍ SÍTĚ A SHAPING

Po úspěšné konfiguraci a testování linuxových routerů byly tyto puštěny do ostrého provozu. Na tyto vysílače již bylo možné začít připojovat koncové uživatele bezdrátového vysokorychlostního internetu. Ovšem z hlediska bezpečnosti a shapingu bylo nejdříve nutné zabezpečit celou postavenou páteřní síť a jednotlivé vysílače, na které je pak již možné připojovat koncové uživatele. Bezpečnost i shaping se řeší opět na linuxovém serveru (software pro zabezpečení a shaping pro síť je vyvíjen průběžně). Software, který je celý tvořen databází a psaný v PHP 4.0 pod názvem LANsoft, byl po instalaci a konfiguraci umístěn u přijímacího 10,3 GHz spoje v Určicích. Na každém nainstalovaném routeru (vysílače 2,4 a 5 GHz) se spouští skript za předdefinovaný časový interval pět minut, který provádí samotný shaping. Tento skript odesílá data do centrální databáze, kde se routery dotazují, jak nastavit IP adresu, MAC Lock, rychlost linky, agregaci atd. Všechny údaje jsou ukládány na server umístěný v Určicích pro dohledování sítě a její případný servis. Samotný software má vhodné uživatelské webové rozhraní pro snadné přidávání koncových uživatelů, přidělování IP adres, shaping a MAC lock pro větší bezpečnost v síti a zamezení neoprávněným přístupům cizích uživatelů.

#### 3.1 MAC Lock

Po provedení implementace LANsoftu již bylo možné začít na síť připojovat jednotlivé uživatele. Každý z uživatelů je veden v databázi, kde k němu jsou vždy uvedeny potřebné údaje např. pro fakturaci atd., a tím bylo možné každému zavedenému uživateli po montáži jeho vlastního zařízení přidělit IP adresy pro přístupový bod a IP adresy pro PC, které bude uživatel používat k přístupu do internetu. Na základě přidělení IP adres se automaticky po zapnutí PC do databáze zapíše MAC adresa patřícího síťového adaptéru, což omezuje neoprávněné přístupy do sítě. Samozřejmě pro uživatele s větší praxí v IT není nijak složité obejít i MAC adresu (ta je vždy jen jedna specifická pro jeden síťový adaptér), navíc v dnešní době existuje řada softwarových programů pro změnu MAC adresy. Neoprávněný klient by ovšem musel pro přístup do sítě skenovat síť, zjistit IP adresy a k patřičným IP adresám i MAC adresy, jinak je nemožné do sítě přistoupit. Možnost zjištění IP a MAC adresy je nejpravděpodobnější u málo znalých uživatelů IT, zejména pak u těch, kteří mají povoleny porty, nedostatečnou ochranu PC (firewall) a podobně. Po připojení nežádoucího uživatele vznikne na síti kolize IP adres. Klient, který má službu poskytovanou legálně,

začne mít komplikace s připojováním a po jejich nahlášení je možné odstranit ze sítě nežádoucího klienta.

IP adresy						
Název	IP	MAC adresa	Server	Interface	MAC Lock	Volby
Hlavní	172.31.32.15	00:60:B3:65:AF:34	Urcice	wlan1	✓	 
Přidat IP adresu						

Tab. 7. Náhled na nastavenou IP adres a další možnosti voleb

## 3.2 Shaping

Pro rozdělení vstupní konektivity je nutné provádět shaping u jednotlivých koncových uživatelů, a to z důvodu rovnoměrného vytížení sítě. Dále se tímto způsobem sníží pravděpodobnost omezování klientů běžně užívajících internetové připojení pro práci či zábavu těmi klienty, kteří využívají převážně P2P sítí.

### Stručné přiblížení shapingu:

Chceme rozdělit linku 1024 kbps tak, abychom na odchozím provozu z rozhraní eth0 zaručili nejméně 256 kbps pro WWW a 128 kbps pro SMTP, ale aby WWW používalo i případnou kapacitu nevyužitou SMTP. Jiné služby než WWW a SMTP na lince nepoběží, ale pokud by k tomu došlo, použije se pro ně třída WWW.

Vytvořili jsme strukturu HTB tříd (spravedlivého dělení pásma na routeru, např. pomocí HTB nebo SQF), kde kořenová třída bude obsahovat celou kapacitu linky a její podtřídy budou pro WWW a SMTP. Výchozí třída bude WWW. Jako konečnou (na listech) qdisc jsme použili SFQ, což zajistí rovnoměrné využití všemi datovými proudy.

Při návrhu HTB tříd jsou uváděny nejprve třídy s vyšší prioritou. Součet hodnot rate (garantovaná kapacita) potomků by neměl přesáhnout hodnotu rate (rychlost přípojky / počet členů) rodiče a žádná z hodnot ceil (maximální propustnost) potomka by neměla přesáhnout ceil rodiče.

Pro rozdělení paketů do tříd jsme použili markování paketů pomocí iptables. Jako výchozí třídu jsme nastavili přímo v kořenové qdisc 1:11 (stačí uvést 11, protože nelze poslat paket mimo samotnou qdisc).

```
tc qdisc del dev eth0 root
tc qdisc add dev eth0 root handle 1:0 htb default 11
tc class add dev eth0 parent 1:0 classid 1:1 rate 1024kbit

tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:11 rate 256kbit ceil 128kbit
tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:12 rate 128kbit

tc qdisc add dev eth0 parent 1:11 handle 11:0 sfq perturb 5
tc qdisc add dev eth0 parent 1:12 handle 12:0 sfq perturb 10

tc filter add dev eth0 parent 1:0 protocol ip handle 11 fw flowid 1:11
tc filter add dev eth0 parent 1:0 protocol ip handle 12 fw flowid 1:12

iptables -t mangle -A POSTROUTING -p tcp --dport 80 -j MARK --set-mark 11
iptables -t mangle -A POSTROUTING -p tcp --dport 25 -j MARK --set-mark 12
```

Pro použití technik shapingu v neomezené míře jsme použili IMQ (Intermediate Queueing Device). Jedná se o virtuální rozhraní, které po přijetí paketu tento ihned odešle zpět. Máme tak rozhraní, které má vstup i výstup. Pak již stačí na vstupu klasického síťového rozhraní přesměrovat provoz na virtuální rozhraní a zde je na výstupu shapovat. Díky rozhraní IMQ tedy můžeme efektivně "shapovat" i příchozí provoz. Navíc se pak dá řešit i další problém - shapování přes více rozhraní. Protože qdisc může být pouze na jednom rozhraní, nemůžeme např. určit jedinou globální třídu pro veškerý ftp provoz, pokud mohou být odchozí dvě rozhraní (museli bychom vytvořit dvě třídy, které by ovšem neměly společně omezovaný provoz).

Při vytváření qdisc dáme všechny na IMQ rozhraní a pomocí iptables přesměrujeme z různých rozhraní shapovaný provoz na IMQ.

**Příklad:** Existuje router s třemi síťovými rozhraními eth0, eth1 a eth2. Rozhraní eth0 je síť 2 lidí (počítačů), další dvě rozhraní jsou do okolních sítí. Lidé mají dohodu, že jejich celkový provoz do okolních sítí nepřesáhne 1 Mbps a přitom má každý garantovanou odchozí rychlost 500 kbps.



Pomocí IMQ se dá situace řešit dvěma způsoby. Buď se odchozí provoz na rozhraních eth1 a eth2 sloučí do jednoho virtuálního imq0, nebo se příchozí provoz na eth0 přesměruje na imq0. V každém případě však na imq0 budou vždy stejné qdisc. Následuje popis obou možností řešení:

Nejprve je nutné vytvořit qdisc. Pak se přidá výchozí qdisc s nízkou rychlostí i prioritou pro případ jiných IP (classless qdisc pfifo\_fast zůstává zachován).

```
ifconfig imq0 up
tc qdisc del dev imq0 root
tc qdisc add dev imq0 root handle 1: htb default 10
tc qdisc add dev imq0 parent 1: classid 1:1 rate 1024kbit

tc qdisc add dev imq0 parent 1:1 classid 1:10 rate 24kbit prio 1
tc qdisc add dev imq0 parent 1:1 classid 1:11 rate 500kbit ceil 1024kbit prio 0
tc qdisc add dev imq0 parent 1:1 classid 1:12 rate 500kbit ceil 1024kbit prio 0

tc qdisc add dev imq0 parent 1:11 handle 11: sfq perturb 10
tc qdisc add dev imq0 parent 1:12 handle 12: sfq perturb 10

tc filter add dev imq0 parent 1:0 protocol ip handle 1 fw flowid 1:11
tc filter add dev imq0 parent 1:0 protocol ip handle 2 fw flowid 1:12
```

Nyní je připraven shaper na imq0.

### Řešení 1

Odchozí provoz na eth1 a eth2 sloučíme do imq0:

```
Iptables -t mangle -A POSTROUTING -o eth1 -s 10.0.0.1 -j MARK --set-mark 1
iptables -t mangle -A POSTROUTING -o eth2 -s 10.0.0.1 -j MARK --set-mark 1
iptables -t mangle -A POSTROUTING -o eth1 -s 10.0.0.2 -j MARK --set-mark 2
iptables -t mangle -A POSTROUTING -o eth2 -s 10.0.0.2 -j MARK --set-mark 2
iptables -t mangle -A POSTROUTING -o eth1 -j IMQ --todev 0
iptables -t mangle -A POSTROUTING -o eth2 -j IMQ --todev 0
```

### Řešení 2

Příchozí provoz na eth0 budeme "shapovat". Aby nebyl omezován příchozí provoz na router, zavedeme markování a přesměrování na FORWARD:

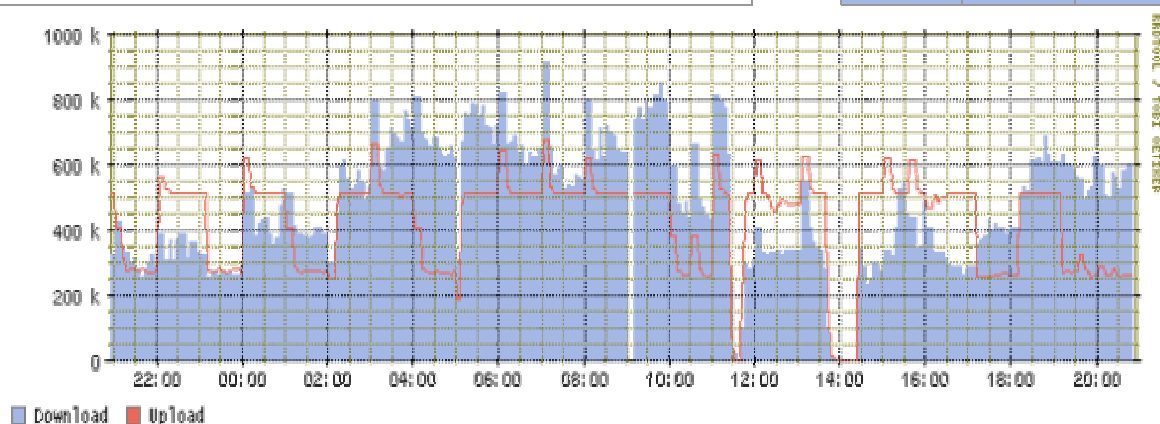
```
iptables -t mangle -A FORWARD -i eth0 -s 10.0.0.1 -j MARK --set-mark 1
iptables -t mangle -A FORWARD -i eth0 -s 10.0.0.2 -j MARK --set-mark 2
iptables -t mangle -A FORWARD -i eth0 -j IMQ --todev 0
```

Tarif	
<b>Nazev :</b>	Home Standart +
<b>Spicka-Up :</b>	256
<b>Spicka-Down :</b>	1024
<b>Volno-Up :</b>	256
<b>Volno-Down :</b>	1024
<b>Spicka zacina :</b>	0
<b>Spicka konci :</b>	0
<b>Max stazeno :</b>	0
<b>Obdobi :</b>	Mesic
<b>Akce :</b>	Omezit rychlost na limit
<b>Limit dat :</b>	0
<b>Poznamka :</b>	
<b>Agregace :</b>	1:6
<b>Hod stazeno :</b>	300000000
<b>Sdilena :</b>	Ano
<b>LOGy :</b>	2006-02-28 11:28:23 - jmeno-ADD-xxx.xxx.xxx.xxx

Tab. 8. Náhled v LANsoftu na shaping

Smlouva: XXX

Den	Tyden	Mesic	Rok
-----	-------	-------	-----



Obr. 5. Náhled na agregovanou linku

## 5 ZÁVĚR

Realizace páteřních spojů a jednotlivých vysílačů byla provedena v období od 1. 6. 2005 do 31. 8. 2005. Po tomto datu byl předán splněný projekt i s komplexní dodávkou výpočetní techniky. Do každé obce je konektivita přivedena na spoji 10,3 GHz z důvodu možnosti dodání vyšších kapacit. Mezi jednotlivými vysílači v pásmu 2,4 GHz jsou realizovány spoje point-to-point v pásmu 5 GHz. Dle členění obcí bylo nutné použít několik vysílačů v každé obci. Obec Určice má v současné době vybudovány čtyři vysílače, obec Výšovice pouze dva (z důvodu vysílače umístěného v kostelní věži, kde jsou umístěny čtyři vysílací antény). Na základě umístěných vysílačů byly připojeny k Internetu výše zmíněné neziskové organizace a následně jednotliví klienti v obcích. V současné době obec Určice odebírá konektivitu v úrovni 8 Mbps, je připojeno 65 klientů a 4 veřejně přístupná místa. Vybavena je také základní škola, a to 15 počítači, projektorem a laserovou barevnou tiskárnou. Obecní úřad, knihovna a Dům služeb je taktéž vybaven obdobnou výpočetní technikou. V obci Výšovice je připojeno 35 klientů a odebírají 5 Mbps. Obec dostala 16 počítačů, které jsou rozděleny mezi knihovnu, projekt HANDICAP a obecní úřad.

Touto realizací vysílačů a vybavením výpočetní technikou byl naplněn projekt dotovaný ze strany EU. Vzhledem k současné vybavenosti obec Výšovice zvažuje své vybavení využít ke edukační činnosti.

V současné době si obce obstarávají a zastřešují veškerý provoz samy, každá z obcí jej má však řešen jiným způsobem. Jedna z obcí má smluvně ošetřené montáže i servisy clientských zařízení, druhá obec si zabezpečuje vše sama.

Vzhledem k navrženým a použitým technologiím nebudou mít ani do budoucna obce potíže s nízkou propustností spojů či dodanou výpočetní technikou. Taktéž nebudou mít problém s udržitelností projektu po dobu pěti let, kterými je projekt podmíněn.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] *802.11b.cz : SLOVNÍČEK POJMŮ* [online]. 1997-2006 [cit. 2006-02-12]. Dostupný z WWW: <<http://802.11b.cz/pojmy.asp>>.
- [2] *PC - HELP : Stavba sítě* [online]. 2001-2005 [cit. 2006-02-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.pc-help.cz/oko-3.php>>.
- [3] *PC - HELP : AD-HOC sítě* [online]. 2001-2005 [cit. 2006-02-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.pc-help.cz/oko-3-2.php>>.
- [4] *PC - HELP : INFRASTRUKTURNÍ SÍTĚ* [online]. 2001-2005 [cit. 2006-02-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.pc-help.cz/oko-3-2.php>>.
- [5] *BezdrátovéPřipojení.cz : Výkony, limity ČTU a GL č. 12/R/2000* [online]. 2004 [cit. 2006-02-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.bezdratovepripojeni.cz/wi-fi/vykony-limity/>>.
- [6] *HiTechMedia Systems : Bezpečnost* [online]. 1996-2005 [cit. 2006-03-02]. Dostupný z WWW: <<http://www.hitech.cz/index.php?page=technologie>>.
- [7] *I4shop.net : Atheros: WNC CM9 miniPCI 5 GHz (AR5213)* [online]. 2002 [cit. 2006-03-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.i4shop.net/cz/iObchod/Catalog.asp?ca=1633&it=9160>>.
- [8] *ZCOMAX : XI-626* [online]. NEUVEDENO [cit. 2006-03-11]. Dostupný z WWW: <<http://www.zcomax.cz/Xi626.aspx>>.

**Seznam použitých symbolů a zkratek**

Ad-hoc	ad-hoc režim, nahodilý režim
AES-CCM & TKIP	Advanced Encryption Standard - Counter with CBC-MAC & <i>Temporal Key Integrity Protocol</i>
AGC	automatická regulace zisku
AP	Access Point
ČR	Česká Republika
ČTÚ	Český telekomunikační úřad
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum
EU	Evropská Unie
FCC	Federal Communications Commission
FM	Fázová modulace
FTP	File Transfer Protocol
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IKT	Rozvoj informačních a komunikačních technologií v regionech
IMAP	Internet Message Access Protocol
IMQ	Intermediate Queueing Device
IP	Internet Protocol
IT	Informační Technologie
LAN	local area network
MAC adresa	jedinečné 12-místné číslo pro každé zařízení /síťová karta,wlan karta etc./
OFDM	Orthogonal Frequency Divison Multiplex
PHP	Hypertext Preprocessor

---

POP3	Post Office Protocol version 3
PSV,SWR	Poměr Stojatých Vln
SDM10-DE	Radioreleový spoj 10,3 GHz
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SNMP	Simple Network Management Protocol
SROP	Společný regionální operační program
SSH	Secure Shell
STP	<u>S</u> hielded <u>T</u> wisted <u>P</u> air
UTP	<u>U</u> nshielded <u>T</u> wisted <u>P</u> air
WECA	Wireless Ethernet Compatibility Alliance
WEP	Wired Equivalent Privacy
WHQL	Windows Hardware Quality Labs
WiFi	wireless fidelity
WLAN	Wireless Local Area Network
WPA	WiFi Protected Access
WPA-PSK	WiFi Protected Access - Pre-Shared Key
WWW	world wide web
$\lambda/2$	vlnová délka

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Komodity bezdrátové sítě	11
Obr. 2. Síť typu Ad-hoc	12
Obr. 2. Infrastrukturální sítě	12
Obr. 4. Měřicí přístroj ANRITSU 331D	14
Obr. 5. Náhled na agregovanou linku	34

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Typy antén podle směru a provedení	15
Tab. 2. Technické vlastnosti spoje SDM10-DE	20
Tab. 3. Parabolické antény SDM10-DE	20
Tab. 4. Aktuální a absolutní údaj dle displeje SDM10-DE	22
Tab. 5. Specifikace chipsetu AR5213	24
Tab. 6. Specifikace XI-626 chipset PRISM	28
Tab. 7. Náhled na nastavenou IP adres a další možnosti voleb	31
Tab. 8. Náhled v LANsoftu na shaping	34



**SEZNAM PŘÍLOH**

- P I** Vodojem obce Určice s vybudovanými přijímacími a vysílacími technologiemi.
- P II** Spoje 10,3 GHz, umístěný spoj níže slouží k přivedení konektivity z Přerova. Spoj umístěný výše slouží pro připojení konektivity obci Výšovice .
- P III** Jeden z realizovaných vysílačů v pásmu 2,4 a 5 GHz
- P IV** Technologie obsluhující provoz výše uvedených spojů.
- P V** Mikrovlnný radioreléový spoj SDM10-DE 25Mbit/s

**Příloha P I:**

Vodojem obce Určice s vybudovanými přijímacími a vysílacími technologiemi.



**Příloha P II:**

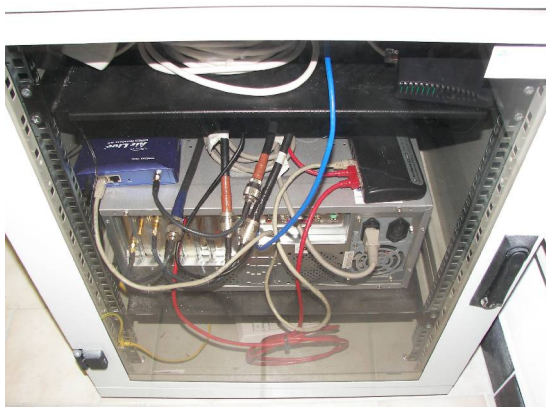
Spoje 10,3 GHz, umístěný spoj níže slouží k přivedení konektivity z Přerova.  
Spoj umístěný výše slouží pro připojení konektivity obci Výšovice .



**Příloha P III:** Jeden z realizovaných vysílačů v pásmu 2,4 a 5 GHz



**Příloha P IV:** Technologie obsluhující provoz výše uvedených spojů.



## Příloha P V: Mikrovlnný radioreléový spoj SDM10-DE 25Mbit/s



### Mikrovlnný radioreléový spoj SDM10-DE 25 Mbit/s



#### Vlastnosti:

- přenosová rychlost 25 Mbit/s
- rozhraní Ethernet 100BASE-TX
- automatické rozlišení rychlostí Ethernet 10/100
- jeden plně duplexní datový kanál
- spoj pracuje ve volném pásmu 10 GHz
- integrovaný management na bázi WWW a SNMP
- zařízení tvoří jeden kompaktní celek
- vynikající cena se zachováním špičkových parametrů spoje

#### Aplikace:

- připojení k Internetu
- připojení k podnikové síti
- propojení počítačových sítí
- páteřní datové spoje

#### Popis zařízení

Mikrovlnný spoj SDM10-DE je určen pro spojení dvou zařízení nebo počítačových sítí na bázi Ethernetu. Spoj má přenosovou rychlost 25 Mbit/s, což umožňuje přenos jednoho datového kanálu s rychlostí do 20 Mbit/s. Ethernetové rozhraní podporuje automatické rozlišení rychlostí 10 a 100 Mbit/s. Zařízení je ideálním řešením pro:

- připojení uživatelů na Internet
- připojení uživatelů k podnikové síti
- propojení vzdálených (WAN) a metropolitních počítačových sítí (MAN).

Mikrovlnný radiový přenos může být uskutečněn mezi dvěma lokalitami, mezi nimiž je zajištěna přímá viditelnost. Pokud přímá viditelnost na trase zajištěna není, je možno spojení provést pomocí bezdemodulační retranslace.

Spoj pracuje s kmitočtovou modulací ve volném kmitočtovém pásmu 10,3 až 10,6 GHz nebo podle volby zákazníka na vyhrazených kmitočtech. Ve volném kmitočtovém pásmu se zařízení provozuje bez ohlašovací povinnosti a poplatků. Mikrovlnná i digitální část spoje je součástí anténní jednotky.

Spoj se dodává s parabolickými anténami o průměru 35cm, 65cm nebo 120cm. Antény jsou standardně vybaveny krytem (radomem) schopným odolávat i velmi těžkým klimatickým podmínkám.

Zařízení je schváleno pro provoz Českým telekomunikačním úřadem.

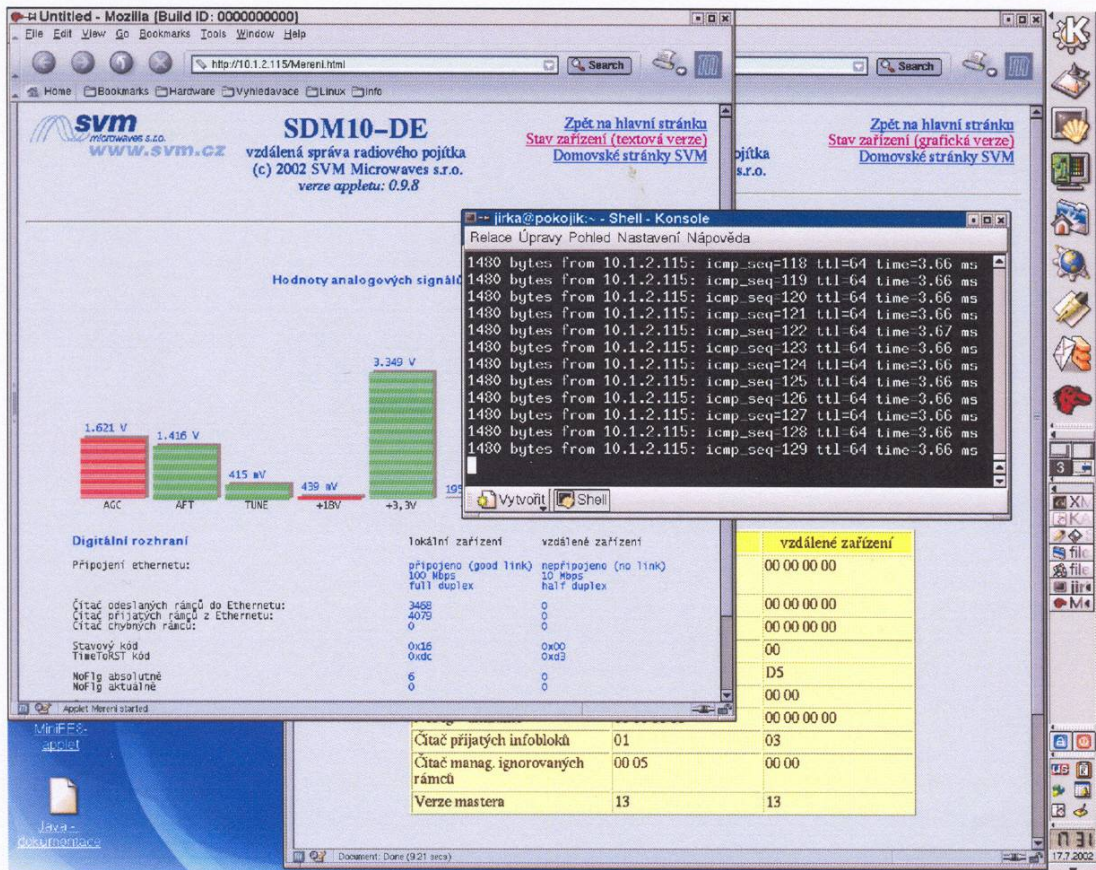
#### Management

Zařízení obsahuje integrovaný management, který dovoluje zjistit aktuální stav mikrovlnného spoje. Správu lze realizovat pomocí WWW prohlížeče nebo pomocí protokolu SNMP.

Uživatel může především využít jakýkoliv WWW prohlížeč (např. Explorer, Netscape, Mozilla) v libovolném operačním systému a se znalostí IP adresy může vybraný konec mikrovlnného spoje kontaktovat. Tímto způsobem lze zjistit dostatek údajů vedoucích k řešení případných problémů.

Obě zařízení, která tvoří mikrovlnný spoj, průběžně monitorují i stav zařízení na opačném konci spoje. Uživatel, který se chce informovat na stav spoje, tedy za běžného provozu většinou stačí zkontaktovat pouze jedno zařízení tvořící konec diagnostikovaného spoje.

Pokud WWW prohlížeč podporuje jazyk Java (což je většina prohlížečů), lze využívat přehledného grafického znázornění stavu zařízení. Lze však požadovat i textový výpis, což ocení zvláště uživatelé starších a textově orientovaných prohlížečů (např. Lynx).



Zařízení také obsahuje SNMP agenta, který dovoluje automatickou správu mikrovlnného spoje pomocí mocnějších monitorovacích prostředků, jakým je např. HP OpenView. Implementována je skupina MIB-II System Group, v privátní sekci jsou navíc některé vybrané parametry usnadňující automatickou diagnostiku. Kompletní popis MIB lze stáhnout na internetových stránkách <http://www.svm.cz>.

Každé zařízení má přidělenou svoji vlastní jedinečnou ethernetovou adresu. IP adresu, která je nutná k síťové komunikaci, si uživatel může libovolně definovat podle svých představ. Z důvodů bezpečnosti se tato konfigurace provádí pomocí speciální aplikace.

## Technické vlastnosti

kmitočtové pásmo

volné kmitočtové pásmo 10,3 až 10,6 GHz podle generálního povolení ČTÚ

druh modulace

FM

kmitočtový zdvih

8 MHz

šířka přenosového kanálu

28 MHz

výkon vysílače

2mW (standardní provedení podle generálního povolení ČTÚ)

kapacita spoje

25 Mbit/s (čistá datová propustnost cca 20 Mbit/s)

prahová úroveň pro  $BER = 10^{-6}$

-70 dB (ekvivalentní útlum)

prahová úroveň pro  $BER = 10^{-3}$

-72 dB (ekvivalentní útlum)

digitální rozhraní

Ethernet 100BASE-TX/10BASE-T (RJ45)

pracovní teplota

-25 až +65 °C (teplota okolí)

relativní vlhkost

max. 85% (nekondenzující)

napájení z elektrovodné sítě

230V max.50VA

### Parabolické antény:

průměr

φ 35 cm

φ 65 cm

φ 120 cm

zisk antény

28 +0/-2 dB

34 +0/-2 dB

40 +0/-2 dB

šířka svazku

7,4° ± 1,4°

3,7° ± 0,7°

1,8° ± 0,4°

polarizace

H/V

H/V

H/V

orientační dosah s rezervou 20 dB

800 m

7 km

35 km

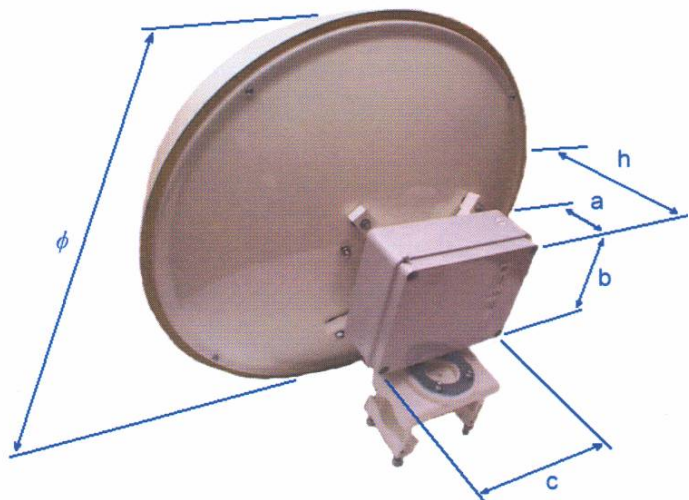
orientační dosah s rezervou 14 dB

800 m

10 km

50 km

## Rozměry zařízení



Rozměr	Průměr paraboly		
	φ 35 cm	φ 65 cm	φ 120 cm
φ	385 mm	750 mm	1300 mm
h	500 mm	800 mm	1000 mm
a	100 mm	100 mm	100 mm
b	200 mm	200 mm	200 mm
c	255 mm	255 mm	255 mm



# Český telekomunikační úřad

se sídlem Sokolovská 219, Praha 9  
poštovní přihrádka 02, 225 02 Praha 025

Č. j. 34737 / 2002 – 612

Praha 20. 2. 2003

Český telekomunikační úřad podle § 10 a § 95 bod 2. písm. a), v souladu s § 102 odst. 1 zákona č. 151/2000 Sb., o telekomunikacích a o změně dalších zákonů (dále jen „zákon“), a vyhlášky Ministerstva dopravy a spojů č. 182/2000 Sb., o schvalovací značce pro telekomunikační koncová a rádiová zařízení (dále jen „vyhláška“) a na základě žádosti ze dne 30. 12. 2002, kterou podal výrobce:

**SVM MICROWAVES, s.r.o.**  
U Mrázovky 5, 150 00 Praha 5

IČO: 60472154

vydává výše uvedenému výrobcí

## rozhodnutí

o schválení typu rádiového zařízení:

druh zařízení: **Radioreléové zařízení v pásmu 10 GHz**

kód: **5360**

typové označení: **a) SDM10-D64S; b) SDM10-D64A; c) SDM10-DxM; d) SDM10-DE**

specifikace: **a) synchronní přenos 64 kbit/s; b) asynchronní přenos 0 až 64 kbit/s;  
c) přenos E1 (x = 2, 2x2, 4x2); d) připojení 10/100 Ethernet (příp. +E1)**

výroba, země: **SVM MICROWAVES, s.r.o., Česká republika**

pásmo přeladitelnosti: **10,308 až 10,574 GHz**

ví výkon: **2 mW**

zabraná šířka pásma: **28 MHz; 14 MHz**

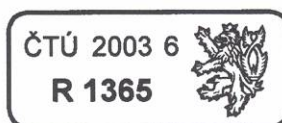
napájení: **18 V AC ± 10 %**

přenosová rychlost: **max. 64 Mbit/s**

druh vysílání: **28M0F8ELF**

způsob modulace: **FM**

a o přidělení schvalovací značky:



za následujících podmínek:

- Zařízení je možno provozovat na základě generální licence č. GL-14/R/2000 (Telekomunikační věstník 9/2000), za podmínek v generální licenci uvedených.**
- Výrobce zařízení (dále jen „držitel rozhodnutí“) odpovídá za to, že všechna zařízení, jejichž typ byl schválen tímto rozhodnutím, a jejichž distribuci bude provádět, budou odpovídat předložené dokumentaci, vzorku a podmínkám tohoto rozhodnutí.
- Každé vyrobené rádiové zařízení, jeho obal a návod k obsluze budou v souladu se zákonem označeny schvalovací značkou uvedenou v tomto rozhodnutí.
- Držitel rozhodnutí uvede v návodu k obsluze způsob a podmínky, za nichž může být schválené rádiové zařízení provozováno.

(pokračování na straně 2)

5. Držitel rozhodnutí zabezpečí doplnění prodejní dokumentace zřetelnou, úplnou a dobře čitelnou oboustrannou kopií rozhodnutí opatřenou originálním otiskem razítka (v jiné než černé barvě) držitele rozhodnutí na každé kopii rozhodnutí.
6. Držitel rozhodnutí oznámí Českému telekomunikačnímu úřadu neprodleně veškeré změny skutečností, na základě kterých bylo rozhodnutí vydáno.
7. Český telekomunikační úřad je oprávněn zrušit rozhodnutí v případě změny vlastností a technických parametrů stanovených příslušnou předpisovou základnou podle § 6 zákona.
8. Držitel rozhodnutí uvede ve všech svých informačních a propagačních materiálech o zařízení schvalovací značku a sdělení, že typ zařízení je schválen pro použití v České republice.
9. Zařízení uvedené do provozu přede dnem ukončení platnosti rozhodnutí (31. 12. 2006) může zůstat v provozu i po ukončení platnosti rozhodnutí, pokud nebude v odůvodněných případech rozhodnuto jinak.

Pozn.: Od 1. 4. 2003 je možno uvádět na trh pouze zařízení opatřená českou značkou shody, u nichž byla posouzena shoda podle nařízení vlády č. 426/2000 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na rádiová a na telekomunikační koncová zařízení, ve znění nařízení vlády č. 483/2002 Sb.

### Odůvodnění:

Výrobce, SVM MICROWAVES, s.r.o., ke své žádosti o schválení typu rádiového zařízení doložil dokumenty podle § 7 zákona a Závěrečný protokol o zkouškách vlastností a parametrů, TESTCOM, č.j. 1763/94, 1157/94, Zpráva 433241 Testcom, kontrolní měření SVM Microwaves, s.r.o.

Na základě posouzení vlastností a technických parametrů stanovených pro tento druh zařízení předpisovou základnou podle § 6 zákona, a to: ČSN ETS 300 638, generální licence č. GL-14/R/2000, ČSN ETS 300 385, bylo prokázáno, že zařízení splňuje požadavky uvedených technických předpisů. Výrobce, SVM MICROWAVES, s.r.o., dále prokázal, že zaplatil poplatek podle zákona č. 368/1992 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů.

### Poučení:

Proti tomuto rozhodnutí lze podat odvolání k předsedovi Českého telekomunikačního úřadu do 15 dnů ode dne jeho doručení. Odvolání se podává prostřednictvím odboru certifikace Českého telekomunikačního úřadu se sídlem Sokolovská 219, Praha 9, poštovní příhrádka 02, 225 02 Praha 025.



  
Ing. Jan Sedláček  
ředitel odboru certifikace

Místo pro razítko prodejce:

výrobní číslo:

Místo pro originální otisk razítka (v jiné než černé barvě)  
výrobce uvedeného na přední straně tohoto rozhodnutí:

  
microwaves s.r.o.  
U Mnízkovy 5, 150 00 Praha 5  
tel., fax: +420 21 51 56 24 15  
GSM: +420 603 477 901  
http://www.svm.cz, e-mail: info@svm.cz  
IČO: 603 72 154, I.Č. 003 - 604 72 154