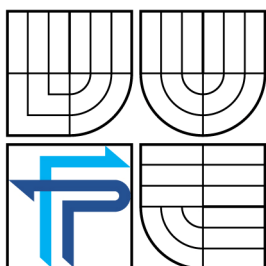




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV / ATELIÉR

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

INSTITUTE OF INFORMATICS

NÁVRH A VÝSTAVBA VEŘEJNÉ DATOVÉ SÍŤE V OBCI MOKRÝ HÁJ

PROJECT AND SYSTEM ARCHITECTURE OF PUBLIC DATA TRANSMISSION NETWORK
IN MOKRÝ HÁJ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

HLADKÝ MICHAL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

ING.VIKTOR ONDRÁK,PH.D.

BRNO 2007

LICENČNÍ SMLOUVA POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení:

Bytem:

Narozen/a (datum a místo):

(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta

se sídlem

jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:

.....

(dále jen „nabyvatel“)

Čl. 1 Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- disertační práce
- diplomová práce
- bakalářská práce
- jiná práce, jejíž druh je specifikován jako

.....

(dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP:

Vedoucí/ školitel VŠKP:

Ústav:

Datum obhajoby VŠKP:

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v*:

- tištěné formě – počet exemplářů
- elektronické formě – počet exemplářů

* hodící se zaškrtněte

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ihned po uzavření této smlouvy
 - 1 rok po uzavření této smlouvy
 - 3 roky po uzavření této smlouvy
 - 5 let po uzavření této smlouvy
 - 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/ 1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne:

.....

.....
Nabyvatel

.....
Autor

Abstrakt

Návrh a realizácia verejnej dátovej siete v obci Mokry Háj, ktorá bude vybudovaná firmou Blue Computers so sídlom v meste Skalica. Infraštruktúra siete je založená na prvkoch bezdrôtových technológií v pásmach 2.4 GHz a 5 Ghz, ako aj kabelovými prvkami.

Kľúčové slová

802.11a/b/g, bezdrôtové technológie , dátová sieť, infraštruktúra siete, Wi-Fi, prístupový bod,

Abstract

Project and system architecture of public data transmission network in Mokry Háj. Network will be built up by firm Blue Computers with place of business in Skalica. Infrastructure of network is built with wireless technologies operating in 2.4 GHz and 5 GHz, and also with wired systems.

Keywords

802.11a/b/g, wireless technologies, data network, network infrastructure, Wi-Fi, access point

Bibliografická citácia

HLADKÝ, M. *Návrh a výstavba veřejné datové sítě v obci Mokry Háj*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2007. 53 s. Vedoucí bakalářské práce
Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že bakalársku prácu na tému „Výstavba internetovej siete v obci“ som vypracoval samostatne. Použitú literatúru a podkladové materiály z ktorých som vychádzal uvádzam v priloženom zozname použitých zdrojov na konci práce.

Podpis:.....

Pod'akovanie

Týmto by som chcel poďakovať Ing. Viktorovi Ondrákovi, vedúcemu bakalárskej práce, za cenné podnety a rady. Ďalej ďakujem kolektívu zamestnancov firmy Blue Computers za pomoc a podporu pri práci.

Obsah

ÚVOD	11
CIELE PRÁCE	12
1 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU	13
1.1 ANALÝZA FIRMY BLUE COMPUTERS	13
1.1.1 Základné informácie	13
1.1.2 Právna forma organizácie a predmet podnikania	13
1.1.3 Obchodná činnosť a služby poskytované firmou	14
1.1.4 Infraštruktúra dátovej siete v meste Skalica	15
1.1.5 Konkurencia firmy	16
1.2 ANALÝZA OBCE MOKRÝ HÁJ	17
1.2.1 Základné informácie	17
1.2.2 Infraštruktúra obce a technické siete	19
1.3 ZÁVEREČNÉ ZHODNOTENIE ANALÝZY	20
2 TEORETICKÉ VÝCHODISKA RIEŠENIA	21
2.1 ŠIROKOPÁSMOVÝ PRÍSTUP A PRIPOJENIE NA INTERNET	21
2.2 TECHNOLOGIE PRE PEVNÝ PRÍSTUP NA INTERNET	22
2.2.1 Káblové modemy a xDSL technológie	22
2.2.2 Káblové siete a káblová televízia	23
2.2.3 Elektrické rozvodné siete	23
2.2.4 Optické siete	23
2.3 TECHNOLOGIE PRE BEZDRÔTOVÝ PRÍSTUP NA INTERNET	24
2.3.1 Mobilné siete	24
2.3.2 Satelitný prístup	24
2.3.3 BWA	24
2.4 BEZDRÔTOVÉ PRÍSTUPOVÉ SIETE	25
2.5 KLASIFIKÁCIA BEZDRÔTOVÝCH SIETÍ	26
2.5.1 Podľa podpory mobility užívateľa	26
2.5.2 Podľa typu signálu	26
2.5.3 Podľa frekvenčného pásma delíme	27
2.5.4 Podľa užitia	27
2.6 ŠPECIFIKÁCIA BEZDRÔTOVÝCH SIETÍ	28
2.7 BEZDRÔTOVÉ LOKÁLNE SIETE WLAN	28
2.8 KONFIGURÁCIA BEZDRÔTOVEJ SIETE	29
2.9 NORMY IEEE 802.11	30
2.9.1 802.11b/ Wi-Fi	30
2.9.2 802.11a	31
2.9.3 802.11g: rýchlejšia Wi-Fi	32
2.9.4 802.11f: spolupráca prístupových bodov	33
2.9.5 802.11h: úprava práce v pásme 5 GHz	33
2.9.6 802.11n: superrýchla WLAN	33
2.9.7 802.11i/WPA: bezpečnosť WLAN	34
2.9.8 802.11e: podpora QoS v sieťach WLAN	35

3	NÁVRH DÁTOVEJ SIETE V OBCI MOKRÝ HÁJ	36
3.1	NAVRHOVANÁ OBLASŤ POKRYTIA	36
3.2	NÁVRH ROZMIESTNENIA PRÍSTUPOVÝCH BODOV	37
3.2.1	<i>Umiestnenie v obci (prístupový bod 1)</i> -----	37
3.2.2	<i>Umiestnenie mimo obce (prístupový bod 2)</i> -----	37
3.3	VYSIELACIE CENTRÁ	38
3.4	NÁVRH INFRAŠTRUKTÚRY A POUŽITÉ TECHNOLOGIE PRE PRENOS.....	38
3.5	TECHNICKÉ ZRIADENIE SIETE	39
3.5.1	<i>Distribúcia (prívod) signálu do obce Mokrý Háj</i> -----	39
3.5.2	<i>Prenos signálu v rámci obce, riešenie prístupových bodov</i> -----	40
3.5.3	PRIPOJENIE KONCOVÝCH UŽÍVATEĽOV	40
4	EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE	41
4.1	POUŽITÉ PRVKY NA VÝSTAVBU INFRAŠTRUKTÚRY	41
4.2	NÁKLADY NA VÝSTAVBU A UDRŽOVANIE SIETE	41
4.3	VÝNOSY Z PREVÁDZKY SIETE	42
4.4	ZISK A ZHODNOTENIE INVESTÍCIE.....	43
5	ZÁVER	44
	POUŽITÉ ZDROJE	45
	ZOZNAM SKRATIEK	46
	ZOZNAM TABULIEK, OBRÁZKOV A GRAFOV	48
	ZOZNAM PRÍLOH	49

Úvod

V dnešnej modernej dobe je patrí Internet ku každodennej potrebe každého z nás. Stal sa nástrojom zábavy, učenia, získavania informácií, ale hlavne sa stal hlavným nástrojom komunikácie. Takmer každá väčšia či menšia firma používa Internet pre platobný styk a komunikáciu so zákazníkmi a dodávateľmi. Avšak postupne si ľudia svoje návyky z práce prinášajú domov, a niektorý si už nevedia predstaviť život bez Internetu, a všetkým čo so sebou prináša.

Takto preniká do všetkých kútov a častí Zeme, a stým aj kladie vyššie a vyššie nároky na distribúciu signálu a internetové pripojenie. Je pravda že odvetvie elektrotechniky, a hlavne oblasť vývoja internetových technológií a systémov je jedna z najrýchlejšie sa rozvíjajúcich oblastí v posledných rokoch. Každú chvíľu sa menia prostriedky prenosu a distribúcie signálu, tak ako sa zväčšujú požiadavky na rýchlosť pripojenia. Nie je to tak dávno, čo sme si vo firmách vystačili s jednou analógovou prípojkou, o tom že by sme mali Internet zavedený doma sme len snívali. Postupom času sa sny stali realitou, a objavili sa nové možnosti. Prenosové rýchlosti sa niekoľko sto krát znásobili, a telefónne analógové prípojky vystriedali moderné technológie ako optické vedenie, rádiové vlny a iné.

Ciele práce

Cieľom práce je navrhnuť verejnú dátovú sieť v obci Mokry Háj, ktorá bude slúžiť k prístupu na Internet.

Hlavným východiskom je výhodné prostredie pre expanziu firmy Blue Computers, kvôli nízkej konkurencii poskytovateľov podobných služieb v obci. Dátová sieť v obci musí byť cenovo prístupná pre firmu vzhľadom k počtu možných zákazníkov a návratnosti investície. Poskytovanie pripojenia na Internet musí byť takisto cenovo prístupné pre obyvateľov obce.

Výstupom práce bude návrh dátovej siete pre obec Mokry Háj, ktorý bude po uvážení realizovaný firmou Blue Computers.

1 Analýza súčasného stavu

1.1 Analýza firmy Blue Computers

1.1.1 Základné informácie

Majiteľ firmy: Tomáš Ovečka

Vedúci predajne: Miloš Naďo

Adresa: Clementisa 54, 909 01 Skalica

Tel: +421 34 6601 331 (Po – So 9:00 – 18:00)

Fax: +421 34 6601 333

Technická podpora: +421 34 6601 332 (Po – So 9:00 – 18:00)

Servis a údržba Wi-Fi: +421 903 203 889 (Po – So 10:00 – 19:00)

E-mail: univerzálna adresa: hsl@hsl.sk

Informácie o produktoch a službách: info@hsl.sk

Technická podpora: support@hsl.sk

ICQ: 196-499-458

1.1.2 Právna forma organizácie a predmet podnikania

Spoločnosť Tomáš Ovečka – Blue computers bola založená v roku 2002, a vedená ako podnikateľská činnosť na živnostenský list. V roku 2006 bola zmenená právna forma podnikania na spoločnosť s ručením obmedzeným - s.r.o. Je tvorená výhradne slovenským kapitálom. Z počiatku bolo činnosťou podnikania hlavne predaj a servis výpočtovej a kancelárskej techniky, v roku 2004 začala výstavba siete pre nekomerčné účely a v roku 2006 je táto služba poskytovaná v ponúkaných programoch.

V roku 2006 dosiahli príjmy spoločnosti hodnotu 10 619 538 Sk, a výdaje boli 5 184 683 Sk. V súčasnosti je ekonomická situácia stabilná, podnik je financovaný vlastným kapitálom a dlhodobými úvermi. Firma investuje zisk do modernizácie a rozširovania súčasnej siete v obci Skalica a plánuje vstúpiť so svojimi službami do okolitých obcí.

Blue Computers má v súčasnej dobe štyroch stálych zamestnancov a dvoch externých spolupracovníkov. Dátovú sieť v meste Skalica je pod vedením jedného administrátora, výpomoc si vyžaduje len spravovanie mailových serverov (systém Linux). V tejto oblasti nie je dôležité vysokoškolské vzdelanie a dlhodobá prax zamestnancov. Hlavné požiadavky sú kladené na prehľad v danej oblasti a ochota a chuť podieľať sa na spoločnej práci. Každý nový zamestnanec má možnosť byť zaškolený v príslušnej oblasti. Zamestnancov tvorí v súčasnosti kolektív mladých a predanú vec nadšených ľudí, ktorý sa zväčša poznajú už z predchádzajúceho života.

Firma Blue Computers eviduje v súčasnej dobe 350 účastníkov siete HSL Broadband. Každým týždňom pribúda približne 10 nových v meste Skalica.

1.1.3 Obchodná činnosť a služby poskytované firmou

Pre vedenie obchodnej činnosti je zriadená podniková predajňa s adresou Clementisa 54, 909 01 Skalica. Sortiment predaja tvorí prevažne hardwarové vybavenia a kancelárska technika, zálohovacie médiá a hracie konzoly a zariadenia. Firma ponúka produkty všetkých významných svetových výrobcov výpočtovej. Otváracia doba obchodu je: pondelok – sobota od 09.00 – 18.00, s obedňajšou prestávkou od 12.00 do 13.00.

V roku 2004 firma začala budovať sieť pre nekomerčné účely a v roku 2006 túto službu poskytuje v ponúkaných programoch. Firma Blue poskytuje prístup na Internet na základe Všeobecného povolenia č. 1/2005 Telekomunikačného úradu SR a splnenia si oznamovacej povinnosti. HSL Broadband má momentálne pokrytie v meste Skalica a do roku 2007 by sa súčasťou našej siete mal stať aj Holíč, Mokry Háj a okolie.. Firma sa zameriava aj na projektovanie a realizáciu súkromných počítačových sietí. Za značkou HSL Broadband sa skrýva dynamický a flexibilný team so zameraním na oblasť poskytovania telekomunikačných služieb. Od začiatku pôsobenia na slovenskom telekomunikačnom trhu poskytuje riešenia za dostupné ceny s čo najvyššou pridanou hodnotou.

Predaj služieb je orientovaný na dva základné sektory zákazníkov:

- domácnosti (Home internet, HSL internet)
- podnikateľský sektor (Variant, Garant)

Home internet – Je pripojenie cez Wi-Fi vo voľnom pásme 2,4GHz. Tento program väčšinou volia zákazníci, ktorý bývajú v rodinných domoch, alebo obyvatelia panelákov kde ešte nieje pokrytie službou HSL internet. Zákazník musí vlastniť zariadenie, kábel a anténu na príjem internetu, alebo si ho môže zakúpiť v našom kamennom obchode.

HSL internet – Je pripojenie pomocou káblového zvodu v paneláku ukončené ethernetom. Samotné pripojenie je realizované tiež cez Wi-Fi v pásme 5,8GHz. Pripojenie sa vyznačuje vyššou prenosovou rýchlosťou a väčšou stabilitou ako služba Home internet. Pričom v snahe poskytnúť čo najlepšiu pridanú hodnotu za najnižšiu cenu pristupuje firma ku každému zákazníkovi individuálne. Stále pracuje na doplnkových službách, ktoré sú zdarma napr. herné servery killzone a ďalšie, ktoré pripravuje.

Ponúkané Internet programy, ktoré sa vyznačujú niekoľkonásobne väčšou rýchlosťou sťahovania i odosielania a menšími latenciami ako Dial –u, 3G, GPRS, Sú bezdrôtovou alternatívou oproti ADSL, WIMAX, Flarion s nespornou výhodou je netarifkovanie dát, neobmedzený prístupový čas a platíte stále len paušálny poplatok, ktorý si vyberiete. Programy Home a HSL majú agregáciu 1:4, Variant 1:2 čo je 12(24) - násobne menej ako pri ADSL pripojení.

1.1.4 Infraštruktúra dátovej siete v meste Skalica

Ako bolo už uvedené vyššie firma poskytuje vysokorýchlostný prístup k sieti pomocou WiFi vo voľných pásmach 2,4GHz a 5GHz a ďalej pomocou ethernetových rozvodov v panelových domoch.

Spoločnosť Blue Computers nakupuje connectivitu od spoločnosti Net-Connect, so sídlom v meste Hodonín (ČR), v súčasnej dobe 20MB/s. Prenos medzi mestami Hodonín a Skalica je realizovaný v pásme 10GHz, čo umožňuje stabilnejší prenos signálu na väčšie vzdialenosti. Pre spoj boli použité antény SVM Microwaves – SDM10 – DE 25 MB/s. Tento mikrovlnný point – to – point spoj vyniká výbornou stabilitou prenosu signálu aj na desiatky kilometrov, a umožňuje prenos rýchlosťou až 25 MB/s v režime full duplex.

Ťažná časť siete v meste Skalica a prenos signálu medzi prístupovými bodmi na hlavných trasách je tvorená point – to – point spojmi vo voľnom pásme 5GHz. Na realizáciu sú použité nasledovné zariadenia: Trango Fox, Trango Atlas a Motorola Canopy 5,4.

Prenos ku koncovým užívateľom je z hľadiska dostupnosti riešený dvomi spôsobmi. Obytné domy a činžiaky sú vybavené prístupovým bodom a ethernetovou sieťou, ktorá výrazne znižuje náklady na výstavbu siete. Zákazník preto nie je nútený zakúpiť alebo prenajať zariadenie pre prenos (anténa, AP, kabeláž), len zaplatí sieťový kábel, ktorý je pri zriaďovaní použitý. Toto riešenie má výhody hlavne v cene, rýchlosti a jednoduchosti inštalácie a vlastnostiach prenosu (nie je rušený vplyvom počasia).

Pri nedostupnosti zákazníka k danej metallickej sieti je prenos riešený pomocou WiFi vo voľnom pásme 2,4 GHz

1.1.5 Konkurencia firmy

Firma vyvíja svoju činnosť v silne konkurenčnom prostredí. Podniká hlavne v regióne mesta Skalica, ktoré ma približne 16 000 obyvateľov. K hlavným konkurentom patria firmy EHS s.r.o., GUR Computers a SRS Holíč. Najsilnejším konkurentom v meste Skalica je firma EHS s.r.o., ostatné sú menšie súkromné podniky, väčšinou s jedným alebo dvomi zamestnancami, ktoré viac či menej neovplyvňujú konkurenčný tlak.

Spoločnosť EHS, s.r.o. vznikla v roku 2003 transformáciou z firmy založenej fyzickou osobou v roku 1992. Pôvodným zameraním bol predaj výpočtovej techniky, neskôr pribudli iné činnosti. V súčasnosti má firma EHS s.r.o. 15 zamestnancov. Oblasť pôsobenia sa v súčasnosti dá rozdeliť do troch sektorov:

- predaj a servis výpočtovej a kancelárskej techniky
- návrh a inštalácia dátových sietí
- poskytovanie služieb v oblasti Internetu

Spoločnosť EHS má dlhodobé skúsenosti s návrhom a inštaláciou počítačových sietí, či už lokálnych, metropolitných, alebo sietí ďalekého dosahu. Lokálne siete realizuje na báze metallickej, alebo optickej technológie, v prípade sietí väčšieho dosahu používa

mikrovlné dátové spoje. Má vybudovanú metropolitnú bezdrôtovú dátovú sieť v Skalici, v Holíči, a v Gbeloch s dosahom do ich blízkeho okolia.

Od roku 1997 sa zaoberám poskytovaním služieb v oblasti Internetu. Svojím klientom umožňujeme prístup na Internet prostredníctvom analógových a ISDN telefónnych liniek, pevných liniek a mikrovlnných spojov. Mikrovlnné pripojenie na Internet zabezpečuje v dosahu metropolitnej siete. K poskytovaným internetovým službám patrí aj webhosting a webdesign.

1.2 Analýza obce Mokrý Háj

1.2.1 Základné informácie

Obec bola založená chorvátskymi osadníkmi vyhnanými z miest Skalica a Holíč, ktorý boli na čas oslobodený od poddanských povinností aby si vybudovali vlastnú obec. Prvá písomná zmienka je z roku 1569 a od roku 1608 až do súčasnosti je meno obce Mokrý Háj .

Mokrý Háj sa nachádza v Trnavskom VÚC, v okrese mesta Skalica. Presná geografická poloha je 48° 49' s.š. 17° 15' v.d, rozloha obce 689 ha a nadmorská výška 286 m.n.m.

Demografické zloženie obyvateľstva obce k 31.12.2004 je nasledovné:

- muži 317
- ženy 306
- Predproduktívny vek (0-14) spolu 95
- Produktívny vek (15-54) ženy 153
- Produktívny vek (15-59) muži 206
- Poproduktívny vek (55+Ž, 60+M) spolu 169
- Celkový prírastok (úbytok) obyv. spolu 34
- muži 16
- ženy 18

Tieto údaje sú bohužiaľ aktuálne k 31.12.2004, kedy v Slovenskej Republike prebehlo sčítanie obyvateľstva. V súčasnosti je počet obyvateľov vyšší, avšak rozdiel nie je taký dôležitý. V obci môžeme evidovať okolo 200 domácností.

Obec Mokrý Háj leží juhovýchodným smerom od mesta Skalica (Obrázok 1). Domy sú situované hlavne okolo hlavnej cesty, ktorá vedie z mesta Skalica do mesta Senica.

Obrázok 1 – Poloha obce Mokrý Háj



Medzi obcami Skalica a Mokrý Háj ležia vrch Hájky (305 m.n.m.) a Veterník (316 m.n.m.). Tieto tvoria prírodnú bariéru medzi mestami, a tým aj obmedzujú priamu viditeľnosť.

1.2.2 Infraštruktúra obce a technické siete

V obci sa nachádzajú všetky potrebné inštitúcie ako pošta, obecný úrad, predajňa zmiešaného tovaru a potravín. Ďalej pohostinské zariadenie, obecná knižnica a domov s opatrovateľskou službou pre dôchodcov a zdravotne postihnuté osoby, materská škola a športový klub s futbalovým ihriskom.

Je vybudovaná sieť verejného vodovodu, rozvodná sieť plynu a elektrifikácia obce.

Nenachádza sa tu žiadna súkromná alebo verejná dátová sieť určená pre komerčné účely, ani v blízkosti nevedie žiadny komerčne využiteľný spoj dátovej siete.

Možnosti dátových prenosov a internetového spojenia v obci

Tabuľka 1 – Možnosti pripojenia na Internet v obci Mokrá Háj

Typ pripojenia	Dostupnosť	Poznámky
Analogové DIAL-UP pripojenie	Áno	Potreba telefónnej prípojky
Digitálne DSL/ aDSL pripojenie	Nie	Nie sú digitalizované tel. Prípojky
WiFi, metalická, optická dátová sieť	Nie	Nie sú v obci vybudované
Dátové siete mobilných operátorov (T-mobile, Orange)	Áno	Vzhľadom na slabé pokrytie obce, a častým stratám signálu nie je vhodné riešenie

V tabuľke som uviedol najpoužívanejšie možnosti pripojenia k internetu a dátovým prenosom v súčasnej dobe. Vzhľadom na podmienky v obci sú možnosti pomerne obmedzené. Prvou, najstaršou a bohužiaľ v súčasnosti plne nedostačujúcou možnosťou je analogové spojenie DIAL-UP. Ďalšou možnosťou je DSL spojenie, pre ktoré však nie sú upravené digitálne telefónne prípojky v obci. V obci nie je vybudovaná ani žiadna dátová sieť pre komerčné využitie, a tak jedinou možnosťou pre komunikáciu sú v súčasnosti služby pre dátové prenosy poskytované mobilnými operátormi. Vzhľadom na nedostačujúce pokrytie je tento typ obmedzený len na malý počet obyvateľov, ktorý bývajú v pokrytej časti. Problém so silou signálu v obci je známy už dlhší čas, ale mobilní operátori nepristúpili na žiadne vhodné opatrenie ktoré by situáciu zlepšilo. V budúcnosti sa preto žiadnych výrazných zmien pravdepodobne obávať nemusíme.

1.3 Závěrečné zhodnotenie analýzy

Vzhľadom k danej situácii a možnostiam Blue Computers sa firma rozhodla vybudovať v obci Mokrý Háj dátovú sieť pre vlastné komerčné využitie, a to poskytovať pripojenie na Internet obyvateľom obce. Očakáva sa minimálne 30 zákazníkov v dobe spustenia siete, tento počet by mal časom narásť.

Jednoznačným riešením infraštruktúry dátovej siete sú bezdrôtové technológie založené na rádiových vlnách v pásme 2,4 GHz a 5 GHz. Hlavným argumentom pre výber tohto riešenia je jednoznačné zameranie firmy na rádiové siete. Ďalšou výhodou je cenová dostupnosť, respektíve nedostupnosť ostatných riešení infraštruktúry. S tým je spojené aj postupné pripájanie nových užívateľov, ktoré nie je závislé na pevných sieťových rozvodoch. Bezdrôtová sieť poskytuje veľmi veľké možnosti v ťažko dostupných miestach, bez nutnosti vedenia káblov alebo montáže iných zariadení. V prípade firmy Blue Computers ide v podstate len o rozšírenie súčasného systému siete len o ďalšie bunky.

2 Teoretické východiska riešenia

Pre väčšinu z nás sa stal rýchly prístup k Internetu nedeliteľnou súčasťou každodenného života. Zvykli sme si na možnosť pripojovať sa k Internetu a využívať jeho služby, ako elektronickú poštu alebo web, v zamestnaní alebo domácnosti a v poslednom čase stále viac aj na cestách. Zatiaľ čo v minulosti sme si vystačili so spojením cez telefónnu sieť, dnešné aplikácie a služby, veľké súbory ku stiahnutiu alebo multimediálne aplikácie môžu robiť značné problémy pokiaľ nemáme dostatočne rýchle pripojenie.

Z tohto dôvodu sa v posledných rokoch veľmi rozvinuli možnosti a technológie pre rýchly prístup k Internetu. Rýchla, širokopásmová prípojka ponúka o niekoľko rádov vyššiu prenosovú rýchlosť ako vytáčané spojenie, prípadne ISDN (Integrated Services Digital Network).

Rýchle prípojky k Internetu sa veľmi líšia nielen svojou kapacitou a kvalitou, ale i ďalšími vlastnosťami, pretože iné možnosti ponúka pripojenie po starom medenom drôte a iné zase bezdrôtová prípojka či optika.

Širokopásmový prístup k Internetu zažíva v posledných rokoch boom. Podľa niektorých predpovedí má mať do roku 2008 širokopásmovú prípojku až jedna tretina domácností v Európe. Je ťažko charakterizovať čo si predstavujeme pod slovom „rýchly“ prístup k Internetu. Tento pojem (žiadna všeobecne platná definícia neexistuje) sa postupne vyvíja: od stoviek kbit/ s až po desiatky Mbit/ s. Vývoj súvisí s pohodlným a efektívnym využívaním služieb a aplikácií, ktoré vyžadujú stále väčšie prenosové kapacity.

2.1 Širokopásmový prístup a pripojenie na Internet

Pojem širokopásmový prístup (Broadband) sa v súvislosti so sieťami začal používať v posledných dvoch desiatkach rokov. Širokopásmové siete začali s širokopásmovým ISDN, logickým nasledovníkom úzkopásmovej digitálnej siete ISDN, založenej na princípe ATM (Asynchronous Transfer Mode) a s optickou infraštruktúrou. Dnes sú „páterne“ siete s infraštruktúrou založené na optike úplnou samozrejmosťou. V tejto kategórii rozlišujeme medzi metropolitnými sieťami a sieťami

prístupovými. V obidvoch prípadoch výrazne vzrástli nároky na prenosové kapacity s tým, že optická infraštruktúra je chápaná ako posledný a konečný cieľ, ku ktorému – a to hlavne v prístupových sieťach – je cesta veľmi dlhá a hlavne drahá. Preto sa vyvinula celá rada technológií, ktoré môžeme v prístupových sieťach využiť a ktoré ponúkajú aspoň čiastočne kapacitu a podmienky ako optická sieť

2.2 Technológie pre pevný prístup na Internet

2.2.1 Káblové modemy a xDSL technológie

Širokopásmové prípojky sa riešia buď ako pevné, alebo bezdrôtové. Medzi pevné patria xDSL a káblové modemy. xDSL (xDigital Subscribe Line) využíva súčasnú infraštruktúru miestnej tradičnej telefónnej siete a využíva modernej techniky digitálneho kódovania a modulácie. xDSL sa vyvíjala v mnohých podobách, ktoré sa líšia ponúkanou rýchlosťou a symetriou kapacity a tým spojenou maximálnou vzdialenosťou užívateľa od najbližšej ústredne (a tiež možnosťou využitia xDSL popri prístupu na Internet aj na bežné telefonovanie).

Najrozšírenejšou verziou je ADSL (Asymmetric DLS), ktoré vo väčšine prípadoch postačuje so svojou maximom 8Mbit/ s bežnému užívateľovi. V prípade domácich pracovníkov (teleworker), domácich kancelárií (SOHO) alebo malého podniku už ADSL nemusí byť vhodné, pretože je potreba skôr symetrická rýchla prípojka , napr. SDSL (Symmetric DSL), aby bolo možné sprístupniť na Internet vlastný obsah . Lepšou a modernejšou variantou je VDSL (Very-high-bit-rate DSL), ktoré podporuje ako symetrické, tak aj asymetrické rozloženie kapacity a vo svojom maxime ponúka 52Mbit/ s. Tieto kapacity ale poskytuje miestny medený uzol do vzdialenosti maximálne niekoľko sto metrov, preto sa toto riešenie používa ako posledná časť vlastnej prípojky, inak VDSL potrebuje optickú infraštruktúru medzi distribučným miestom a ústredňou. Výhodou DSL je výhradné pripojenie každého užívateľa, takže svoju prenosovú kapacitu nemusí s nikým zdieľať.

2.2.2 Káblové siete a káblová televízia

Ďalšou možnosťou realizácie širokopásmového pripojenia na Internet sú prevádzkovatelia káblovej televízie. S bežnými rozvodmi do jednotlivých domácností pre TV kanály ide v mnohých častiach sveta o veľmi rozšírenú sieť. Pre realizáciu dátových služieb a prístupu k Internetu sa musí však klasická sieť prebudovať z jednosmernej distribúcie na obojsmernú sieť, podporujúcu interaktívnu komunikáciu užívateľov. Káblové siete sú potom schopné poskytovať zdieľanú kapacitu do niekoľkých desiatok Mbit/s, avšak asymetricky.

2.2.3 Elektrické rozvodné siete

V dnešnej dobe sa stáva veľmi populárnou záležitosťou alternatíva rýchleho prístupu k Internetu pomocou elektrických rozvodov. Táto sieť je zďaleka najrozšírenejšia, a vedie takmer do všetkých domácností. Problémom je ale charakter samotnej elektrickej siete, ktorá je svojou podstatou pre prenos dát veľmi nepriaznivá kvôli rušeniu, ktoré ovplyvňuje možnú kapacitu a dosah. Vývoj v tejto oblasti ale pokračuje, a vznikajú špeciálne metódy kódovania a modulácie.

2.2.4 Optické siete

Optika je konečným médiom pre realizáciu širokopásmového prístupu, pretože ponúka takmer neobmedzenú prenosovú rýchlosť. Optická prístupová sieť môže byť riešená mnohými topológiami, ktoré sa líšia tým, ako blízko je optika k užívateľovi dovedená. Náklady na privedenie optickej siete čo najbližšie ku koncovému užívateľovi sú zatiaľ neprekonateľnou prekážkou masového zavedenia tohto riešenia.

2.3 Technológie pre bezdrôtový prístup na Internet

Alternatívou k pevnému prístupu je prístup bezdrôtový. Bezdrôtových technológií pre prístup k Internetu je hneď niekoľko: mobilné, satelitné a pevné (pozemné) bezdrôtové.

2.3.1 Mobilné siete

Mobilné siete zatiaľ nedisponujú až takou prenosovou kapacitou aby mohli konkurovať pevnému spojeniu. Značnou výhodou však je takmer neobmedzené pokrytie aj riedko osídlených oblastí.

2.3.2 Satelitný prístup

Satelitné prístup je asymetrický, dokonca s možnosťou riešenia spätného kanálu pomocou pozemnej cesty (typicky pomocou konvenčnej telefónnej siete). Aj keď kapacita predného kanálu je neporovnateľne vyššia ako u ostatných možností, pre interaktívnu komunikáciu musíme počítať s nevyhnutným omeškaním spôsobeným vzdialenosťou družice od Zeme.

2.3.3 BWA

Pozemný pevný bezdrôtový prístup BWA (Broadband Wireless Access) sa dá realizovať ako bezdrôtovými lokálnymi sieťami, ale predovšetkým metropolitnými sieťami, ktoré ponúkajú značnú kapacitu a dosah. Moderné technológie BWA nepotrebujú priamu viditeľnosť a môžu využiť aj topológie s uzlami pre realizáciu komunikácie cez viacero bezdrôtových smerovačov. BWA v súčasnosti dosahujú takých kvalít, vďaka ktorým môžu konkurovať xDSL a káblovým prípojkám.

2.4 Bezdrôtové prístupové siete

Bezdrôtové technológie sa uplatňujú ako v domácich či podnikových sieťach, tak aj v riešeniach prvej míle. Širokopásmový bezdrôtový prístup vychádza z pôvodného rádiového uzla používaného pre prenos hlasu. BWA môže pracovať v licenčnom alebo bezlicenčnom pásme. Typicky vyžadovali systémy BWA priamu viditeľnosť, v súčasnosti s použitím nových technológií (modulácia, anténne systémy) moderné BWA toto obmedzenie nemajú. Od firemných riešení sa rýchlo prešlo k otvoreným systémom podľa nových noriem pre metropolitné bezdrôtové siete WMAN (WiMax). Pre prístup k Internetu možno v domácom prostredí ale aj na verejných priestranstvách využiť lokálne bezdrôtové siete WLAN (typicky WiFi).

K hlavným výhodám použitia BWA patrí najmä veľká pružnosť pri pripojovaní samostatných staníc k celému systému. Prepojenie staníc elektromagnetickými vlnami podporuje flexibilitu užívateľov a pohyblivosť koncových užívateľov a ich prenosných počítačov. Ďalšou nespornou výhodou je podstatné obmedzenie kabeláže a pevných rozvodov a prístup do ťažko dostupných miest.

Avšak ani bezdrôtové riešenie siete nie je úplne bez problémov. Rádiové vysielanie je samozrejme náchylné na rušenie, a to všetkými druhmi žiarenia, ktoré môžu na danej frekvencii pracovať. Optické bezdrôtové siete a siete založené na infračervenom žiarení zasa neznesú prekážky medzi zdrojom a cieľom komunikácie. Dosah a rýchlosť vysielania súvisia s použitými frekvenciami a v súvislosti s kvalitou prenosu tiež obmedzujú veľkosť siete a počet systémov, ktoré sa v rámci daného priestoru môžu nachádzať, aby nedochádzalo k nežiaducemu rušeniu. Zaistenie bezpečnosti je bezdrôtovej siete je tiež veľmi náročné, a patrí k najväčším problémom rádiovkej komunikácii.

2.5 Klasifikácia bezdrôtových sietí

Bezdrôtové siete možno klasifikovať podľa mnohých odlišných kritérií:

2.5.1 Podľa podpory mobility užívateľa

- Mobilné bezdrôtové siete - umožňujú transparentný pohyb užívateľa a jeho zariadenia v rámci jednej bezdrôtovej siete ale aj medzi sieťami navzájom.
- Fixné bezdrôtové siete umožňujú len „pevné bezdrôtové“ pripojenie k danej sieti. Skutočná mobilita užívateľov je zložitá najmä kvôli sieťovej vrstve, pretože je treba zaistiť aktuálnu pozíciu užívateľa v sieti a riešiť správne smerovanie.

2.5.2 Podľa typu signálu

- Rádiové siete – najčastejší spôsob, rôzne dosahy siete, vhodné pre domáce siete aj širokopásmový internet – rádiové siete prenikajú stenami a stropmi, avšak niektoré siete potrebujú tzv. priamu viditeľnosť. Čím vyššia frekvencia, tým menší dosah. Signál s nízkou frekvenciou sa šíri prostredím ako povrchová vlna: kopíruje zakrivenie Zeme a môže dosiahnuť značnej vzdialenosti. Signál s frekvenciou od jednotiek GHz sa šíri ako priama vlna a je obmedzený geometrickým (optickým) horizontom, preto je dosah obmedzený na priamu viditeľnosť. Mikrovlnné technológie sú vhodné pre komunikácie vo vonkajšom prostredí, kde podporujú prenosy do vzdialenosti až 50km, pre vnútorné prostredie sa viac hodia systémy s rozprestretým spektrom. Útlm signálu nie je presne úmerný použitej frekvencii a nevzrastá rovnomerne s vyššou frekvenciou, pretože svoj vplyv má nehomogénne prostredie (elektromagnetické vlny sú tlmené i veľmi malými čiastočkami, akejkoľvek podoby) ktorým signál preniká. Rádiová sieť pracuje v rámci rádiových buniek, t.j. priestorových oblastí, v ktorých môžu stanice komunikovať (prostredníctvom základňovej stanice alebo prístupového bodu).
- Optické bezdrôtové siete - veľký dosah (stovky metrov) v priamej viditeľnosti a vysoká kapacita prenosu dosahujúceho rýchlosti svetla vo vákuu. Vhodné

najmä pre podnikové siete pre komunikáciu medzi budovami, alebo pre domáce siete pre prístup k Internetu (riešenie prístupovej siete).

- Infračervené siete – malý dosah a nepriechodnosť prekážkami, z čoho plynie obmedzený priestor medzi stenami. Z toho plynie zvýšenie bezpečnosti siete proti odpočúvaniu. Infračervené siete nepodliehajú regulácii.

2.5.3 Podľa frekvenčného pásma delíme

- Siete operujúce v licenčnom pásme – rádiové siete potrebujú ku svojej činnosti pridelené pásmo, ktoré je buď voľné (bezlicenčné, s generálnym povolením), alebo vyžaduje licenciu. Licencie na rôzne pásma sa pridávajú väčšinou pre celoplošné siete v rozsahu celej krajiny. Činnosť rádiových sietí sleduje a upravuje regulačný úrad a jeho kontrolné zložky majú za úlohu kontrolovať prevádzkara s pridelenou licenciou. Licenčné pásma zdieľajú len niekoľko povolených sietí.
- Siete operujúce v bezlicenčnom (voľnom) pásme – sú tiež kontrolované regulátorom, je nutné dodržiavať určité ustanovenia týkajúce sa hlavne vyžarovaného výkonu, aby nedochádzalo k nežiaducemu rušeniu. V bezlicenčnom pásme je počet sietí neobmedzený, preto bývajú často preťažené a dochádza k rušeniu signálu.

2.5.4 Podľa užitia

- Bezdrôtové metropolitné siete – WMAN (Wireless Metropolitan Network). Využíva sa hlavne pri riešení „prvej míle“ širokopásmového prístupu.
- Bezdrôtové lokálne siete – WLAN (Wireless Local Area Network). Využíva sa pri riešení „prvej míle“ a domácich sietí.
- Bezdrôtové osobné siete – WPAN (Wireless Personal Area Network). Využíva sa pri riešení domácich sietí.

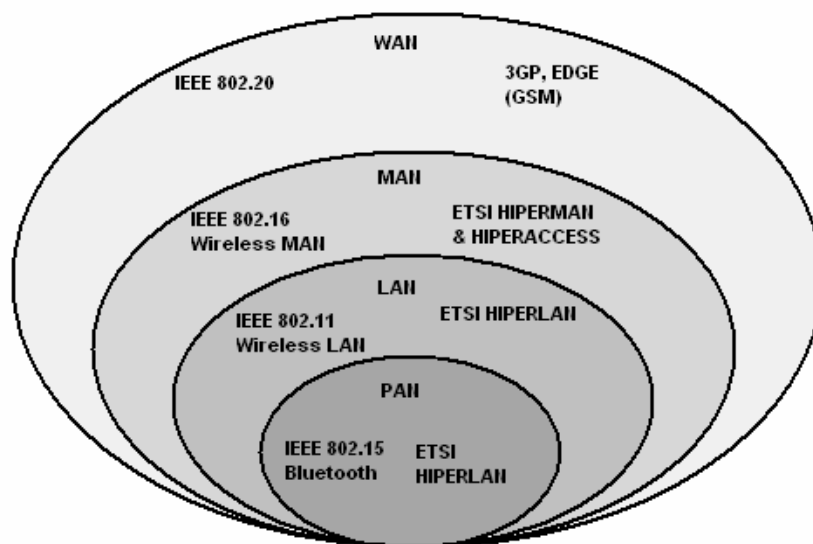
2.6 Špecifikácia bezdrôtových sietí

Špecifikáciou bezdrôtových sietí sa zaoberá najmä IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) , a to v nasledujúcich bodoch:

- IEEE 802.11 – bezdrôtové lokálne siete (WLAN)
- IEEE 802.15 – bezdrôtové osobné siete (WPAN)
- IEEE 802.16 – širokopásmový bezdrôtový prístup (bezdrôtové metropolitné siete, WMAN)
- IEEE 802.20 – širokopásmové mobilné bezdrôtové siete (MBWA)

Prehľad noriem z hľadiska dosahu je na obrázku Obrázok 2.

Obrázok 2 – Bezdrôtové normy



2.7 Bezdrôtové lokálne siete WLAN

WLAN sa dnes nepoužívajú len ako riešenia podnikovej alebo domácej komunikácie (s jednoduchou implementáciou pre ľahké trvalé ale i ad hoc prepojenie užívateľov), ale tiež pre verejný prístup k Internetu na miestach s veľkou koncentráciou momentálne sa vyskytujúcich užívateľov (v hoteloch, konferenčných sálach, letiskách, kaviarňach a v posledných rokoch aj školách). Verejné WLAN poskytujú

prístup stacionárnym užívateľom v obmedzenom dosahu. Bezdrôtový poskytovatelia prístupu (WISP) sa tak stávajú v súčasnej dobe stále väčšími konkurentmi.

Všetky WLAN pracujú v bezlicenčných pásmach. Je ich niekoľko typov a označujú sa podľa medzinárodných noriem výboru 802.11 IEEE.

- IEEE 802.11b (WiFi, 1999) – pracuje v pásme 2,4 – 2,485 GHz na základe rozprestretého spektra, s dosahom do vzdialenosti 100-300 metrov. Maximálna kapacita na fyzickej vrstve je 11 Mbit/s (reálna prenosová rýchlosť je do 5-6 Mbit/s)
- IEEE 802.11a (1999) – pracuje v pásme 5,1 – 5,3 GHz a 5,725 – 5,825 GHz s dosahom 50-70 metrov. Maximálna teoretická rýchlosť 54 Mbit/s (reálna okolo 30-36 Mbit/s)
- IEEE 802.11g (2003) – rýchlejšia verzia Wi-Fi v pásme 2,4 GHz, spätosť zlučiteľná s 802.11b, s teoretickou rýchlosťou 54 Mbit/s

Popri IEEE pracovala na špecifikácii bezdrôtových sietí tiež ETSI (European Telecommunications Standards Institute), kde vznikla HIPERLAN. Táto sieť sa však aj napriek mnohým prednostiam oproti WLAN (podpora QoS, bezpečnosť) komerčne neujala.

2.8 Konfigurácia bezdrôtovej siete

Bezdrôtová lokálna sieť (bunka) môže pracovať vo dvoch konfiguráciách (BSS). V nezávislej konfigurácii (ad hoc) medzi sebou stanice vybavené príslušnou sieťovou kartou komunikujú priamo a nie je potreba inštalovať žiadnu podpornú jednotku do systému. Táto konfigurácia je mimoriadne výhodne pre náhodné usporiadania a akcie (trvajúce hodiny alebo dni), ale nehodí sa pre rozsiahle siete.

Konfigurácia infraštruktúry, s distribučným systémom, predpokladá existenciu prístupového bodu – AP (Access Point), ktorý funguje ako základňová rádiová stanica a zároveň ako dátový most. Prístupový bod je centrom každej WLAN a je nepohyblivý. Táto konfigurácia predpokladá prepojenie s distribučným systémom, klasicky LAN (Ethernet).

Každá koncová stanica si nájde svoj prístupový bod (na základe pravidelne vysielaného signálu z AP) a komunikuje s ním. Klienti WLAN používajú sieťový adaptér, ktorý obsahuje vysielateľ, prijímač, anténu a hardware (802.11 PC karta, PCI,

ISA, NIC a pod.). Prístupové body by mali byť umiestnené tak, aby sa ich dosah prekrýval so susednými bunkami WLAN pre podporu mobility užívateľov.

2.9 Normy IEEE 802.11

Pôvodná norma 802.11 ponúkala maximálnu rýchlosť na fyzickej vrstve 1 alebo 2 Mbit/s, a to tromi spôsobmi riešenia fyzickej vrstvy:

- Prenos rádiových vln na frekvencii v pásme 2,4-2,4835 GHz (bezlicenčné, tzv. priemyslové, vedecké a lekárske pásmo, ISM) – metóda priameho rozprestretého spektra DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
- Prenos rádiových vln na frekvencii v pásme 2,4-2,4835 GHz metódou rozprestretého spektra s preskakovaním medzi lúčmi FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum).
- Vysielaním infračervených lúčov – dve možnosti využitia infračerveného žiarenia: priame, kontrolované lúče sú vysielané priamo k príjemcovi, a rozptýlené (DFIR), kde sú lúče vyslané rôznymi smermi a odrazom od stien sa dostanú k príjemcovi.

2.9.1 802.11b/ Wi-Fi

IEEE 802.11b („Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band“, 1999) nazývané tiež Wi-Fi je rozšírením základnej normy a poskytuje vyššiu rýchlosť v pásme 2,4-2,4835 GHz, a to až na 11 Mbit/s. Používa sa 13 kanálov v danom rozsahu frekvencií. Odstup medzi kanálmi je 5 MHz. Celkovo možno využiť tri neprekrývajúce sa kanály. Voľné pásmo 2.4 GHz využíva celý rad ďalších zariadení ako sú bezdrôtové telefóny, Bluetooth, HomeRF a pod., ktoré sa môžu navzájom rušiť.

Pre zvýšenie rýchlosti využíva nový spôsob kódovania v rámci DSSS na fyzickej vrstve, tzv. doplnkové kódové kľúčovanie (CCK) spolu s QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) . CCK (Complementary Code Keying) mapuje 4 bity na symbol (na 8 Mbit/s) a súčasne mierne zvyšuje symbolovú rýchlosť na 1,375 Msymbol/s, vďaka

čomu sa získa maximálna rýchlosť na fyzickej vrstve 11 Mbit/s. Fyzická vrstva Wi-Fi podporuje CCK aj PBCC pre zlučiteľnosť s pôvodnou WLAN.

11 Mbit/s je maximálna rýchlosť na fyzickej vrstve, užívateľská rýchlosť je ale nižšia, pretože 30-40% teoretickej kapacity tvorí režia (riadenie, management). Zároveň Wi-Fi pracuje len v režime polovičného duplexu, preto môže dáta buď prijímať alebo len vysielat'. Užívateľská rýchlosť dosahuje maximálne 6 Mbit/s. Všeobecne je rýchlosť u WLAN tiež nepriamo úmerná vzdialenosti stanice od prístupového bodu. Čím je príjemca ďalej od AP, tým je rýchlosť pomalšia.

Pre všetky WLAN platí, že sa prenosová rýchlosť na fyzickej vrstve dynamicky mení: Znižuje sa s rastom chybovosti (z optimálnych 11 Mbit/s na 5,5 Mbit/s, potom na 2 Mbit/s až minimálne na 1 Mbit/s) alebo zvyšuje pri zlepšení podmienok, takže maximálnu rýchlosť môžeme predpokladať len na krátku vzdialenosť a v prostredí bez rušivých elementov. Dosah siete sa udáva okolo 100 metrov v budovách, pre vonkajšie priestory môžeme predpokladať až niekoľko kilometrov, ale rušenie alebo blokovanie signálu môže túto vzdialenosť značne skracovať.

2.9.2 802.11a

Norma IEEE („Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band“, 1999) je ďalším rozšírením základnej normy. Pracuje v bezlicenčnom pásme 5 GHz a je rýchlejšia ako Wi-Fi. Rýchlosť prenosu na fyzickej vrstve môže dosahovať 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 alebo 54 Mbit/s. Frekvencia 5 GHz je menej obsadená a dovoľuje využiť viacero kanálov bez vzájomného rušenia. 802.11a ponúka až 8 nezávislých a neprekrývajúcich sa kanálov.

Pre dosiahnutie vyšších rýchlostí sa používa ortogonálny multiplex s frekvenčným delením OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiple Access), jedna z prenosových , metód MCM , kedy sa dáta k vysielaniu najprv rozdelia do niekoľkých paralelných tokov bitov s oveľa menšou bitovou rýchlosťou. Každý z tokov sa používa pre moduláciu inej nosnej. Zatiaľ čo tradičný frekvenčný multiplex delí frekvenčné pásmo do N neprekrývajúcich sa frekvenčných subkanálov navzájom oddelených ochranným pásmom (guard), OFDM používa neprekrývajúce sa subkanály, takže frekvenčné pásmo sa využíva účinnejšie.

V Európe ne bolo možné 802.11a používať, pretože ETSI špecifikovala inú rýchlu WLAN: HIPERLAN (High Performance Radio LAN). Ide tiež o rádiovú komunikáciu dosahujúcu rýchlosť až 54 Mbit/s. HIPERLAN mala na rozdiel od 802.11a dynamický výber pracovnej frekvencie – DFS (Dynamic Frequency Selection) a riadenie vysielacieho výkonu – TPC (Transmission Power Control). Práve tieto dva mechanizmy neumožňovali zlučiteľnosť 802.11a s európskou reguláciou. Až doplnok 802.11h (2003) umožnil vstup upravených 802.11a zariadení na európsky trh.

2.9.3 802.11g: rýchlejšia Wi-Fi

Norma 802.11g („Higher-Speed Physical Layer Extension in to IEEE 802.11b“, 2003) je rýchlejším doplnkom k Wi-Fi – pracuje v rovnakom pásme 2,4 GHz. Maximálna rýchlosť na fyzickej vrstve je 54 Mbit/s a reálna sa pohybuje okolo 30 Mbit/s, podobne ako u 802.11a. Zvýšená kapacita WLAN u 802.11g znamená tiež možnosť podporovať až päťnásobok počtu užívateľov ako u Wi-Fi.

802.11g je teda konkurentom 802.11a v maximálnej rýchlosti, ale rovnako ako 802.11b pracuje v pásme 2,4 GHz. Toto pásmo je síce oveľa viac zaťažené ako pásmo 5 GHz, ale naopak nižšia frekvencia vysielania ponúka väčší dosah a menší vplyv prekážok na kvalitu signálu.

Tabuľka 2 – porovnanie noriem IEEE

Typ	Frekvencia	Teoretická rýchlosť	Reálna rýchlosť	Mechanizmus prenosu	QoS	Vysielací výkon	Norma	Dostupnosť
802.11b	2,4-2,4835 GHz	11 Mbit/s	6Mbit/s	DSSS	Nie	200mW	IEEE, 1999	Celosvetové rozšírenie
802.11a	5,1-5,3 a 5,725-5,825 GHz	54 Mbit/s	36Mbit/s	OFDM	Nie	40-800mW	IEEE, 1999	Obmedzené čiastočne v USA
802.11g	2,4-2,4835 GHz	54 Mbit/s	30Mbit/s	OFDM/DSSS	Nie	65mW	IEEE, 2003	Od roku 2003

2.9.4 802.11f: spolupráca prístupových bodov

Doplnok k norme pre WLAN 802.11f („Recommended Practices for Multi-Vendor Access Point Interoperability via Inter-Access Point Protocol Across Distribution Systems Supporting IEEE 802.11 Operations, 2003) umožňuje spoluprácu prístupových bodov od rôznych výrobcov. Špecifikuje potrebnú výmenu informácií medzi prístupovými bodmi tak, aby mohli v rámci jedného distribučného systému spolupracovať rôzne prístupové body.

2.9.5 802.11h: úprava práce v pásme 5 GHz

Norma IEEE 802.11h („Wireless LAN MAC and Physical Layer Specifications, Spectrum and Transmit Power Management Extension in the 5 GHz Band in Europe, 2003) slúži k zamedzeniu vzájomného rušenia medzi systémami pracujúcimi v bezlicenčnom pásme 5 GHz. Systém 802.11a môžu mať nepriaznivý vplyv na radarové systémy a prieskumné satelitné systémy ako EESS (Earth Exploration Satellite Service) a SRS (Space Research Service). Doplnok normy tak upresňuje využitie rádiových vln v pásme 5 GHz. Bezdrôtové systémy musia zisťovať prítomnosť radarov a systémov EESS a SRS a v prípade hroziaceho rušenia musia zvoliť iný vysielač kanál alebo obmedziť vysielač výkon.

2.9.6 802.11n: superrýchla WLAN

802.11n („Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification: Enhancements for Higher Effective Throughput“), je norma slúžiaca k modifikácii súčasnej fyzickej vrstvy a podvrstvy MAC tak, aby sa na úrovni MAC docielilo priepustnosti minimálne 100 Mbit/s.

2.9.7 802.11i/WPA: bezpečnosť WLAN

Rádiové vlny možno veľmi ľahko odpočúvať, preto musia mať zabudované silné mechanizmy pre zaistenie prístupu len oprávneným užívateľom (autentizácia) a aj pre zabezpečenie samotnej komunikácie (šifrovanie prenášaných dát).

WLAN majú integrovaný protokol WEP (Wired Equivalent Privacy). WEP používa symetrický postup šifrovania, kde sa pri šifrovaní aj dešifrovaní používa rovnaký algoritmus a kľúč. Autentizácia v rámci WEP je považovaná za veľmi slabú až nulovú. 40bitový užívateľský kľúč pre autentizáciu je statický a rovnaký pre všetkých užívateľov danej siete (shared key). Klienti ho používajú spolu so svojou adresou MAC pre autentizáciu voči prístupovému bodu. Autentizácia sa robí vždy len jednostranne, prístupový bod sa neautentizuje.

Šifrovanie prenášaných dát vo WEP sa vykonáva 64bitovým kľúčom, ktorý je zložený z užívateľského kľúča a dynamicky sa meniaceho vektoru IV (Initialization Vector) s dĺžkou 24bitov, alebo lepšie 128 bitovým kľúčom (zdieľaný kľúč má dĺžku 104 bitov a IV 24 bitov). IV sa posiela v otvorenej forme a mení sa s každým paketom, takže výsledné šifrovanie je jedinečné pre každý jednotlivý paket v sieti WLAN. WEP používa šifrovací algoritmus RC4. Bezpečnosť siete s WEP sa dá narušiť veľmi ľahko mechanicky (krádežou jedného z koncových zariadení s príslušnou Wi-Fi kartou) a odpočúvaním.

WEP ako súčasť WLAN zďaleka nepostačuje pre zaistenie bezpečnosti siete, takže sa bezpečnosť musí zaistiť doplnkovými prostriedkami. Mechanizmus pre zabezpečenie siete má za úlohu protokol IEEE 802.1x („Port Based Network Access Control“, 2001). Je to všeobecný bezpečnostný rámec pre LAN, ktorý obsahuje vzájomnú autentizáciu užívateľov, integritu správ a distribúciu kľúčov. Vzájomná autentizácia prebieha medzi užívateľom a autentizačným serverom, ktoré sa navzájom autentizujú, a popri tom sa autentizuje aj AP ako prostriedok komunikácie. Využíva sa dynamické generovanie kľúčov.

Až pripravovaný návrh normy IEEE 802.11i by mal zaistiť dostatočne silné zabezpečenie siete WLAN. Zahŕňa dva vylepšené šifrovacie protokoly: TKIP (Temporal Key Integrity Protocol) a CBC-MAC. TKIP (Temporal Key Integrity Protocol) používa 128 bitový kľúč, na rozdiel od WEP používa dynamické generovanie kľúčov, kontrolu integrity správ a číslovanie paketov na ochranu proti útokom typu *replay*. CBC-MAC používa šifrovanie pomocou AES (Advanced Encryption Standard).

Predtým než bude norma 802.11i zavedená, používa sa dočasné riešenie Wi-Fi Alliance pod označením WPA (Wi-Fi Protected Access), ktorý obsahuje TKIP.

2.9.8 802.11e: podpora QoS v sieťach WLAN

Bezdrôtové spoje majú iné charakteristiky ako pevné spoje. Ovplyvňuje ich útlm signálu, rušenie a šum, ktoré závisia na mieste a dobe vysielania a ktoré nasledovne vedú k chybám a tiež v čase sa meniacej kapacite kanálu. Pri plánovaní vysielania sa musia zohľadňovať nepriaznivé podmienky kanálov, distribuovaný prístup ku kanálu a spotreba energie.

Norma IEEE 802.11e je určená na podporu QoS (Quality of Service). Musí preto rozšíriť obidva súčasné režimy prístupu k rádiovému kanálu, povinný DCF aj voliteľný PCF. Rozšírenie režimu DCF predstavuje EDCF (Enhanced DCF). Každá stanica môže mať až štyri kategórie chodu na podporu ôsmich úrovní priority. Každá stanica môže vysielat', hneď ako je kanál voľný, avšak po intervale čakania, ktorý zodpovedá danej kategórii chodu AIFS (Arbitration InterFrame Space). AIFS sa predlžuje so znižujúcou sa prioritou chodu, takže stanice s vyššou prioritou budú čakať kratšiu dobu ako stanice s nižšou prioritou. Mapovanie priorít a kategórií prístupov naznačuje Tabuľka 3.

Tabuľka 3 – Mapovanie priorít pre kategóriu prístupu (QoS)

Priorita 0 - 7	Kategória prístupu	Určené pre:
0, 1, 2	0	Best effort
3	1	Video probe
4, 5	2	Video
6, 7	3	Hlas

Režim PCD sa v 802.11e rozšíri o hybridnú funkciu HCF (Hybrid Coordination Function). Prístupový bod vyzve stanice v dobe bez boja o médium, a pokiaľ stanica chce vysielat', prideli jej špecifickú dobu začatia a trvania vysielania.

Dočasné riešenie Wi-Fi Alliance pre podporu QoS existuje pod označením WME (Wireless Multimedia Extension). WME podporuje len niektoré prvky QoS z budúcej normy, ako označovanie rámcov podľa priorít, a zodpovedajúce radenie do radov. WME podporuje štyri namiesto ôsmich úrovní priorít, ktoré budú v 802.11e

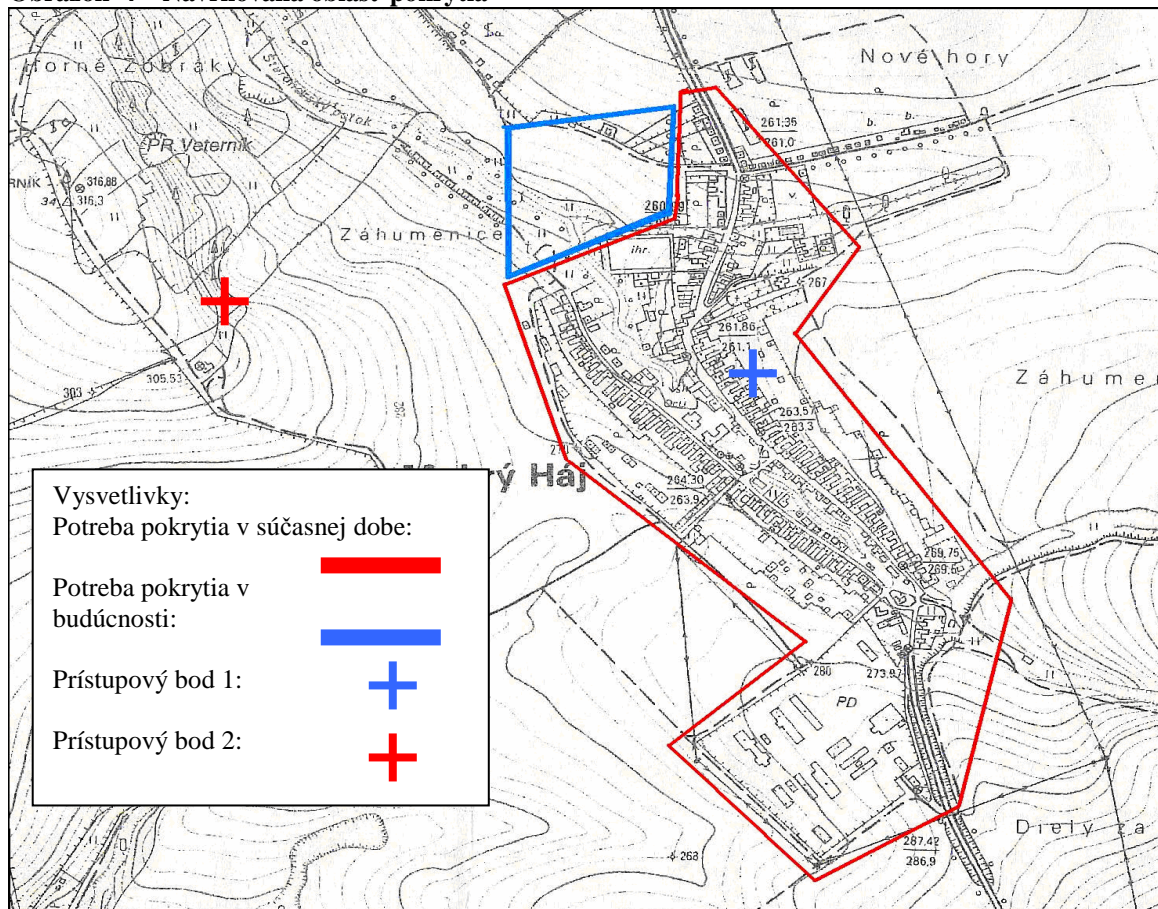
3 Návrh dátovej siete v obci Mokry Háj

3.1 Navrhovaná oblasť pokrytia

Hlavným cieľom je pokryť signálom celú obec Mokry Háj, to znamená aby všetci obyvatelia obce mali možnosť túto sieť využívať. Ako vidno na Obrázku 4, obec má predĺžený tvar v smere hlavnej.

Ďalej navrhujem, aby sa firma zamerala na pokrytie oblastí, kde prebieha a v blízkej budúcnosti je plánovaná domová výstavba. Noví obyvatelia, zväčša prichádzajúci z mesta Skalica predstavujú pre firmu takmer 100% nových zákazníkov.

Obrázok 4 – Navrhovaná oblasť pokrytia



3.2 Návrh rozmiestnenia prístupových bodov

Rozmiestnenie prístupových bodov býva z pravidla najzložitejší problém pri navrhovaní bezdrôtovej siete. Musia byť umiestnené tak, aby svojím signálom zaberali celú oblasť pokrytia. V prípade rozloženia obce Mokry Háj môžeme uvažovať o dvoch možnostiach umiestnenia prístupových bodov.

3.2.1 Umiestnenie v obci (prístupový bod 1)

Jednou z možností je umiestnenie prístupového bodu v strede obce Mokry Háj (Obrázok 4). Je potrebné umiestniť anténu dostatočne vysoko, aby s minimálnym rušením mohla vysielat' do okolia. Najvhodnejšie miesta na umiestnenie sú zvyčajne výškové obytné budovy, prípadne komíny a iné vysoko položené miesta s možnosťou prístupu. Pre vysielanie je vhodné použiť silnú všesmerovú anténu, ktorá by bola schopná obslúžiť nízky počet zákazníkov, prípadne viacero sektorových antén.

V rámci obce Mokry Háj je jediným vhodným miestom pre umiestnenie prístupového bodu veža kostola, ktorý leží v strede obce. Vzhľadom na estetickú a kultúrnu hodnotu kostola to však nie je možné, a požiadavka o umiestnenie anténneho systému na vežu bola zamietnutá.

3.2.2 Umiestnenie mimo obce (prístupový bod 2)

Ďalšou možnosťou umiestnenia prístupového bodu a pokrytia požadovanej oblasti je umiestnenie mimo oblasť obce (Obrázok 4). Miesto musí byť dostatočne vysoko aby anténa mohla šíriť signál s minimálnym rušením. Pre pokrytie potom stačí dostatočne silná sektorová anténa.

V podmienkach obce Mokry Háj je toto riešenie vhodnejšie. Možnosťou je umiestniť prístupový bod na strechu domu ktorý leží mimo obce Mokry Háj. Cenou za prenájom časti strechy by bolo poskytovanie prístupu na Internet majiteľovi zdarma.

Dom sa nachádza približne vo vzdialenosti jedného kilometra od obce a 40 metrov nad úrovňou obce, týmto poskytuje výbornú viditeľnosť na všetky domy.

3.3 Vysielacie centrá

Pre zriadenie vysielacieho centra odporúčam použiť WRAP router MikroTik RouterBOARD RB112, ktorý je založený na platforme x86. Ide o modifikované, a pre požiadavky poskytovateľov Internetu upravené PC, ktoré pracuje s operačným systémom MikroTik. Optimálny výkon zabezpečuje procesor MIPS 175 MHz. Platforma obsahu predinštalovaný OS s licenciou MikroTik. Systém pracuje na princípe Linux a je užívateľsky nenáročný. K ďalším komponentom patrí CM11-HP miniPCI 802.11a/b/g (max 400mW), bezdrôtová sieťová karta od firmy Atheros a CF/512 CompactFlash karta 512M. Výhodou je nízka cena za celkové zariadenie a veľmi malé rozmery.

Toto vysielacie centrum navrhujem tiež umiestniť na miesto označené ako prístupový bod 2 (Obrázok 4), spolu s anténnym zariadením.

V počiatočnej fáze výstavby bude postačovať jeden prístupový bod, ktorý je schopný obslúžiť 20-25 užívateľov. S pribúdajúcimi zákazníkmi odporúčam pridať podľa potreby ďalší, a rozdeliť tak zaťaženie medzi viacero prístupových bodov. Nové prístupové body navrhujem umiestniť na to isté miesto ako prístupový bod 2.

3.4 Návrh infraštruktúry a použité technológie pre prenos

Pri návrhu dátovej siete vychádzam z analýzy súčasného stavu. Infraštruktúra siete bude založená na prvkoch bezdrôtovej technológie, ktoré operujú v pásme 2,4 GHz a 5 GHz (802.11b a 802.11a). Celú infraštruktúru možno rozdeliť do niekoľkých častí: vedenie (prívod) signálu do obce Mokry Háj, vedenie k prístupovým bodom („páterná“ sieť v obci) a konečná distribúcia koncovým užívateľom (zákazníkom).

Pre prívod signálu do obce navrhujem použiť bezdrôtový prenos pracujúci na frekvencii 5 GHz (802.11a). Frekvenčné pásmo 5 GHz je menej zaťažené ako 2,4 GHz a tým pádom menej náchylné na rušenie a nepriaznivý vplyvy na kvalitu signálu.

Umožňuje využívať až osem na sebe nezávislých kanálov súčasne. Technológia 802.11a pracuje v frekvenčnom rozsahu 5180GHz-5700GHz.

Pre „páternú“ sieť odporúčam využiť tiež technológie založené na 802.11a, ako v prípade predchádzajúcej časti textu.

Pre pripojenie koncových užívateľom navrhujem použiť bezdrôtové technológie pracujúce na frekvencii 2,4 GHz. Na rozdiel od 5 GHz je toto pásmo viac zaťažené rušením inými prístrojmi, ktoré pracujú na bezdrôtovom prenose, a umožňuje používať len tri nezávislé kanály súčasne. Hlavnou výhodou je oveľa nižšia cena zariadení, a tým pádom aj náklady a koncová cena pre zákazníka. Technológia 802.11b pracuje vo frekvenčnom rozsahu 2,4GHz-2,4835GHz.

3.5 Technické zriadenie siete

3.5.1 Distribúcia (prívod) signálu do obce Mokry Háj

Prívod signálu do obce budú zabezpečovať dve smerové antény JRC-24. Ide o parabolickú anténu, ktorá je vhodná na dátové spoje do stredných a krátkych vzdialeností, prípadne do horských a obtiažne dostupných miest.

Prvá časť spoja bude umiestnená na výškovom obytnom dome v meste Skalica, s adresou Pelíšková 28. Na tomto mieste je umiestnený prístupový bod ktorý obsluhuje sieť v meste Skalica, a zabezpečuje priamu viditeľnosť s druhou časťou spoja.

Táto bude umiestnená na obytnom dome, označenie prístupový bod 2 (Obrázok 4), ktorý je mimo mesta Mokry Háj. Priama vzdialenosť medzi obidvomi časťami je 7 km, a je zabezpečená priama viditeľnosť. Anténa JRC-24 pracuje vo frekvenčnom pásme 5 GHz.

3.5.2 Prenos signálu v rámci obce, riešenie prístupových bodov

Navrhujem umiestniť prístupový bod 2 (Obrázok 4). Bude použitá sektorová anténa VECTOR DUAL, ktorá pracuje v pásme 2,4 GHz. Je priamo určená pre vykrývanie signálom na krátke a stredné vzdialenosti. Oblasť vyžarovania je dvomi smermi v uhle 110 stupňov. Potreba uhlového vykrytia z miesta prístupového bodu je približne 90 stupňov, takže anténa postačuje daným podmienkam.

3.5.3 Pripojenie koncových užívateľov

Koncoví užívatelia siete, zákazníci, budú pripojení pomocou prijímačov vo voľnom pásme 2,4 GHz. Samotné riešenie pripojenia je závislé na vzdialenosti užívateľa od prístupového bodu, z čoho sa odvíja sila a kvalita signálu.

Ako prijímač navrhujem použiť zariadenie Edimax EW-7206PDg WiFi Access Point 11/54Mb/s. Zariadenie je kompatibilné s prenosovými rýchlosťami 802.11b/g, môže pracovať v režimoch AP klient alebo WDS. Umožňuje pripojenie užívateľov pomocou TCP káblu, klasický Ethernet, alebo WiFi.

Ďalšou súčasťou zariadenia užívateľa je anténa. Podľa potreby budú použité panelové antény firmy Pacific wireless, so ziskom od 15 dB do 24dB. Pre dostatočne vysokú kvalitu signálu nie je potreba používať silnejšie antény.

4 Ekonomické zhodnotenie

4.1 Použité prvky na výstavbu infraštruktúry

Tabuľka 4 – Zoznam použitých produktov

Názov	Ks/metrov	Cena /1ks	Cena spolu
MikroTik RouterBOARD RB112	2	2 420 Sk	4 840 Sk
Kryt pro router RB112	2	648 Sk	1 296 Sk
Pigtail UF.L/N female	2	160 Sk	320 Sk
Parabolická anténa JRC-24 (2 kusy)	1	4 270 Sk	4 270 Sk
Radom, plastový kryt na JRC-24	2	450 Sk	900 Sk
Konzola na upevnenie antény	2	200 Sk	400 Sk
Sektorová anténa Vector Dual 5GHz	1	3 000 Sk	3 000 Sk
Konzola na upevnenie antény	1	200 Sk	200 Sk
Kábel tienený STP CAT5	20	12 Sk	240 Sk
Ostatné príslušenstvo	1	1 000 Sk	1 000 Sk
Spolu			16 466 Sk

4.2 Náklady na výstavbu a udržovanie siete

Počiatkové náklady na nákup potrebného zariadenia na zriadenie siete sú približne 16 500 .

Ďalšou položkou je cena za poskytnutie potrebného signálu. Pre obec Mokrá Háj bude v počiatkovej fáze postačovať 5 Mbit/s, čo predstavuje približne 10 000 Sk mesačne za prenájom.

V prípade firmy Blue Computers ide o rozšírenie siete do nových oblastí, ktoré budú zabezpečovať súčasný zamestnanci. Firme nebudú vznikať nové mzdové náklady.

Ako vyplýva z podmienok poskytovania dátových služieb firmou, je potrebné aby si každý zákazník zakúpil potrebné vybavenie na vlastné náklady. Blue Computers ponúka pre tieto účely kompletné balíky, ktoré obsahujú všetko potrebné (prijímač, anténa, pigtail), prípade poskytuje odborné poradenstvo. Týmto sa náklady na zriadenie pripojenia prevádzajú na zákazníka.

Vzhľadom k narastajúcemu počtu zákazníkov bude potrebné v priebehu jedného roka pridať ďalší prístupový bod. Náklady na vybudovanie budú 10 000 Sk.

4.3 Výnosy z prevádzky siete

V prvom roku prevádzky odhadujem približne 30 nových zákazníkov, potom každý rok nových 10. Tento počet by sa mal ustáliť na približne 70 zákazníkov v obci, čo predstavuje približne jednu tretinu všetkých prípadných klientov (domácností a firiem) v obci. Firma ponúka pripojenie na Internet pomocou služby Home Internet v štyroch tarifách, v cenovom rozmedzí 416,50 Sk až 1166 Sk s DPH. (prenosová rýchlosť 512 kbps – 2048 kbps). Pre potreby domácností predpokladám nižšiu tarifu, t.j. 512 kbs/s. Mesačné výnosy z jedného zákazníka budem uvažovať priemerne 500 Sk.

Ďalším výnosom firmy z prevádzky siete je obchod obchodná marža z predaja zariadení na zriadenie pripojenia, ktoré si zákazník u firmy kúpi. Cena celého zariadenia na strane užívateľa sa pohybuje od 1500-3000 Sk, obchodná marža 300-600 Sk. Priemerný obchodnú maržu za nákup u jedného zákazníka budem uvažovať priemerne 450 Sk.

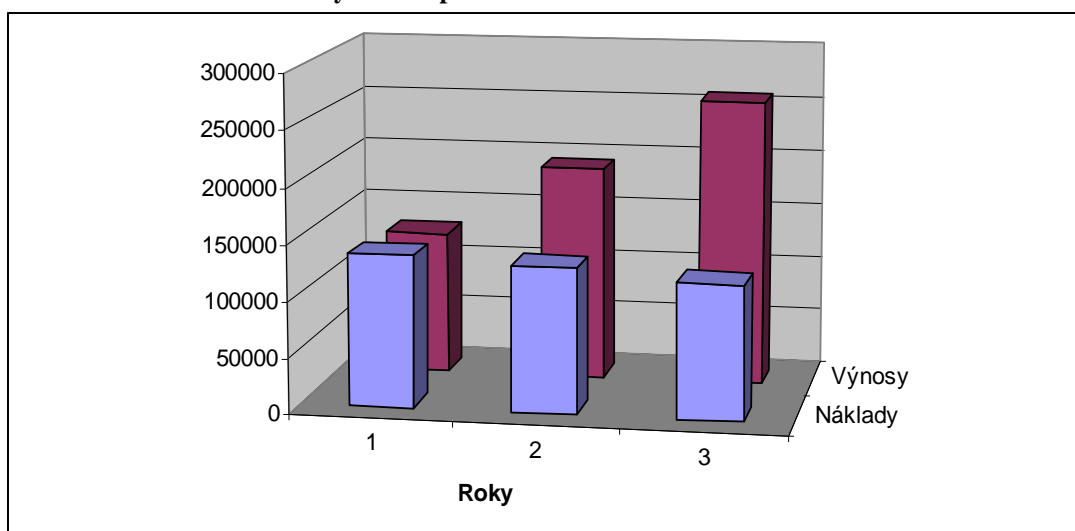
4.4 Zisk a zhodnotenie investície

V nasledujúcej tabuľke (Tabuľka 5) uvádzam kalkuláciu nákladov a výnosov v období troch rokov od vybudovania siete v obci Mokrá Háj.

Tabuľka 5 – Náklady a výnosy

Rok	1	2	3
Počet zákazníkov	20	30	40
Výnosy	129000	193500	258000
Náklady	136500	130000	120000
Zisk	-7500	63500	138000
Zisk po zdanení	-7500	51435	111780

Graf 1 - Prehľad nákladov a výnosov v priebehu troch rokov



V prvom roku prevádzky siete sú náklady vyššie ako výnosy, čo je spôsobené počiatočnými investíciami a nízkym počtom zákazníkov. Ako je vidieť z grafu, tak približne 20 zákazníkov je schopných pokryť náklady na prevádzku. Každý ďalší produkuje takmer čistý zisk pre spoločnosť, čo sa prejavuje nárastom zisku v druhom a treťom roku.

Náklady do vybudovania siete budú splatené v priebehu dvoch rokov.

5 Záver

Výsledným výstupom práce je návrh dátovej siete v obci Mokrý Háj.. Použité riešenie pomocou bezdrôtových technológií je flexibilné, a dátová sieť sa dá podľa potreby veľmi ľahko rozšíriť. Zároveň patrí k jedným z najlacnejších riešení infraštruktúry. Tým sa znižujú celkové náklady na výstavbu a udržovanie, a aj cena pre koncového užívateľa. Týmto boli splnené podmienky dostupnosti pre firmu Blue Computers, ako aj pre koncových užívateľov.

Ďalším prínosom je jednoduchosť inštalácie celej infraštruktúry. Výstavba nijako nezasiahne do krajiny obce a okolia, nie je nutné robiť žiadne výkopové práce a iné úpravy v teréne.

Investícia je zisková už po prvých rokoch prevádzkovania siete. Hromadenie zisku pre firmu znamená možnosť ďalšej investície, a zlepšenia služieb. V budúcnosti sa určite stretne s novými technológiami, ktoré umožnia modernizáciu a rozšírenie dátovej siete do ďalších oblastí.

Týmto boli splnené podmienky pre návrh siete. Návrh považujem za realizovateľný a odporúčam výstavbu siete.

Použité zdroje

1. DEBRA LITTLEJOHN SHINDER, *Počítačové sítě*,
Praha: Soft Press, 2003. ISBN: 80-86497-55-0
2. GARFINKEL, S. *Bezpečnost v UNIXu a Internetu v praxi*.
Praha : Computer Press, 1998. 948 s. ISBN: 80-7226-082-0
3. KOEHRE T., *Stavíme si bezdrátovou síť WiFi. Vyd 1.*,
Brno: Computer Press, 2004. ISBN: 80-251-0939-9
4. MINASI MARK, *PC – velký průvodce hardwarem*,
Grada Publishing, 1996. ISBN: 80-7169-178-X
5. PUŽMANOVÁ RITA, *Širokopásmové sítě*,
Brno: Computer press, 2004. ISBN:80-251-0139-8
6. SATRAPA, P. *IPv6 - Internet Protokol verze 6*.
Praha : Neocortex, 2002. 238 s. ISBN: 80-86330-10-9
7. VANĚK, J. *Obce a Internet II. Vyd. 1.*
Praha : AgAkcent, 2002. 32 s. ISBN: 80-903093-4-8 .

Zoznam skratiek

AES	- Advanced Encryption Standard
AIFS	- Arbitration Inter Frame Space
AP	- Access Point
ATM	- Asynchronous Transfer Mode
ADSL	- Asymmetric DLS
BSS	- Basic Service Set
BWA	- Broadband Wireless Access
CCK	- Complementary Code Keying
CSMA/CA	- Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
CW	- Contention Window
DCF	- Distributed Coordination Function
DFS	- Dynamic Frequency Selection
DSL	- Digital Subscribe Line
DSSS	- Direct Sequence Spread Spectrum
EES	- Earth Exploration Satellite Service
EDCF	- Enhanced DCF
ETSI	- European Telecommunications Standards Institute
FHSS	- Frequency Hopping Spread Spectrum
HCF	- Hybrid Coordination Function
HIPERLAN	- High Performance Radio LAN
IEEE	- Institute of Electrical and Electronics Engineers
IFS	- Inter Frame Space
ISDN	- Integrated Services Digital Network
IV	- Initialization Vector
MAC	- Media Access Control
OFDM	- Orthogonal Frequency Division Multiple Access
PCF	- Point Coordination Function
QoS	- Quality of Service
QPSK	- Quadrature Phase Shift Keying
SDSL	- Symmetric DSL
SRS	- Space Research Service
TKIP	- Temporal Key Integrity Protocol

TPC	- Transmission Power Control
VDSL	- Very-high-bit-rate DSL
WEP	- Wired Equivalent Privacy
Wi-Fi	- Wireless Fidelity
WiMax	- World Interoperability for Microwave Access
WMAN	- Wireless Metropolitan Network
WME	- Wireless Multimedia Extension
WLAN	- Wireless Local Area Network
WPA	- Wi-Fi Protected Access
WPAN	- Wireless Personal Area Network)

Zoznam tabuliek, obrázkov a grafov

Tabuľka 1 – Možnosti pripojenia na Internet v obci Mokry Háj.....	19
Tabuľka 2 – porovnanie noriem IEEE.....	32
Tabuľka 3 – Mapovanie priorít pre kategóriu prístupu (QoS).....	35
Tabuľka 4 – Zoznam použitých produktov.....	41
Tabuľka 5 – Náklady a výnosy	43
Obrázok 1 – Poloha obce Mokry Háj	18
Obrázok 2 – Bezdrôtové normy	28
Graf 1 - Prehľad nákladov a výnosov v priebehu troch rokov.....	43

Zoznam príloh

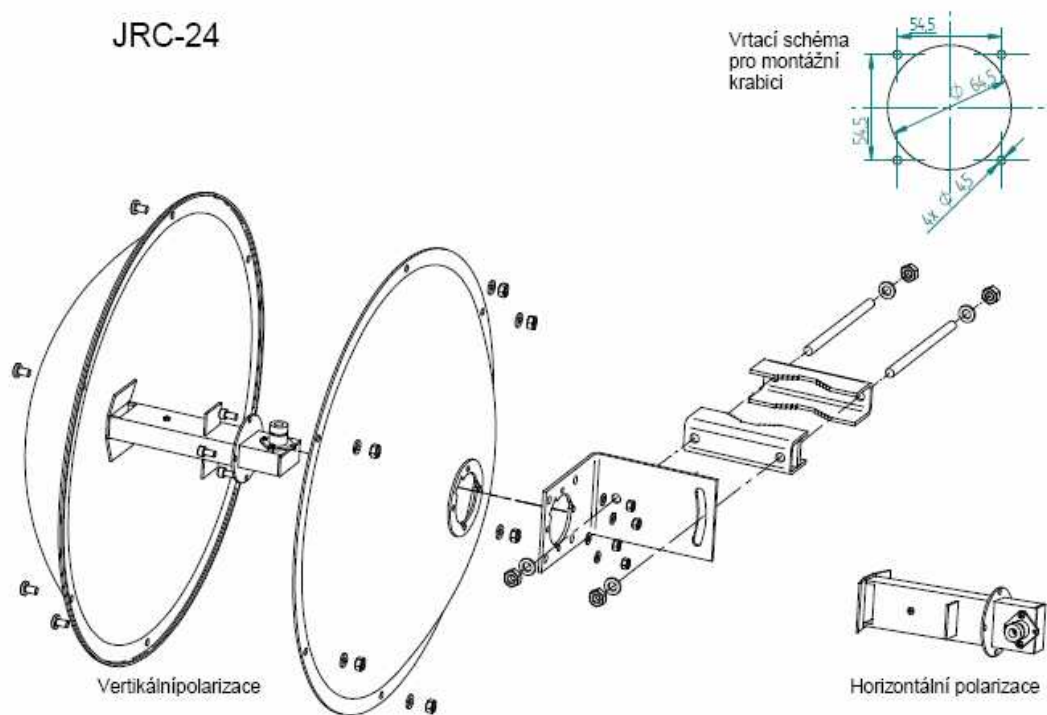
A.1 Anténa JRC-24.....	50
A.2 Mikrotik RouterBoard 112.....	51
A.3 Anténa Vector Dual	52
B.1 Pohľad na obec Mokrý Háj z miesta umiestnenia prístupového bodu.....	53
B.2 Umiestnenie prístupového bodu	53

A.1 Anténa JRC-24



Kmitočtové pásmo	5,15 – 5,85 GHz
Zisk	22 _{5,2GHz} – 23,5 _{5,8GHz} dBi
PSV 5,15 – 5,35 GHz	≤ 2
5,35 – 5,85 GHz	≤ 1,5
Vyzařovací úhel	8,8° (-3dB)
Předozadní poměr	≥ 30 dB
Polarizace	H nebo V
Konektor	N – Female
Parabola Ø	38 cm
Montáž na	Ø 32-74 mm

JRC-24

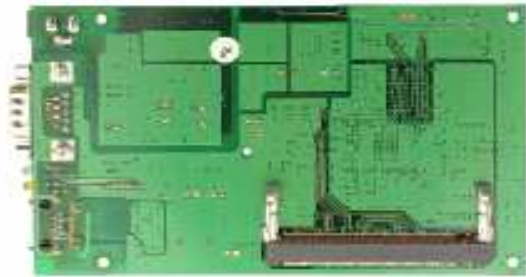


A.2 Mikrotik RouterBoard 112

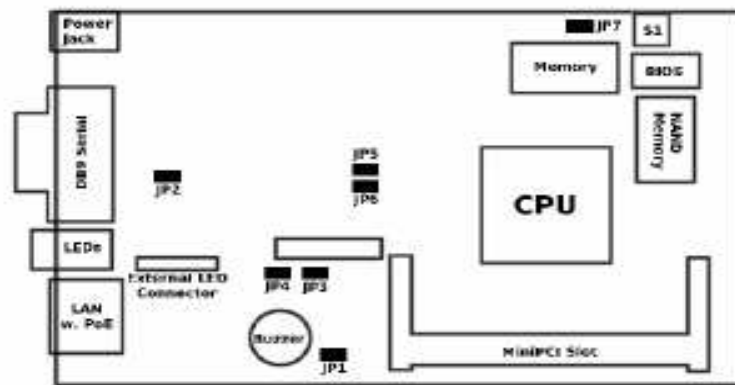
RB112:



Top view



Bottom view

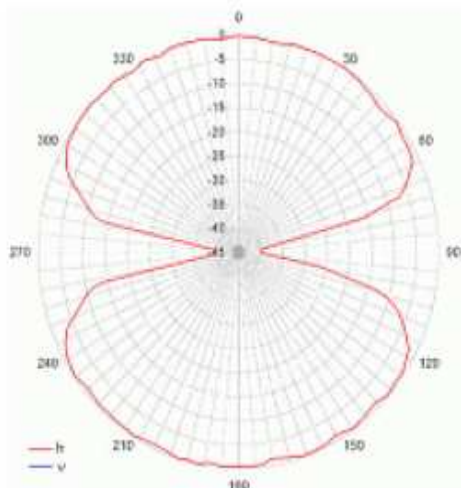


A.3 Antena Vector Dual

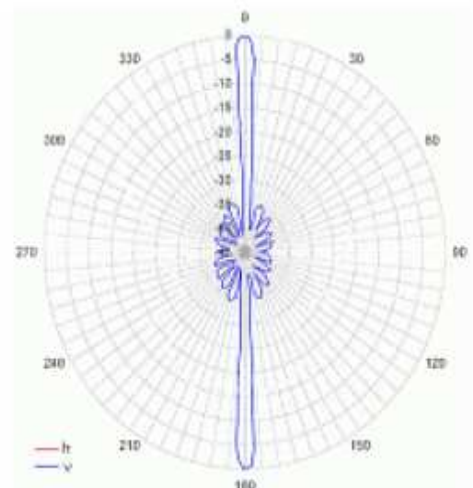


Gain	17 dBi
Frequency	2400 - 2500 MHz
Vertical beam width	4 degrees
Horizontal beam width	2 sides by 120 degrees
Impedance	50 Ohm
VSWR	1.2
Connector	N(f) socket
Dimensions	920 / 100 / 25 mm
Weight	1.8 kg
Backward radiation	-
Polarization	horizontal
Standard	Full compatibility with IEEE 802.11x
Mounting	Mast handle, diameter from 1/2 to 7/4 inch (allows full rotation).

Horizontal polarization:



Vertical polarization:



B.1 Pohľad na obec Mokry Háj z miesta umiestnenia prístupového bodu



B.2 Umiestnenie prístupového bodu

