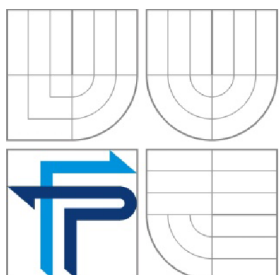




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA PODNIKATELSKÁ  
ÚSTAV INFORMATIKY**

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT  
DEPARTMENT OF INFORMATICS

## **NÁVRH ZMĚN POČÍTAČOVÉ SÍTĚ PRO TEPLÁRNY BRNO, A.S.**

DESIGN CHANGES TO A COMPUTER NETWORK FOR TEPLÁRNY BRNO, A.S.

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**MAREK PROCHÁZKA**

**VEDOUcí PRÁCE**  
SUPERVISOR

**ING. VIKTOR ONDRÁK, PH.D.**

BRNO 2009

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Procházka Marek**

---

Manažerská informatika (6209R021)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává bakalářskou práci s názvem:

**Návrh změn počítačové sítě pro Teplárny Brno, a.s.**

v anglickém jazyce:

**Design Changes to a Computer Network for Teplárny Brno, a.s.**

Pokyny pro vypracování:

Úvod  
Vymezení problému a cíle práce  
Analýza současného stavu  
Teoretická východiska řešení  
Návrh řešení  
Zhodnocení a závěr  
Seznam použité literatury  
Přílohy

Seznam odborné literatury:

- PUŽMANOVÁ, R. Bezpečnost bezdrátové komunikace – Jak zabezpečit Wi-Fi, Bluetooth, GPRS či 3G. Brno: Computer Press, 2006. 184 s. ISBN 80-251-0791-4
- ZANDL, P. Bezdrátové sítě Wi-Fi: praktický průvodce. Brno: Computer Press, 2003. 204 s. ISBN 80-7226-632-2
- PUŽMANOVÁ, R. Moderní komunikační sítě od A do Z, 2. aktualizované vydání. Brno: Computer Press, 2006. 432 s. ISBN 80-251-1278-0
- BIGELOV, S. J. Mistrovství v počítačových sítích: správa, konfigurace, diagnostika a řešení problémů. Brno: Computer Press, 2004. 992 s. ISBN 80-251-0178-9

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/2009.

L.S.

---

Ing. Jiří Kříž, Ph.D.  
Ředitel ústavu

---

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA  
Děkan fakulty

V Brně, dne 12.05.2009

## **Anotace**

Předmětem mojí bakalářské práce je analýza a návrh modernizace počítačové sítě pro přenos dat mezi jednotlivými zdroji tepla a výměňikovými stanicemi pro firmu Teplárny Brno, a.s.

## **Annotation**

The subject of my thesis is the analysis and design of upgrading the computer network to data transfer between different sources of heat and exchangers stations for the company Teplárny Brno, a.s.

## **Klíčová slova**

Ethernet, Počítačová síť, IEEE 802.11, Wi-fi, TCP/IP, zabezpečení

## **Keywords**

Ethernet, Computer network, IEEE 802.11, Wi-fi, TCP/IP, security

**Bibliografická citace práce:**

PROCHÁZKA, M. *Návrh změn počítačové sítě pro Teplárny Brno, a.s.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2009. 54 s. Vedoucí bakalářské práce  
Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 20. května 2009

---

Podpis

### **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D., za jeho cenné rady a za pomoc při vypracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Markovi Zelinkovi z firmy BMS Servis, a.s., který mi poskytl technické informace a konzultace pro vypracování této práce.

## Obsah

<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>2. CÍL PRÁCE.....</b>	<b>11</b>
<b>3. ANALÝZA A SOUČASNÁ SITUACE .....</b>	<b>12</b>
3.1. PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI .....	12
3.1.1 Základní informace .....	12
3.1.2 Historie společnosti.....	13
3.1.3 Předmět činnosti .....	14
3.1.4 Struktura akcionářů.....	15
3.1.5 Organizační struktura.....	16
3.1.6 Certifikáty a ocenění .....	17
3.2. ANALÝZA SÍTĚ .....	18
3.2.1 Komponenty systému .....	19
3.2.2 Dispečinky .....	21
3.2.3 Architektura sítě.....	25
3.2.4 Použité přenosové technologie .....	27
3.3. ZHODNOCENÍ ANALÝZY .....	34
<b>4. TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....</b>	<b>35</b>
4.1. KOMUNIKAČNÍ PROTOKOLY TCP/IP .....	35
4.2. PŘÍSTUPOVÁ METODA CSMA/CD .....	36
4.3. MIKROVLNNÉ SPOJE.....	37
4.3.1 Výhody mikrovlnných spojů .....	37
4.3.2 Základy mikrovlnného přenosu .....	37
4.3.3 Bezpečnost přenosu .....	38
4.3.4 Přenos signálu .....	38
4.3.5 1. Fresnelova zóna .....	39
4.3.6 Mikrovlnné spoje a legislativa ČR.....	40
4.4. SPOJE 10 GHZ.....	40
4.5. SPOJE WIFI 802.11X .....	41
4.5.1 Standardy IEEE 802.11.....	41



4.6.	SÍŤOVÉ MOSTY .....	42
4.6.1	Point-to-point.....	42
4.6.2	Point-to-multipoint.....	42
<b>5.</b>	<b>NÁVRH ŘEŠENÍ.....</b>	<b>43</b>
5.1.	VÝBĚR VHODNÉ TECHNOLOGIE.....	43
5.1.1	Wifi 5 GHz (802.11a) .....	44
5.1.2	Pevné spojení .....	44
5.1.3	Mikrovlnné spoje 10 GHz.....	44
5.2.	NÁVRHY MODERNIZACE JEDNOTLIVÝCH SPOJŮ.....	44
5.2.1	K2 Kamínky – K6 Labská .....	45
5.2.2	K6 Labská – CVK Svážná .....	46
5.2.3	K8 Uzbecká – CHRD Jánošíkova.....	46
5.2.4	VS Kosmákova – PK Fryčajova .....	47
5.2.5	VS Sovinec – K3 Hodonínská .....	47
5.2.6	Stamicova – Platinium Veveří .....	48
5.3.	MAPA SÍTĚ TEPLÁRNY BRNO PO MODERNIZACI .....	49
5.4.	REKAPITULACE NÁKLADŮ.....	50
5.5.	DŮVODY MODERNIZACE .....	51
<b>6.</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>52</b>
	<b>SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....</b>	<b>53</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>55</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>55</b>

## 1. Úvod

Pod pojmem počítačová síť si v dnešní době většina lidí představí propojení dvou nebo více počítačů a jejich připojení k internetu. V době, kdy je kladen důraz na co největší úsporu času a zefektivnění práce se počítačová síť používá ve stále více oborech. Proto dnes není problém koupit pračku nebo myčku s konektorem, kterým si ji připojíte do počítačové sítě a pomocí internetu si můžete spustit praní nebo zkontrolovat, zda máte v ledničce správnou teplotu. Tento trend se dostal i do automatizace a řízení měřících a regulačních zařízení tepelných zdrojů a domovních předávacích stanic. Komunikace se využívá ke vzdálenému řízení, čtení poruch, ale také ušetří technikům čas při pravidelném odpočítávání spotřeby tepla. S rostoucími připojenými body roste také nárok na kapacitu sítě, a proto je i zde třeba nezaspat dobu a využívat nejnovější technologie.

## **2. Cíl práce**

Cílem mojí práce je modernizace počítačové sítě mezi kotelny a výměňkovými stanicemi, které provozuje společnost Teplárny Brno, a.s. Na základě analýzy jednotlivých spojů chci zjistit jejich nedostatky a navrhnout způsob jejich modernizace. Cílem je najít takovou technologii, která bude spolehlivější než současné řešení, a která půjde snadno implementovat do sítě.

## 3. Analýza a současná situace

### 3.1. Představení společnosti

#### 3.1.1 Základní informace

<b>Název společnosti:</b>	Teplárny Brno, a.s
<b>Sídlo:</b>	Okružní 25, 638 00 Brno-Lesná
<b>Právní forma:</b>	akciová společnost
<b>Datum vzniku:</b>	1. 5. 1992
<b>IČ:</b>	46347534
<b>DIČ:</b>	CZ46347534
<b>Telefon:</b>	+420 545 161 111
<b>E-mail:</b>	mail@tepl-brno.cz

**Logo společnosti:**



Obrázek 1: Logo společnosti, Zdroj: [http://www.teplarny.cz/img/\\_/logotyp/2.-varianta-logo\\_jpg-pro-web.jpg](http://www.teplarny.cz/img/_/logotyp/2.-varianta-logo_jpg-pro-web.jpg)

Společnost je zapsána v Obchodním rejstříku vedeném Krajským soudem v Brně - oddíl B., vložka 786

Akciová společnost byla založena podle § 172 zákona č. 513/1991 Sb., obchodního zákoníku. Jediným zakladatelem společnosti byl Fond národního majetku ČR se sídlem v Praze 1, Gorkého nám. 32, na který přešel majetek státního podniku ve smyslu § 11 odst. 3 zák. č. 92/1991 Sb., o podmínkách převodu majetku státu na jiné osoby. [13]

### 3.1.2 Historie společnosti

*„Historii brněnského teplárenství začal psát bývalý šéfkonstruktor Křižíkova podniku Ing. Vladimír List, který působil jako profesor elektrotechnické fakulty na Vysokém učení technickém v Brně a který jako první stál u zrodu myšlenky zbudovat v Brně kombinovanou výrobu tepla a elektřiny.“<sup>1</sup>*

Brno bylo na začátku 20. Století důležitým střediskem textilního průmyslu. Byla zde řada důležitých textilních továren, které ke své výrobě nutně potřebovaly teplo a páru. Podniky v té době spotřebovaly dokonce více páry než tehdejší New York. Spotřeba energií stále rostla a podniky musely tuto situaci řešit. Uvažovali o výstavbě vlastní elektrárny. Tento návrh ale byl ve srovnání s návrhem Ing. Lista méně efektivní. Listův návrh byl přijat správní radou Západosmoravských elektráren a byly zahájeny přípravné práce.

Před započítím práce bylo nutné vyřešit schéma teplárny, určit její výkonovou charakteristiku, tlaky a teploty, se kterými bude teplárna pracovat. Vybrat se muselo zařízení, které pracovalo s co nejvyššími tlaky, teplotami, a které bylo bezpečné a spolehlivé. Vítězné řešení teplárny se později stalo základem pro stavbu dalších podobných zařízení na území Československa.

Další věcí bylo zajistit finance na tento projekt. Západosmoravské elektrárny takovou částkou nedisponovali a museli si tedy vzít úvěr ve výši 50 milionů Kč od Zemské hypoteční banky moravské v Brně.

S výstavbou teplárny nebyly v tehdejším Československu žádné zkušenosti a byla tedy přizvaná firma R.O. Mayer z Hamburku ke konzultaci. Práce byly zahájeny prvními výkopy 1. Dubna 1929 na ulici Špitálka. Teplárna byla spuštěna po 20ti měsících po započítí prací. Na ulici Špitálka vznikla teplárna se 4 kotli o celkovém výkonu 185t/hod, dvě protitlaké turbíny a jedna kondenzační turbína. Dále se muselo vystavět parní potrubí, které měřilo 5,6 km. V roce 1930 teplárna zásobovala párou 8 textilních továren. Záměr Ing. Vladimíra Lista se stal skutečností a Brno se mohlo chlubit první moderní teplárnou svého druhu v Československu. Teplárna byla schopna

---

<sup>1</sup> Teplárny Brno. *Historie společnosti*. [online]. [cit 2009-03-02]. Dostupné z: <http://www.teplarny.cz/?page=historie>

využít až 80% energie uvolněné při výrobě tepla. Další výhodou bylo, že nad Brnem zmizelo mnoho továrních komínů a tím se výrazně zlepšilo životní prostředí.

Od té doby prošlo Brněnské teplárenství mnohými etapami a řadou vlastníků. Několikrát změnili i svoji právní formu. To ale nic nezměnilo na tom, že se stále připojovali noví uživatelé, úřady, firmy a nemocnice. Toto rozšiřování mělo za následek rozšiřování tepelné sítě, investice do nových rozvodů tepla a nových budov. Časem byla pára a teplá voda přivedena do všech městských částí. Dnes se společnost Teplárny Brno, a.s. stará o dodávku tepla pro celé Brno. [9]

### 3.1.3 Předmět činnosti

Hlavním předmětem podnikání společnosti Teplárny Brno, a.s. je:

- Výroba tepelné energie
- Rozvod tepelné energie
- Výroba elektřiny
- Obchod s elektřinou

Společnost podniká na základě licencí udělených Energetickým regulačním úřadem podle zákona č. 458/2000 sb., energetický zákon v platném znění.

Společnost je držitelem následujících licencí: [10]

- **Licence č. 310 101 346 – skupina 31 výroba tepelné energie,** č.j. P4197/2001/300 ze dne 5.11.2003, s termínem zahájení licencované činnosti 1.12.2001 a koncem platnosti licence 16.12.2026 včetně.
- **Licence č. 320 100 888 – skupina 32 rozvod tepelné energie,** č.j. P4198/2001/300 ze dne 16.11.2001, s termínem zahájení licencované činnosti 1.12.2001 a koncem platnosti licence 16.12.2026 včetně.
- **Licence č. 110 100 887 – skupina 11 výroba elektřiny,** č.j. P4196/2001/300 ze dne 28.12.2001, s termínem zahájení licencované činnosti 28.11.2001 a koncem platnosti licence dne 13.12.2026 včetně.

- **Licence č. 140 705 320 – skupina 14 obchod s elektřinou,** č.j. 02119-24/2007-ERU ze dne 21.6.2007, s termínem zahájení licencované činnosti 25.6.2007 a koncem platnosti licence dne 25.6.2012 včetně.

Společnost je držitelem této koncese: [10]

- Výroba tepelné energie a rozvod tepelné energie, nepodléhající licenci realizovaná ze zdrojů tepelné energie s instalovaným výkonem jednoho zdroje nad 50 kW, č.j. ZUMB/16593/2008/Muz/8 ze dne 24. 6. 2008, s termínem zahájení provozované koncese od 24. 6. 2008, s platností na dobu neurčitou.

### 3.1.4 Struktura akcionářů

Výše upsaného základního kapitálu společnosti činí celkem 885 650 000,- Kč.

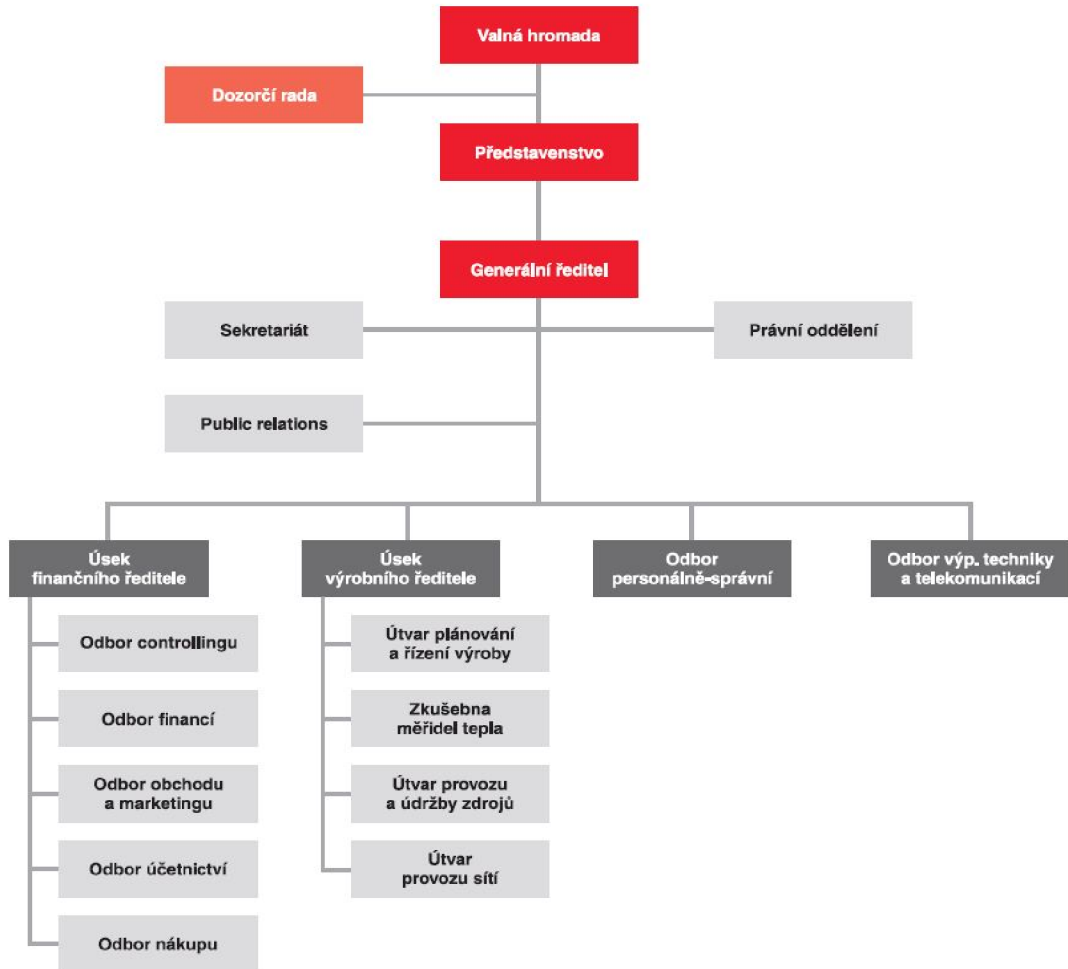
Jediným akcionářem a tedy 100% vlastníkem společnosti je společnost TEZA Holding a.s. Celková hodnota akcií je 885 650 000 Kč a jsou rozděleny na 10 ks akcií. Tyto akcie nejsou obchodovatelné na burze cenných papírů v Praze, ani v RM-Systému. [11]

#### 3.1.4.1 Údaje o cenných papírech

Forma:	na jméno
Podoba:	listinné
Jmenovitá hodnota:	88 565 000,- Kč / 1 akcii
Celková hodnota:	885 650 000,- Kč

### 3.1.5 Organizační struktura

Organizační struktura společnosti Teplárny Brno, a.s. je určena organizačním řádem a organizačním schématem a je členěna takto: [12]



Obrázek 2: Organizační schéma, Zdroj: [http://www.teplarny.cz/?download=/\\_vyrocni-zpravy/vz\\_teplarny\\_brno\\_2006\\_2007\\_low.pdf](http://www.teplarny.cz/?download=/_vyrocni-zpravy/vz_teplarny_brno_2006_2007_low.pdf)

Zajištění konektivity a správu jednotlivých spojů mezi předávacími stanicemi a kotelny v městě Brno zajišťuje Útvar provozu a údržby zdrojů a Útvar provozu sítí.



### 3.1.6 Certifikáty a ocenění

Společnost se dostala do finále ankety Brno Top 100, kterou vyhlašuje brněnský magazín Brno Business a získala v letech 2003-2008 ocenění pro společnost roku.

Dále je firma držitelem osvědčení „Bezpečný podnik“. Firma při své činnosti dbá na životní prostředí a snaží se dopady na něj minimalizovat. Firma splňuje všechny předpisy a požadavky EU a z nich vycházející ustanovení, které požaduje česká legislativa.[8]



Obrázek 3: Logo bezpečný podnik, Zdroj: [http://www.teplarny.cz/img/certifikaty/logo\\_bp.gif](http://www.teplarny.cz/img/certifikaty/logo_bp.gif)

### 3.2. Analýza sítě

Řídicí systém Metasys firmy Johnson Controls řeší centrální dispečerské řízení velkého množství kotelen a výměňkových stanic na území města Brna spravovaných akciovou společností Teplárny Brno. Dále síť slouží k přenosu dat z měřičů spotřeby tepla v bytových domech, které jsou do sítě připojeny.

Celkový počet spravovaných zdrojů:

- 200 ks velkých tepelných zdrojů o výkonu od 3 do 10 MW
- 350 ks malých domovních zdrojů o výkonu do 1 MW

Řízení tohoto velkého množství tepelných zdrojů a komunikační spojení mezi jednotlivými zdroji s využitím převážně bezdrátové komunikace zajišťuje v současnosti firma BMS Servis, a.s.

Budování komunikační sítě probíhá od roku 1996 na základě požadavku TEZA Brno, a.s. V současné době je systém Metasys zcela funkční a plní dispečerskou funkci nad všemi tepelnými zdroji.

Budování dispečerského systému bylo rozloženo do několika etap:

- Vybrané tepelné zdroje byly osazeny systémem měření a regulace Johnson Controls Metasys tak, že pracovaly v autonomním režimu
- Vybudování sítě vysokorychlostní komunikace a vytvoření pěti dispečerských pracovišť; napojení zdrojů osazených systémem Metasys na dispečerská pracoviště; instalace regulátorů Johnson Controls podporující komunikaci; nasazení mikrovlňných zařízení na kmitočtu 2,4 GHz
- Průběžné dovybavení dalších zdrojů regulací Johnson Controls a její napojení na dispečerská pracoviště, tj. současný stav
- Sjednocení dispečerských pracovišť do jednoho hlavního centra na ulici Špitálka

### 3.2.1 Komponenty systému

Architektura sítě Metasys obsahuje několik následujících základních komponentů.

#### 3.2.1.1 Síťové řídicí jednotky NCU

Síťové jednotky jsou vytvořeny z programovatelného řídicího modulu NCM361 určeného pro řízení komunikací a procesů, napájecích modulů a funkčních I/O modulů, které jsou zasazeny do základního rámu a mezi sebou propojeny. [16]

- NCM361 koordinuje a hlídá veškeré objekty a regulační obvody, které jsou napojeny na komunikační sběrnici N2-BUS. NCM nekonfigurovatelný jako tzv. síťový port umožňuje propojení sítě Metasys s jinou počítačovou sítí.
- V paměti NCM361 se nacházejí programy, databáze s texty a zaznamenané hodnoty a stavy dat
- Všechny funkce managementu, jako časové plány, zaznamenávání dat, omezování spotřeby, ochrana hesly, správa poruch a hlášení pracují samostatně bez obslužné stanice OWS.
- Je zde uplatněna decentralizovaná struktura (dynamický přístup k datům), která umožňuje přístup z každého síťového řídicího modulu k dalším datům v síti i k necentrálním funkcím jako je ochrana hesly nebo správa alarmových hlášení a řízení.
- Přístup do NCM se fyzicky uskutečňuje pomocí notebooku, kde je možné pracovat se stejným obslužným menu včetně grafického zobrazení jako u OWS.

NCU tvoří v podstatě komunikační rozhraní mezi horní vrstvou N1-LAN a dolní vrstvou N2-BUS.

#### 3.2.1.2 Síťové rozšiřující jednotky NEU

Jsou tvořeny ze stejných komponentů jako NCU a zabezpečují pro NCU další kapacitu pro zpracování dat.

### 3.2.1.3 Digitální regulátory řady DX-9100

Rozšířený regulátor DX-9100 zajišťuje přesné přímé digitální řízení i programové logické řízení vícestupňových kotelen a tepelných zdrojů.

DX-9100 zpracovává přijímané analogové a digitální signály a pomocí dvanácti víceúčelových programovatelných funkčních modulů, softwarově vytvořeného logického kontroléru (PLC), modulů časových programů a modulů pro optimální start/stop vytváří v závislosti na konfiguraci požadované výstupy, operační parametry a logické funkce. [16]



Obrázek 4: Digitální regulátor DX-9100

DX-9100 má dvě komunikační připojení:

- První se nazývá sběrnice N2-BUS a je použita jako rozhraní pro dohlížecí systém
- Druhé připojení se nazývá sběrnice XT-BUS a používá se k rozšíření počtu vstupů a výstupů regulátoru

Konfigurace regulátoru se provádí pomocí osobního počítače s grafickým konfiguračním software GX-9100, který dodává firma Johnson Controls. Novější 3. verze regulátoru přidává možnost komunikace typu peer-to peer (každý s každým) a dále schopnost automatického hlášení alarmových stavů. Tyto vlastnosti zajišťuje síť – sběrnice LonWorks, jež je součástí standardu LonMark™. [16]

#### ***Síť LonWorks***

Tato komunikace umožňuje pomocí více regulátorů vykonávat komplexní řídicí činnost, aniž by bylo nutné využívat dohlížecí funkce řídicí síťové jednotky NCM. LonWorks propojuje jednotlivé regulátory verze 3. Umožňuje jim předávat si mezi

sebou data a posílat data inicializovaná událostmi do síťového řídicího modulu NCM361. Místo klasické sběrnice N2 je užitá sběrnice N2 LonWorks. Dále je nutné vybavit jednotku NCM361 řídicí kartou LonWorks. [16]

#### 3.2.1.4 **Operátorské pracovní stanice a síťové terminály OWS**

Operátorské pracovní stanice a síťové terminály OWS umožňují prohlížení současného stavu systému, programování nebo vyhledávání a archivaci dat.

OWS tvoří klasický PC (nebo jejich soustava) pracující na rozhraní Microsoft Windows XP. Zpracování informací se uskutečňuje vizuální a zvukovou výstrahou s automatickým vyvoláním příslušného obrazu (např. okna s alarmovým hlášením). Všechna hlášení jsou zapisována ve standardizovaných formátech a nabízejí tím možnost dalšího zpracování ve vlastních programech uživatele (operátora), jako je například Microsoft Excel. Operátorské stanice mohou mezi sebou komunikovat prostřednictvím rozhraní ethernet.

Operátorské stanice obsahují globální data pro provoz v reálném čase a zabezpečují záložní uložení historických dat a archivních databází

#### 3.2.1.5 **N1-LAN a N2-BUS**

N1-LAN a N2-BUS jsou dvě sítě spojující všechny komponenty jmenované v této kapitole dohromady.

N1-LAN tvoří bezdrátová Ethernetová síť tvořená pomocí mikrovlnných pojítek.

N2-BUS tvoří sběrnice podle normy RS-485 a její převážná část je zajištěna pomocí radiomodemů RDT.

### 3.2.2 **Dispečinky**

Uvedení dispečerského systému Metasys do provozu znamenalo obrovský přínos. Jeho základní vlastností je přenos systémových informací v síti bez centralizovaného řízení. Je to složitý systém, snadno použitelný vyškolenými zaměstnanci. Tento systém umožňuje okamžitou kontrolu a následnou změnu hodnot regulátoru na jakémkoliv tepelném zdroji v reálném čase, a to z kteréhokoliv dispečerského pracoviště či přístupového bodu. Veškerý přenos probíhá on-line.

### 3.2.2.1 Rozdělení

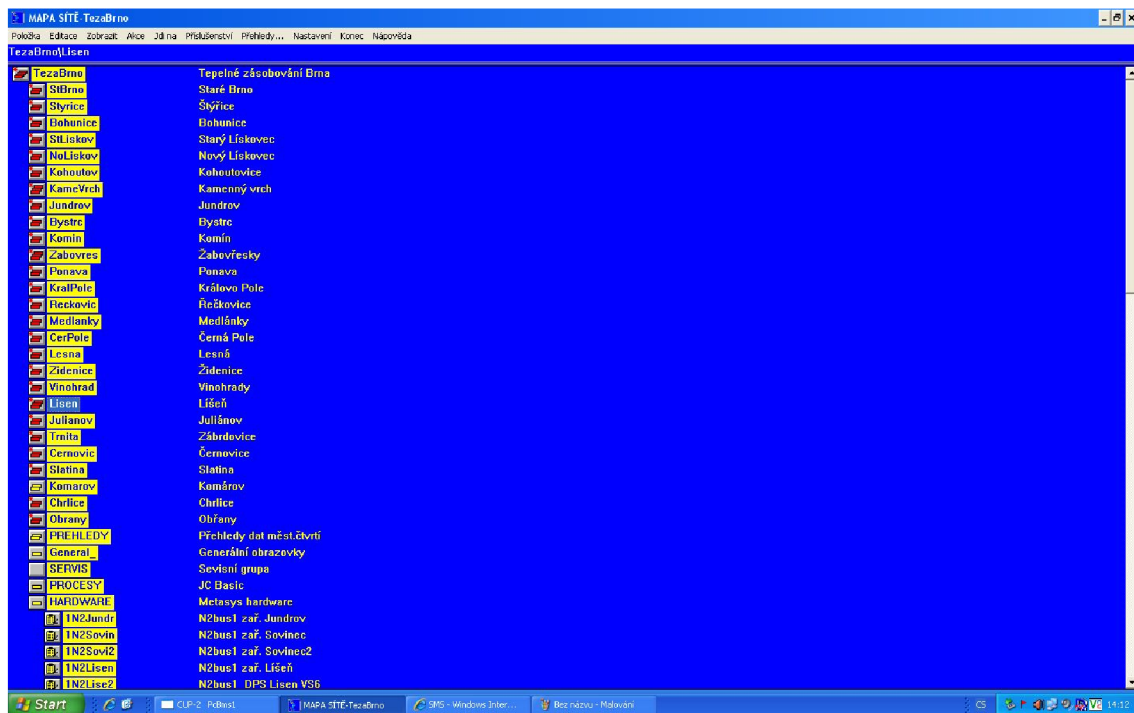
Při budování sítě byla všechna dispečerská pracoviště rozdělena na pět provozních míst, která po dobu běžné pracovní doby řídila svůj svěřený okruh zdrojů. Noční provoz byl potom zajišťován pouze ze dvou pracovišť a to z ředitelství Tepláren Brno na Hlinkách a z centrály Kamenný Vrch.

V současné době přebralo funkci všech dispečerských pracovišť jedno nové pracoviště na ulici Špitálka.

### 3.2.2.2 Funkce a možnosti dispečinku

Dispečerské pracoviště tvoří operátorské pracovní stanice OWS systému Metasys. Operátorské rozhraní je založeno na operačním systému Microsoft Windows XP. Veškerá technologie je logicky zorganizovaná a zobrazena pomocí barevné dynamické grafiky a snadno použitelných textů tak, aby dispečer měl před sebou reálný obraz daného zdroje. Tato myšlenka je vedena skutečností, že při odstraňování poruchy, tzn. při přímé komunikaci s provozním technikem v kotelně nebo výměníku je orientace obou pracovníků velmi jednoduchá.

Na následujícím obrázku je hlavní obrazovka obslužného software OWS. Je zde vidět rozdělení sítě do jednotlivých oblastí, které lze dále myší rozkliknout a dostat se až ke konkrétnímu tepelnému zdroji.

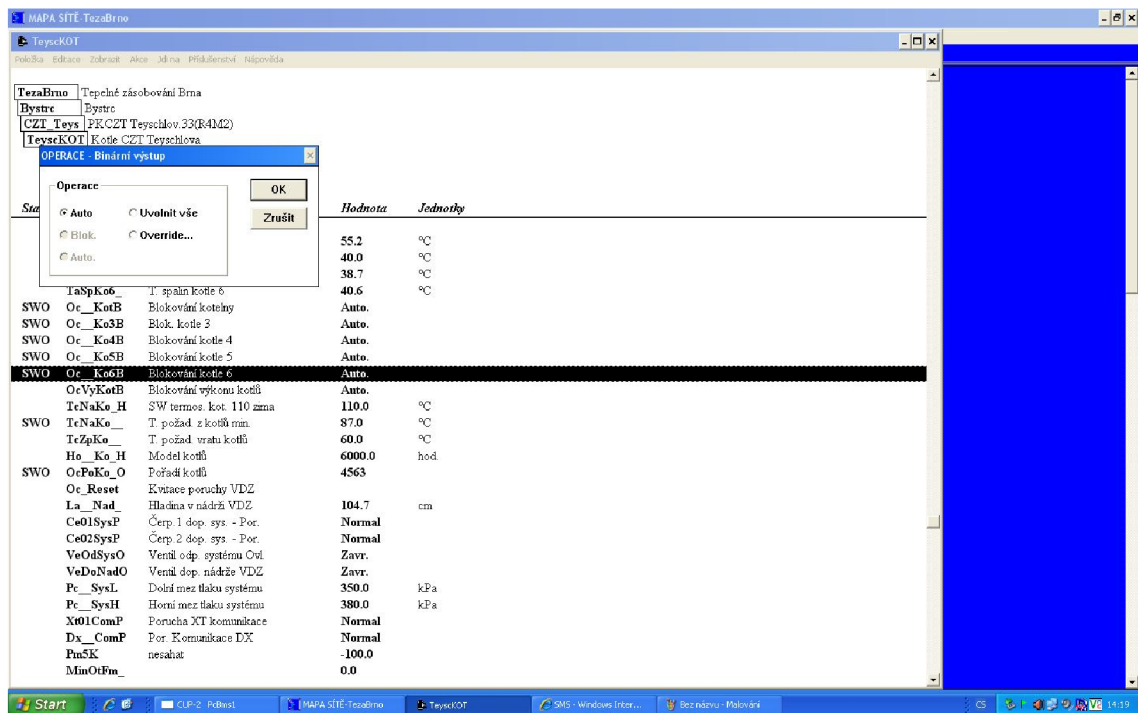


Obrázek 5: Hlavní obrazovka OWS

### 3.2.2.3 Výhody a možnosti dispečinku

Operátoři vidí celý systém správy technického zařízení v jednom pohledu – které systémy obsluhují které zdroje, které zóny jsou v provozu nebo poruše atd. Nalezení cesty k požadované informaci je jen záležitostí použití myši k určení konkrétního zdroje a zmáčknutí tlačítka. Není nutné se prodírat přes časově náročné série obrazovek, protože operátor se může dostat přímo na libovolnou úroveň informací a zobrazit je.

Na obrázku je znázorněn pohled na jednotlivé hodnoty online ze zařízení umístěných v kotelně CZT Teyschlova v městské části Bystrc. V této části lze změnit libovolnou hodnotu v regulátoru DX-9100.



Obrázek 6: Nejnižší úroveň obslužného software OWS

### 3.2.2.4 Jednotlivé funkce

Kromě výše uvedených funkcí síť Metasys využívá a prostřednictvím dispečinku nabízí další funkce, které lze vyvolat na hlavní obrazovce obslužného software:

- **Historie bodu** – pro všechny analogové vstupní body se ukládají v síťové řídicí jednotce NCU analogové hodnoty posledních 24 hodin vzorkované po 30 minutách.
- **Uživatelské trendy** – na vybrané body a skupiny bodů ve volitelných intervalech, s volitelnou pevnou dobou nebo volitelným počtem vzorků.
- **Sofistikovaná správa alarmů** – rozšiřuje priority a zobrazuje nejdříve nejdůležitější alarmy. Navíc, protože jsou některá hlášení důležitá pouze pro některé dispečinky, směřuje síť Metasys různá hlášení na různá cílová zařízení.
- **Ochrana heslem** – bezpečnost sítě a pracovních stanic je zajištěna pěti úrovněmi přístupového hesla. Přístup pomocí hesel je neměnný v celé síti. Operátoři používají stejná hesla, mají přístup na stejná místa nezávisle na tom, ze kterého místa se připojují.



- **Monitorování činnosti operátora** – zaznamenávají se všechny akce podniknuté na operátorské stanici, jak byla zařízení spuštěna a odstavena nebo ručně přeřizena, kde byla přijata poplachová hlášení, kdy byly změněny body nastavení, kdy se operátor přihlásil nebo odhlásil pod svým heslem.

Dispečerské pracoviště je zastupitelné, tzn., že je možno provádět na jakémkoliv zdroji řízeném z dispečinku jakoukoliv změnu hodnot v jakémkoliv regulátoru v síti.

### 3.2.3 Architektura sítě

Na základě prostorového rozmístění jednotlivých zdrojů a dispečinku je síť rozdělena na 64 lokalit. Každá lokalita je osazena jednou síťovou řídicí jednotkou NCU s modulem NCM361. Těchto 64 lokalit spolu s dispečerskými stanicemi OWS tvoří informační síť N1-LAN.

#### 3.2.3.1 Základní popis

Jedná se o bezdrátovou ethernetovou síť, která je vytvořena pomocí mikrovlnných pojítek nahrazující kabelové propojení dvou bodů (point-to-point). Ačkoliv vlastní přenos probíhá vzduchem, uspořádání není zcela bezdrátové. Jednotlivé segmenty sítě jsou k bezdrátovému vysílači obvykle připojeny kabelem.

Vzhledem k dlouhé době budování sítě, jsou použita různá mikrovlnná zařízení. Nejedná se ani tak o jiné výrobce, ale o použité technologie. V původní síti bylo spojení realizováno pomocí zařízení pracujícím v pásmu 2,4 GHz. Postupem času se některé hlavní body nahradily modernějším zařízením. Hlavní spoje jsou zajištěny mikrovlnnými pojítky pracující v placeném pásmu na frekvenci 18 GHz, některé další vystřídala technologie ve volném pásmu 10 GHz.

#### 3.2.3.2 Architektura N1-LAN

Jednotlivé mikrovlnné prvky nám zabezpečují bezdrátové propojení a tok informací mezi jednotlivými segmenty sítě LAN, kterou v našem případě tvoří síť Metasys. Pro přenos dat v síti LAN mezi mikrovlnnými spoji na frekvenci 2,4 GHz je použita architektura 802.11b. Přístup k médiu zajišťuje metoda CSMA/CD a přenos dat zajišťuje protokol TCP/IP.

Komunikace probíhá na principu klient-server. Jde o serverově založenou síť LAN s topologií hvězdy. Hlavní serverová místnost je umístěna v provozu na ulici Špitálka, kde je také hlavní dispečerské pracoviště. Pracovní stanice (PC) požadují od serveru služby, přístup k souborům nebo k programům jednotlivých modulů (pomocí protokolu FTP) a provádí správu sítě (pomocí protokolu Telnet). Na serverech běží software se síťovým operačním systémem METASYS. Na pracovních stanicích běží klientský software Windows XP.

### 3.2.3.3 Přístupová metoda

V síti je použita přístupová metoda CSMA/CD. Síť kontroluje přístup tím, že požaduje po všech stanicích, aby naslouchaly na přenosovém médiu a čekaly, až žádná jiná stanice nebude vysílat. Jakmile je síťové medium volné, stanice může začít vysílat data. Jestliže se jiná stanice pokusí vysílat ve stejné chvíli a vysílání zkoliduje, počítače to zjistí (detekce kolize), vyčkají náhodně zvolenou chvíli a pokusí se znovu o vysílání. Stanice s nejkratší náhodnou časovou periodou začne vysílat jako první.

### 3.2.3.4 Komunikační protokoly

Pro přenos dat a komunikaci v síti používá Metasys některé ze sady síťových protokolů TCP/IP. Jedná se o protokoly SNMP, Telnet, FTP (aplikační vrstva) a pro doručování paketů protokol TCP a IP (přenosová a síťová vrstva).

### 3.2.3.5 IP adresy

Každé zařízení v síti N1-LAN (PC, NCU) má pro zajištění přenosu dat a směrování v síti svou jedinečnou IP adresu. V síti se používá IP adresa třídy B, která je vhodná pro středně velké sítě s větším množstvím stanic.

V síti se používají adresy s těmito vyhrazenými číselnými řadami:

Síťové řídicí jednotky NCU:	192.168.12.1 – 192.168.12.254
Pracovní stanice OWS (PC):	192.168.13.1 – 192.168.13.254
Pracovní stanice OWS (Notebooky):	192.168.14.1 – 192.168.14.254
Aplikační server SQL:	192.168.4.140
Server MWA	192.168.4.90

### 3.2.4 Použité přenosové technologie

Vzhledem k neustálému vývoji a rozšiřování je síť nejednotná a je v ní použito mnoho mikrovlnných technologií. V době vzniku sítě se veškeré spoje budovali zařízením wifi, která pracovala ve volném pásmu na frekvenci 2,4 GHz. V té době nebyla z důvodu vysokých pořizovacích nákladů tato technologie rozšířená a spoje nebyly rušeny. Postupem času byla většina zařízení pracujících na frekvenci 2,4 GHz nahrazena modernějšími spoji ve volném pásmu 10 GHz a páteřní uzly budovány spoji v placeném pásmu na frekvenci 18 GHz. V síti se vyskytuje jeden spoj mezi hlavním dispečinkem na ulici Špitálka a provozem Staré Brno na ulici Rybářská, který je proveden technologií v licencovaném pásmu 23 GHz. Tento spoj byl použit, protože pro frekvenci 18 GHz nebylo volné žádné pásmo.

Hlavní spojovací bod pro celé Brno je na ulici Stamicova. Na střeše bytového domu jsou umístěny směrové antény a je zde místnost s datovými rozvaděči a switchi, které řídí přenos dat. Další klíčový bod je na ulici Špitálka, kde se nachází hlavní síťové servery a dispečerské pracoviště. Z těchto stěžejních bodů je síť rozvedena do dalších lokalit města Brna.

#### 3.2.4.1 Páteřní uzly sítě

Síť mezi tepelnými zdroji je rozdělena do devíti páteřních uzlů. Tyto uzly jsou spojeny mikrovlnnými pojítky pracující v licencovaném pásmu 18 GHz. Tyto spoje zabezpečuje moderní zařízení od Švédské společnosti NERA Networks. Jedná se o sérii Evolution METRO s přenosovou rychlostí 150 Mbit/s. Toto zařízení umožňuje sestavit spoj při přímé viditelnosti až na vzdálenost 30 km. Za každý tento spoj platí Teplárny Brno, a.s. měsíční poplatek 4300 Kč.

Toto zařízení bylo vybráno zejména díky své spolehlivosti. Pro každý spoj je rezervovaný kanál od ČTÚ a ten nemůže nikdo jiný používat. Nemůže tedy docházet k rušení. Z hlediska bezpečnosti je toto zařízení také na vysoké úrovni. Pokud by chtěl potencionální útočník odposlouchávat přenos dat, musel by si pořídit stejné zařízení umožňující pracovat v pásmu 18 GHz a poté dešifrovat data. Vzhledem k vysoké pořizovací ceně těchto zařízení a množství vynaloženého času by měly získaná data minimální hodnotu v porovnání s vynaloženým úsilím a náklady.

V následující tabulce je seznam spojů pracujících v pásmu 18 GHz.

<b>Spoj</b>	<b>Frekvence</b>	<b>Rychlost</b>
Stamicova – VS Kosmákova	18 GHz	150 Mbit/s
Stamicova – Hlinky	18 GHz	150 Mbit/s
Stamicova – Okružní 25 (Sídlo společnosti)	18 GHz	150 Mbit/s
Stamicova - HO15 Bieblova	18 GHz	150 Mbit/s
Okružní – DÚ Janouškova	18 GHz	150 Mbit/s
Okružní – Špitálka 6 (provoz Špitálka)	18 GHz	150 Mbit/s
Špitálka 6 – Cimburkova 2 (provoz Červený mlýn)	18 GHz	150 Mbit/s
Špitálka 6 – Obřanská 60 (Provoz Brno-Sever)	18 GHz	150 Mbit/s
Špitálka 6 – Rybářská 4 (provoz Staré Brno)	18 GHz	150 Mbit/s

Tabulka 1: Spoje v pásmu 18 GHz



Obrázek 7: Zařízení NERA Networks Evolution Metro, Zdroj: <http://www.bezdratove-telekomunikace.cz/picture/shop/zbozi/big/NEVOLUTION.jpg>

#### 3.2.4.2 Spoje na frekvenci 10 GHz

Z hlavních bodů, které propojují mikrovlnná pojítka na frekvenci 18 GHz, jsou spoje do dalších lokalit realizovány zařízeními, která pracují na frekvenci 10 GHz. Tyto spoje zabezpečuje zařízení od společnosti Alcoma. Jde o typ AL10F. Toto zařízení pracuje v nelicencovaném pásmu na frekvenci 10,3-10,6 GHz a dosahuje maximální

přenosové rychlosti až 155 Mbit/s do vzdálenosti 5 km. S rostoucí vzdáleností dochází ke zpomalení přenosu dat.

Toto zařízení je vhodné zejména díky spolehlivosti, kterou původní spoje v pásmu 2,4 GHz kvůli jejich rušení přestávaly plnit. Proto se touto technologií postupem času nahrazují zastaralá zařízení pracující na frekvenci 2,4 GHz.

<b>Spoj</b>	<b>Frekvence</b>	<b>Rychlost</b>
Stamicova – CZT Teyschlova	10 GHz	až 155 Mbit/s
Stamicova – VS Elišky Krásnohorské	10 GHz	až 155 Mbit/s
Stamicova – VS12 Kubíkova	10 GHz	až 155 Mbit/s
VS 12 Kubíkova – VO03 Čejkovická	10 GHz	až 155 Mbit/s
VO03 Čejkovická – VS4 Elplova	10 GHz	až 155 Mbit/s
Stamicova – POS3 Plovdivská	10 GHz	až 155 Mbit/s
E1 Jasanová – K2 Pastviny	10 GHz	až 155 Mbit/s
K2 Pastviny – PK6 Opálkova	10 GHz	až 155 Mbit/s
PK6 Opálkova – PK5 Laštůvkova	10 GHz	až 155 Mbit/s
PK6 Opálkova – PK-V1 Renčova	10 GHz	až 155 Mbit/s
PK-V1 Renčova – HB1 Herčíkova	10 GHz	až 155 Mbit/s
PK-V1 Renčova – HO15 Bieblova	10 GHz	až 155 Mbit/s
HO15 Bieblova – HO13 Třiskalova	10 GHz	až 155 Mbit/s
VS Kosmákova – VS Sovinec	10 GHz	až 155 Mbit/s
VS Sovinec – K7 Prostějovská	10 GHz	až 155 Mbit/s
VS Kosmákova – VS Souběžná 21	10 GHz	až 155 Mbit/s
K1 Kamínky – HO15 Bieblova	10 GHz	až 155 Mbit/s
VS Sovinec – K8 Uzbecká	10 GHz	až 155 Mbit/s

Tabulka 2: Spoje v pásmu 10 GHz



Obrázek 8: Zařízení Alcoma AL10F, Zdroj: <http://www.ibsvracov.cz/system/files/u2/alcoma.jpg>

### 3.2.4.3 Spoje 2,4 GHz

Tyto spoje jsou v síti nejstarší. Původně byla síť navržena a zkonstruována mikrovlnnými pojítky pracujícími v pásmu 2,4 GHz a byla použita architektura 802.11 a 802.11b. Tyto spoje zabezpečovalo zařízení Cisco Airlan 340 a směrové antény od stejného výrobce. Síť se na této technologii začala budovat v roce 1996. Při vzniku bylo toto pásmo díky vyšším cenovkám těchto zařízení téměř volné a nedocházelo k žádnému rušení. Ovšem s klesající cenou a dostupností zařízení se spoje v tomto pásmu začaly rozšiřovat a docházelo k negativním vlivům a rušení. Proto se tyto body musely postupně nahrazovat modernější technologií v pásmech, která umožňovala bezproblémový provoz.

V současné době je většina spojů nahrazena mikrovlnnými pojítky, která pracují v pásmech 10 GHz, 18 GHz a 23 GHz. Ovšem některé spoje zůstaly stále původní. Těmito body, které jsou vypsány v následující tabulce, se budu dále zabývat při návrhu na modernizaci sítě.

<b>Spoj</b>	<b>Frekvence</b>	<b>Rychlost</b>	<b>Vzdálenost</b>
Stamicova – K1 Vaňhalova	2,4 GHz	10 Mbit/s	400 m
Stamicova – Platinum, Veverčí	2,4 GHz	10 Mbit/s	4000 m
K2 Kamínky – K6 Labská	2,4 GHz	2 Mbit/s	835 m

K6 Labská – CVK Svážná	2,4 GHz	2 Mbit/s	997 m
K6 Labská – K1 Dunajská	2,4 GHz	10 Mbit/s	720 m
K6 Labská – K17 Kyjevská	2,4 GHz	10 Mbit/s	900 m
K12 Švermova – K23 Spodní	2,4 GHz	10 Mbit/s	570 m
VS Sovinec – K3 Hodonínská	2,4 GHz	2 Mbit/s	2180 m
K8 Uzbecká – K3 Ukrajinská	2,4 GHz	10 Mbit/s	500 m
K8 Uzbecká – CHR D Jánošíkova	2,4 GHz	10 Mbit/s	7120 m
K2 Pastviny – K7 Řezáčova	2,4 GHz	10 Mbit/s	630 m
PK6 Opálkova – PK2 Valouškova	2,4 GHz	10 Mbit/s	960 m
VS Kosmákova – PK Fryčajova	2,4 GHz	2 Mbit/s	3450 m
VS4 Elplova – VS5 Kotlanova	2,4 GHz	10 Mbit/s	270 m
VS Sovinec – VS Reneská	2,4 GHz	10 Mbit/s	700 m

Tabulka 3: Spoje v pásmu 2,4 GHz

Nejvíce vytižené spoje jsou mezi kotelny K2 Kamínky – K6 Labská a K6 Labská – CVK Svážná, které mají na starost přenos dat pro velké množství tepelných zdrojů v městských částech Nový a Starý Lískovec. Tyto spoje mají nedostatečnou kapacitu pro zajištění přenosu dat z daných oblastí. Spoj K8 Uzbecká – CHR D Jánošíkova má na starost přenášení dat z kotelen v Chrlicích.

Další důležitý spoj, který spojuje kotelny v městské části Komárov s dispečerským pracovištěm je mezi VS Sovinec – K3 Hodonínská. Spoje Stamicova – Platinium Veveří a VS Kosmákova – PK Fryčajova přenáší data pouze z jednoho napojeného zdroje. Datová propustnost současného zařízení je dostatečná. Problém ale je, že tyto spoje mezi sebou dělí velká vzdálenost a nejsou proto moc spolehlivé.

Další spoje mají na starost přenos dat pouze v určitých lokalitách a pro malý počet zdrojů v řádech jednotek. Jednotlivé body mezi sebou dělí jen malé vzdálenosti.

Propojení těchto mikrovlnných spojů se zbytkem sítě je provedeno kabelem UTP s koncovkami RJ-45. V místech, kde se kříží více spojů je zařízení propojeno se

switchem. V koncových bodech je zařízení propojeno se síťovými řídicími jednotkami NCU.

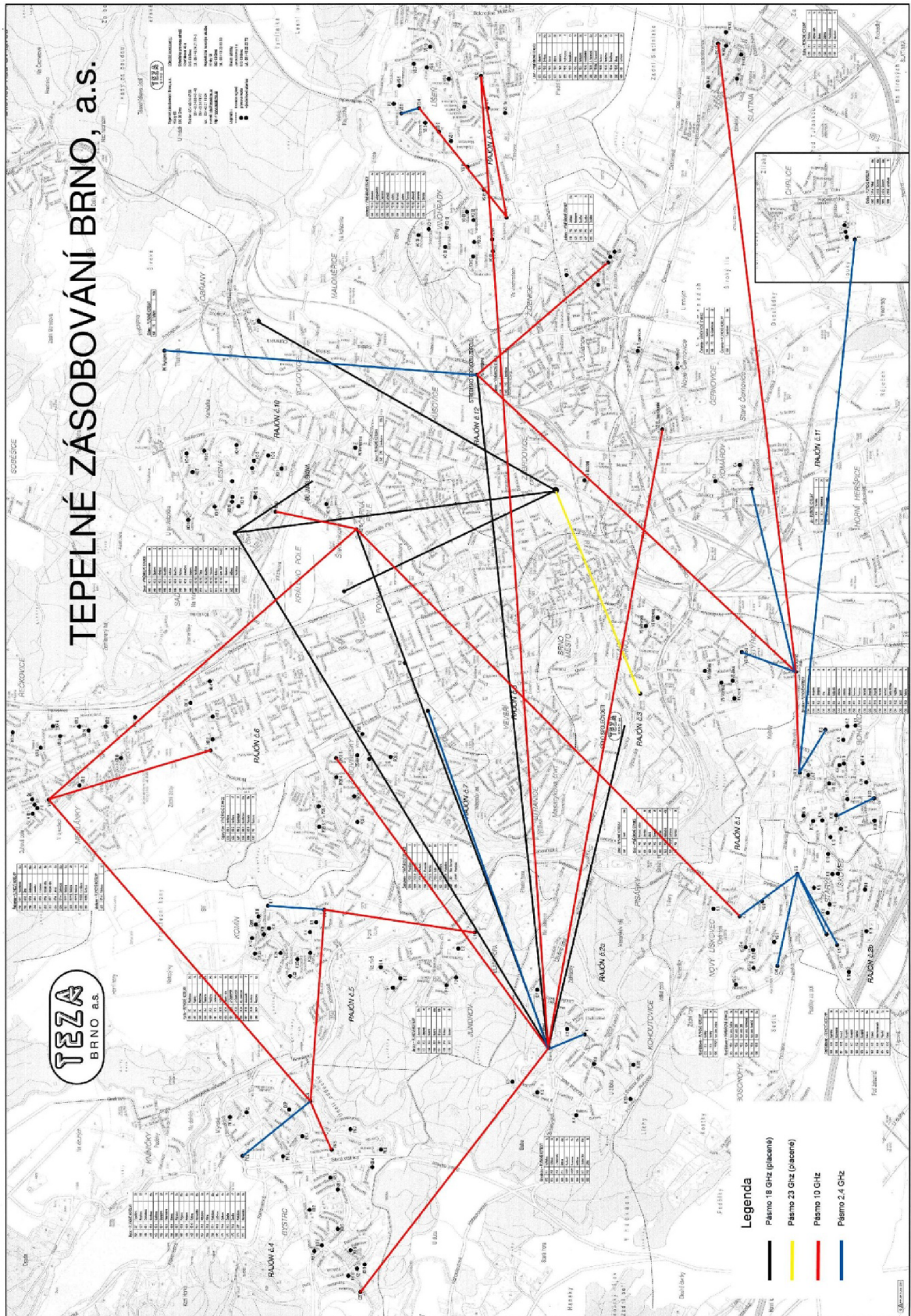
#### 3.2.4.4 **Další použité technologie**

Spoje, které jsem v předchozích odstavcích jmenoval nejsou zdaleka všechny. Jde o hlavní spoje mezi síťovými řídicími jednotkami NCU, které zabezpečují přenos dat pro jednotlivé oblasti města Brna. Z těchto míst je propojení mezi kotelnami a výměňikovými stanicemi provedeno radiovými spoji RDT, v odlehlých místech se používají GSM Modemy. V lokalitách s rekonstruovanými venkovními tepelnými rozvody je spojení realizováno sdělovacími kabely a na větší vzdálenosti také kabely s optickými vlákny. Tyto spoje slouží ke sběru dat z jednotlivých stanic do síťové jednotky NCU pro danou oblast.

#### 3.2.4.5 **Mapa sítě Teplárny Brno a.s.**

V následující mapě, kterou jsem získal z firmy BMS Servis, a.s. jsou vyznačeny hlavní spoje. Tyto spoje jsem do mapy zakreslil pomocí programu Adobe Photoshop. Jedná se o hlavní spoje v pásmech 2,4 GHz (modrá), 10 GHz (červená), 18 GHz (černá) a 23 GHz (žlutá), které zabezpečují přenos dat z jednotlivých oblastí města Brna a na které jsem se zaměřil při analýze sítě. V mapě nejsou zobrazeny radiové spoje, sdělovací kabely a optické kabely, kterými se nebudu zabývat.





Obrázek 9: Mapa sítě Teplárny Brno, a.s. (současný stav)

### 3.3. Zhodnocení analýzy

Při podrobné analýze sítě a jejích komponentů jsem vycházel převážně z technické dokumentace firmy Johnson Controls a z osobních konzultací ve firmě BMS Servis, a.s.

Z analýzy jsem zjistil, že síť od svého vzniku prošla už mnohými fázemi modernizace. Z původních zařízení wifi 2,4 GHz, která tvořila celou síť, jimi zůstalo osazeno pouze 15 spojů. Zbytek byl nahrazen technologií v licencovaném pásmu 18 GHz, které zajišťují páteřní spoje, a mikrovlnnými pojítky, které pracují s frekvencí 10 GHz.

Spoje v pásmu 2,4 GHz začínají být nedostatečné pro provoz sítě. Zjistil jsem, že je třeba v rámci průběžné modernizace sítě tyto spoje nahradit za novější technologii, která bude splňovat požadavky na spolehlivost a rychlost přenosu dat, kterou tyto spoje postrádají. Pomocí analýzy jsem si vytypoval šest nejdůležitějších spojů, které je nutné co nejdříve modernizovat.

## 4. Teoretická východiska

### 4.1. Komunikační protokoly TCP/IP

Jedná se o sadu protokolů, které slouží ke komunikaci v počítačové síti. Síťová komunikace je rozdělena do vrstev, které znázorňují hierarchii činností. Jednotlivé vrstvy si mezi sebou vyměňují informace pomocí předem daného pravidla. Každá vrstva využívá služeb vrstvy nižší a poskytuje služby vrstvě vyšší. [5]

1. **Vrstva přístupu k síti** – nejnižší vrstva, je založena z rutin pro přístup k fyzickým sítím (Ethernet)
2. **Síťová vrstva** – zajišťuje síťovou adresaci, definuje diagram a obsluhuje směrovaná data (IP)
3. **Transportní vrstva** – poskytuje službu pro end-to-end doručování dat (TCP, UDP)
4. **Aplikační vrstva** – sestává z aplikací a procesů, které používají síť (SNMP, Telnet, FTP)

Z této sady se v síti využívají protokoly SNMP, Telnet, FTP (aplikační vrstva) a pro doručování paketů protokol TCP a IP (přenosová a internetová vrstva). Těmto protokolům se budu věnovat podrobněji. [15]

- **TCP protokol** – poskytuje služby transportní vrstvy. Ověřuje u dat přesné doručení a správné pořadí. Pro doručování paketů používá protokol IP.
- **IP protokol** (Internet Protocol) – protokol IP, jehož obálka – paket obsahuje uvnitř celý paket protokolu TCP, zajišťuje správné doručení paketu od vysílací k přijímací stanici a obsahuje v záhlaví cílovou i zpáteční adresu, tzn. adresu stanice, na kterou data směřují a adresu stanice, z níž jsou posílána.

- **FTP** (File transfer protokol) – je využíváný ke stažení souborů z jiné stanice (NCU, PC) do své nebo naopak k přenosu ze své stanice do hostitelské stanice.
- **Telnet** – dovoluje nám připojení a dálkovou správu vzdáleného síťového zařízení, v našem případě stanic. Při použití aplikace Telnet se PC stává terminálem vzdálené stanice.
- **SNMP** (Simple Network Management Protocol) – je určen pro řízení služeb pro síťový management a pro přenos dat související s tímto řízením.

## 4.2. Přístupová metoda CSMA/CD

Mechanismus CSMA/CD (carrier sense multiple access with collision detection) je určujícím prvkem standartu ethernet. Pokud jsou v počítači nebo v zařízení připojeném k síti ethernet nachystaná data k odeslání, zjišťuje tento počítač, zda v síti už nekomunikuje jiné zařízení. Tato fáze se označuje jako detekce vysílání. Pokud je síť zaneprázdněna, zařízení počká určitou dobu a poté znovu opakuje kontrolu. Když zjistí, že je síť volná, odešle datový paket. Tato fáze se nazývá vícenásobný přístup, protože všechna připojená zařízení se snaží dostat přístup ke stejnému síťovému mediu. Tato fáze slouží jako funkce zabezpečení, přesto je možné že dojde v síti ke kolizi paketů.

Kolize vznikne, pokud dva nebo více zařízení v síti pošlou data ve stejnou chvíli a jejich signály se střetnou. Kolize může nastat v době, kdy signál z odesílajícího počítače ještě nedošel k počítači, který v danou chvíli provádí detekci. Protože tento počítač nezjistil žádný signál, zahájí přenos datových paketů. Pakety se pak potkají někde v kabelu. Poté dojde k vymazání a počítač musí začít vysílat znovu. Kolize jsou v sítích ethernet běžné a většinou nepředstavují problém, pokud je jsou počítače schopny detekovat. Tato fáze je velmi důležitá, protože pokud počítače nejsou schopny zjistit, že došlo ke kolizi paketů, mohou být ztracená data zpracovaná jako platná. [15]

### 4.3. Mikrovlnné spoje

Mikrovlnné spoje slouží k bezdrátovému přenosu dat. Slouží ke spojení dvou sítí nebo telekomunikačních zařízení bez použití kabelů nebo optických vláken na vzdálenost do 40 km.

Rozlehlé počítačové sítě využívají k propojení svých počítačů nejčastěji pevné propojení pomocí metalických kabelů. Tam kde není možnost použít drátové přenosy, existují i jiné možnosti a tím jsou například mikrovlnné spoje.

Přívlastkem mikrovlnné (microwave) se označují elektromagnetické vlny o extrémně krátké vlnové délce resp. velké frekvenci, která je vlnové délce nepřímo úměrná. V praxi se používají frekvence od 1 do 23 GHz. Vlny na těchto vysokých frekvencích již lze, pomocí vhodných parabolických vysílacích antén, soustředit do úzkého paprsku, a ten nasměrovat na přijímací anténu. Úzce soustředěný paprsek vykazuje minimální rozptyl, dovoluje používat relativně malý výkon vysílače a je velmi odolný vůči rušení. Na nižších frekvencích nelze dosáhnout potřebného soustředění, a na vyšších frekvencích se již začíná výrazně projevovat nepříznivý vliv atmosférických jevů, jako např. mlhy a deště. [4]

#### 4.3.1 Výhody mikrovlnných spojů

Výhody mikrovlnných spojů jsou následující:

- Pro instalaci spojů nejsou třeba vysoké investice
- Jednoduchá a rychlá instalace
- Možnost budování velmi rozsáhlých sítí
- Mikrovlnné spoje dokážou překonat takové překážky jako řeky, lesy, silnice, železnice
- Přenosové rychlosti až 622 Mbit/s

#### 4.3.2 Základy mikrovlnného přenosu

Pomocí rádiového signálu mohou být mezi dvěma mikrovlnnými pojítky přenášena data rychlostí až 622 Mbit/s. Každý spoj se skládá ze dvou zařízení. Každé

toto zařízení obsahuje parabolickou směrovou anténu, vnější jednotku, která obsahuje obvody vysílače a přijímače a vnitřní jednotku, která převádí s modulačními a demodulačními obvody, a která umožňuje vzdálený dohled. Vzhledem k využívání zařízení ve venkovních prostorách, musí být venkovní jednotka vodotěsná, aby se bránila povětrnostním podmínkám. Vnitřní jednotka se instaluje ve vnitřním prostředí a s vnější jednotkou se propojuje koaxiálním nebo optickým kabelem. Téměř u všech modelů je k dispozici propracovaný management, který dovoluje spravovat nejenom vzdálenou stranu spoje, ale i rozsáhlejší sítě. [3]

### 4.3.3 Bezpečnost přenosu

Mikrovlnné spoje mají proti nežádoucímu odposlechu vynikající ochranu. Přenos je neviditelný, většinou ve velkých výškách nad zemí a šířka vyzařovaného svazku je velmi úzká. Pokus o odposlech by zapříčinil přerušení svazku a tím by došlo i ke ztrátě spojení, čehož by si uživatel ihned všiml. Díky velkým výškám nad zemí je možnost odposlechu prakticky nemožná. Potencionální útočník by musel pro odposlech dat nakoupit technologii se stejnými parametry a musel by mít oprávnění k přístupu do sítě. Získat data od osoby, která má do sítě přímý přístup by bylo pro potencionálního útočníka mnohem spolehlivější, dostupnější a levnější. [3]

- Vysílaný svazek je neviditelný a velmi úzký
- Signál je možné odposlechnout jen přerušením svazku
- Svazek se nachází ve velké výšce nad zemí

Pro další zvýšení bezpečnosti přenosu je také možné použít externí kryptovací zařízení.

### 4.3.4 Přenos signálu

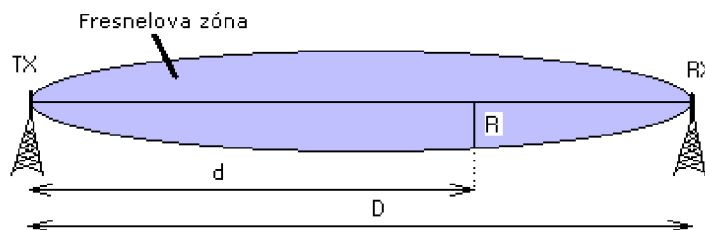
Pro přenos signálu mezi dvěma zařízeními je potřeba dodržet přímou viditelnost. Mikrovlnný signál neprojde ani skrz listí stromů a proto je potřeba pro jeho instalaci vybrat vhodné místo, aby nebyl vysílaný svazek ničím rušen. Odborně se tomuto svazku říká 1. Fresnelova zóna.

Při správné instalaci přenos signálu bezproblémově funguje při špatném počasí, tj. při dešti, sněžení nebo mlze. To ale neznamená, že zařízení není závislé na počasí.

Při návrhu spojů se musí s těmito vlivy počítat a navrhnout zařízení a antény s určitou rezervou, aby spoj spolehlivě fungoval i za špatných povětrnostních podmínek. Čím je spoj navržen s větší rezervou, tím je vyšší i jeho dostupnost a spolehlivost. V praxi je tedy většina spojů navržena tak, že se s nepříznivým počasím již předem počítá a jeho špatné vlivy se eliminují. Při návrhu spojů na vzdálenost větší než 15 km je třeba počítat i se zakřivením země. [3]

#### 4.3.5 1. Fresnelova zóna

Při budování bezdrátového spoje je zpravidla uváděno, že nejdůležitější podmínkou je přímá viditelnost mezi jednotlivými body. Toto ovšem není jediná podmínka, která musí být splněna pro bezproblémový provoz spoje. Další důležitou podmínkou je zajistit volnou tzv. 1. Fresnelovu zónu. Jedná se o určitý prostor, který je vytvořen kolem pomyslné přímky, která spojuje vysílač a přijímač. 1. Fresnelova zóna má tvar elipsy, která má nejširší průměr uprostřed pomyslné spojnice dvou bodů a směrem k nim se zužuje. [2]



Obrázek 10: Fresnelova zóna, Zdroj: [http://www.zcomax.cz/userimages/fresnelova\\_zona.gif](http://www.zcomax.cz/userimages/fresnelova_zona.gif)

V prostoru uvnitř této zóny by se neměla vyskytovat žádná překážka a ani by do ní neměla zasahovat.

Narušená 1. Fresnelova zóna většinou nemá za následek ztrátu signálu a přerušování spojení. Protože v případě jejího narušení dochází k rušivým odrazům, snižuje se kvalita přenosu dat (nižší rychlost, ztráta paketů). Při navrhování a instalaci každého spoje by se mělo vyvinout úsilí, aby byl volný celý prostor této zóny. Pokud tohoto nemůžeme dosáhnout, je požadováno minimálně 60% průměru zóny. Nesmí se zapomenout, že 1. Fresnelova zóna má kruhový průřez, tedy zasahuje i do stran a je nutno s tímto počítat při návrhu spojů. [2]

#### 4.3.6 Mikrovlnné spoje a legislativa ČR

Na území České Republiky lze provozovat ve volném pásmu mikrovlnné spoje na frekvencích 2,4 GHz, 5 GHz a 10 GHz. Spoje pracující ve volném pásmu nepotřebují k použití žádné povolení a provozování těchto zařízení je bezplatné. Spoje pracující v licencovaných pásmech musí mít přiděleny vysílací frekvence, které obdrží provozovatel podle přesných zeměpisných souřadnic lokalit, které mají být propojeny. Kromě jednorázového poplatku za přidělení frekvence se za každý spoj platí měsíční poplatky, které určí ČTÚ.

Dle aktuálního všeobecného oprávnění č. VO-R/14/08.2005-26 vydaného dne 27. července 2005 je doba používání spojů na frekvenci 10GHz bez omezení. Pokud by došlo ke změnám, na základě kterých bylo toto oprávnění vydáno nebo dojde k potřebě dodržet nové směrnice, které vyplývají ze členství v EU nebo jiných mezinárodních organizacích nebo pro zajištění bezpečnosti a ochrany státu, může být toto oprávnění úplně zrušeno nebo jen upraveno. I v těchto situacích se musí postupovat podle platného zákona. [1]

#### 4.4.Spoje 10 GHz

Jedná se o bezlicenční pásmo, které slouží k mikrovlnnému přenosu dat. Spoje jsou strukturovány jako bod-bod a na rozdíl od wifi umožňují plně duplexní provoz s nezávislým provozem v obou směrech. To znamená, že obě strany vysílají neustále, ale na jiných frekvencích a každá strana má svůj nezávislý přijímač a vysílač. Přenosové rychlosti těchto zařízení dnes dosahují reálné rychlosti od 16 Mbit/s až 150 Mbit/s.

Zařízení jsou provozována na základě všeobecného oprávnění, které vydal ČTÚ. To znamená, že instalace zařízení není třeba nikde hlásit. Proto je potřeba při instalaci zvolit vhodný směr, kanály a vybrat vhodnou anténu, abychom nerušili podobná zařízení na stejné frekvenci.

Pásmo 10 GHz je u nás jediným pásmem, ve kterém lze provozovat plnohodnotné spoje na profesionální úrovni bez nutnosti platit licenční poplatky. [7]



## 4.5. Spoje Wifi 802.11x

Wifi je standart pro lokální bezdrátové sítě, které vycházejí ze specifikace IEEE 802.11, a která má za úkol nahradit ethernetové spojení. Tyto sítě pracují v bezlicenčním pásmu 2,4 GHz nebo 5 GHz a nepodléhají žádným správním poplatkům. Původním cílem bylo zajišťovat bezdrátové propojení přenosných zařízení a jejich připojení do lokální sítě LAN. Postupem času se tato technologie začala používat na připojení k internetu v rámci rozsáhlejších lokalit. Zpočátku se používal standart 802.11b (11 Mbit/s), poté s rostoucími nároky na rychlost vznikl standart 802.11g (54 Mbit/s) a 802.11a. Dnes je tato technologie díky nelicencovanému pásmu asi nejvyužívanější způsob bezdrátového připojení k internetu. V mnohých větších městech je navrhnout spolehlivý spoj v tomto pásmu kvůli vzájemnému rušení téměř nemožné. Dnes jsou wifi vybaveny téměř všechny přenosné počítače a začíná se dostávat do mobilních telefonů a další elektroniky. [6]

### 4.5.1 Standardy IEEE 802.11

Původní specifikace standardu 802.11 byla přijata v roce 1997 a podporovala přenosové rychlosti až 2 Mbit/s. Postupem času tyto rychlosti přestávaly stačit a docházelo k rozšiřování standardu 802.11. V roce 1999 byly uvedeny jeho doplňky 802.11a, 802.11b a 802.11g. Tyto rozšíření zvýšili možnou rychlost přenosu až na 54 Mbit/s. Nejnovější standard, který ale ještě není schválený je 802.11n a umožňuje dosáhnout přenosové rychlosti až 300 Mbit/s. [14]

Standart	Pásmo	Maximální rychlost
Původní IEEE 802.11	2,4 GHz	2 Mbit/s
IEEE 802.11a	5 GHz	54 Mbit/s
IEEE 802.11b	2,4 GHz	11 Mbit/s
IEEE 802.11g	2,4 GHz	54 Mbit/s
IEEE 802.11n (není standardizován)	2,4 GHz nebo 5 GHz	Až 300 Mbit/s

Tabulka 4: Standardy IEEE 802.11

## 4.6. Síťové mosty

Síťový most je propojení dvou nezávislých sítí LAN mezi sebou. Propojit lze například dvě budovy mezi sebou, kdy v jedné se nachází přístupový bod na internet a my ho potřebujeme sdílet s druhou budovou. Síťové mosty nahrazují kabelové propojení dvou sítí LAN.

### 4.6.1 Point-to-point

Jedná se o propojení dvou sítí LAN skrze bezdrátové připojení. Toto spojení se používá tam, kde máme dvě oddělené sítě a potřebujeme je mezi sebou propojit. V tomto případě nám mikrovlnné spojení nahrazuje kabely. Zařízení, které propojují dvě sítě LAN, komunikují jen mezi sebou a nelze k nim připojit žádné další zařízení. Pokud bychom chtěli připojit k síti bezdrátově klienty, musíme do sítě začlenit přístupové body pro připojení klientů. [17]

### 4.6.2 Point-to-multipoint

Díky této technologii lze k jedné síti LAN připojit bezdrátově více dalších sítí LAN. Jedná se o rozšíření funkce Point-to-point, kdy jedno zařízení je jako master a zbylá se k němu připojují v režimu slave. Oproti funkci Point-to-point je tato funkce náročnější na konfiguraci a na výběr vhodných zařízení. Jako nejlepší řešení je zvolit zařízení od stejného výrobce. Tím se vyhneme možným problémům ať už s konfigurací nebo spojením. Stejně jako u point-to-point se klienti musí připojovat bezdrátově pomocí začleněného přístupového bodu pro připojení klientů. [17]

## 5. Návrh řešení

Při návrhu modernizace sítě se budu zabývat mikrovlnnými wifi spoji pracujícími na frekvenci 2,4 GHz. Důvodů pro jejich nahrazení modernější technologií je několik. Asi nejdůležitější je jejich nespolehlivost, kterou zapříčiňuje velké množství používaných spojů a tím zahlcení všech vysílacích kanálů a jejich vzájemné rušení. Dalším důvodem, proč by měli být tyto spoje nahrazeny je jejich nedostačující datová propustnost. Při v zniku sítě bylo připojeno jen několik hlavních tepelných zdrojů, které byly rekonstruovány a osazeny řídicím systémem Metasys. Postupem času se rekonstruovaly další zdroje a přidávaly řídicí systémy, které bylo nutné připojit do stávající sítě. Tím se i zvýšila náročnost na množství přenesených dat.

Síť v posledních letech prošla značnou rekonstrukcí, kdy byly hlavní spojovací body osazeny spoji, které pracují v placeném pásmu 18 GHz a jeden spoj v pásmu 23 GHz. V další etapě se postupně nahrazovaly další spojovací body zařízením ve volném pásmu na frekvenci 10 GHz. Tato část sítě plní s rezervou požadavky na přenos dat, a není nutno se jí dále věnovat. Proto se zaměřím na modernizaci spojů, které jsou osazeny zařízením pracujícím v pásmu 2,4 GHz (viz analýza).

### 5.1. Výběr vhodné technologie

Při výběru vhodné technologie je třeba zvážit více hledisek. Většina spojů už prošla rekonstrukcí, a proto by bylo vhodné se držet stejných technologických základů. Dále je potřeba zohlednit požadavky na správu jednotlivých spojovacích bodů a pokusit se zachovat jejich jednotnost. Jednotnost použitých mikrovlnných pojítek je výhodná zejména kvůli pozdějšímu servisu zařízení a také kvůli vzdálené správě, kdy technik je zaškolen na konkrétní zařízení a dokáže efektivněji a rychleji řešit případné závady.

Ve výběru nových mikrovlnných pojítek pro výše jmenované spoje je teoreticky k dispozici více řešení. Ovšem po praktické stránce se nám možnosti velmi zúží.

### 5.1.1 Wifi 5 GHz (802.11a)

Jako náhrada za méně vytižené spoje se jeví bezdrátové wifi zařízení v pásmu 5 GHz jako ideální. Ovšem podobně jako frekvence 2,4 GHz je ve velkých městech problém najít volné pásmo pro bezproblémový provoz. S touto technologií by se daly nahradit spoje, které mezi sebou dělí menší vzdálenost. Při dřívější modernizaci se pomocí měření zjistilo, že je v Brně problém najít volné kanály podobně jako v pásmu 2,4 GHz, proto tato technologie není pro modernizaci vhodná.

### 5.1.2 Pevné spojení

Použití pevného propojení pomocí metalických nebo optických kabelů by bylo jistě nejlepší řešení. Nedochozí k žádným ztrátám dat, k žádnému rušení a připojení se nedá nijak napadnout. Ovšem je zde jeden veliký problém a tím jsou vzdálenosti mezi jednotlivými zdroji a také vysoká náročnost a náklady na realizaci spojů. Proto tuto možnost vyloučíme.

### 5.1.3 Mikrovlnné spoje 10 GHz

Další možností, jak modernizovat zastaralé spojení je jejich nahrazení zařízeními, které pracují s frekvencí 10 GHz. Z měření, které provedla firma BMS Servis, a.s. se zjistilo, že kanály v tomto pásmu jsou volné a ze zkušeností z ostatních spojů je přenos dat velmi spolehlivý. Dalším plusovým bodem je přenosová rychlost, která za ideálních podmínek může dosahovat 150 Mbit/s. Jediné minus je vysoká pořizovací cena propojovacích bodů.

Když se podíváme na analýzu použitých spojů, tak zjistíme, že většina bodů je propojena zařízením na frekvenci 10 GHz. Z hlediska zachování jednotnosti sítě se jeví tato technologie jako nejvhodnější řešení modernizace.

## 5.2. Návrhy modernizace jednotlivých spojů

Při podrobné analýze jednotlivých spojů v pásmu 2,4 GHz jsem zjistil, že ne všechny je nutné nahradit. Samozřejmě, ideální by bylo modernizovat všechny spoje, ale vzhledem k vysokým nákladům na jednotlivý spoj jsem vybral jen ty nejdůležitější, které mají na starost přenos dat pro větší množství tepelných zdrojů, nebo které od sebe dělí velká vzdálenost.

Jedná se o spoje:

- K2 Kamínky – K6 Labská
- K6 Labská – CVK Svážná
- K8 Uzbecká – CHRD Jánošíkova
- VS Kosmákova – PK Fryčajova
- VS Sovinec – K3 Hodonínská
- Stamicova – Platinium Veveří

Další spoje slouží k přenosu dat mezi jedním nebo více tepelných zdrojů v dané oblasti a na malé vzdálenosti. Tuto funkci zatím splňují bez větších problémů a z hlediska vysokých nákladů nového zařízení se jejich modernizace prozatím nedotkne.

### 5.2.1 K2 Kamínky – K6 Labská

Jedná se o mikrovlnný spoj mezi kotelny v Novém a Starém Lískovci. Tento spoj je tedy nutné posílit. Jako náhradu za zařízení v pásmu 2,4 GHz bych navrhnul zařízení od české firmy Alcoma umožňující přenos dat na frekvenci 10 GHz. Konkrétně se jedná o typ AL10F, který je v síti už využíván. Při vzdálenosti 835 m by za ideálních podmínek měla rychlost spoje dosahovat 150 Mbit/s. Při instalaci směrových antén odpadají problémy s jejich umístěním, protože se nahradí pouze původní antény, které byli v přímé viditelnosti a natáhne se nový koaxiální kabel mezi vnitřní jednotkou a anténou. Koaxiální kabel se umístí do stejné trasy jako původní.

Napájení do vnitřní jednotky se přitáhne z původní zásuvky, která sloužila k napájení předešlých zařízení. Stejný případ nastane také u propojení jednotky NCU se zařízením, která je realizována kabely UTP s nalisovanými koncovkami RJ-45.

#### **Náklady na spoj bez DPH**

Alcoma AL10F vč. Příslušenství	192 800 Kč
Pomocný materiál	2 000 Kč
Montáž a konfigurace (16h x 350 Kč)	5 600 Kč
<b>Celkem za spoj</b>	<b>200 400 Kč</b>

### 5.2.2 K6 Labská – CVK Svážná

Spoj mezi kotelnou na ulici Labská a výtupnou Kamenný vrch je nutné nahradit za modernější zejména kvůli malé propustnosti 10 Mbit/s, která je pro danou oblast nízká. Vzdálenost mezi jednotlivými body je 997 m a je zajištěna přímá viditelnost. V tomto případě bych navrhoval také nahrazení současného spoje za spoj v pásmu 10 GHz. Použijeme opět zařízení Alcoma AL10F. Na původních stožárech se antény nahradí za nové a propojí se s vnitřní jednotkou, která se na kotelně K6 Labská umístí do rozvaděče MaR a ve výtupně CVK Svážná se umístí do původního datového rozvaděče. Vnitřní jednotka se propojí na kotelně K6 Labská se switchem a ve výtupně s jednotkou NCU.

#### **Náklady na spoj bez DPH**

Alcoma AL10F vč. Příslušenství	192 800 Kč
Pomocný materiál	2 000 Kč
Montáž a konfigurace (16h x 350 Kč)	5 600 Kč
<b>Celkem za spoj</b>	<b>200 400 Kč</b>

### 5.2.3 K8 Uzbecká – CHR D Jánošíkova

Tyto dvě kotelny od sebe dělí vzdálenost celých 7120 m a jsou v přímé viditelnosti. Použita je technologie 2,4 GHz a směrové antény se ziskem 29 dBi. V této vzdálenosti je wifi spoj nespolehlivý a velmi náchylný na povětrnostní vlivy. Jeho nahrazením za spoj v pásmu 10 GHz zvýší spolehlivost a rychlost přenosu dat. Půjde o nahrazení směrových antén anténami Alcoma AL10F. Vnitřní jednotky se umístí namísto původních. Jen se přepojí ethernetové rozhraní a zařízení se nakonfiguruje.

#### **Náklady na spoj bez DPH**

Alcoma AL10F vč. Příslušenství	192 800 Kč
Pomocný materiál	2 000 Kč
Montáž a konfigurace (16h x 350 Kč)	5 600 Kč
<b>Celkem za spoj</b>	<b>200 400 Kč</b>

#### 5.2.4 VS Kosmákova – PK Fryčajova

Tento spoj zabezpečuje konektivitu mezi výměňikovou stanicí VS Kosmákova v Židenicích a NCU v plynové kotelně PK Fryčajova. Vzdálenost bodů je 3450 m při přímé viditelnosti. Použité zařízení se nahradí za Alcomu AL10F v pásmu 10 GHz. Opět se použijí stávající stožáry na směrové antény a stávající datové rozvody a napájení. Nahrazen bude pouze propojovací kabel mezi anténou a vnitřní jednotkou. Modernizací spoje by se měla zlepšit především stabilita.

##### **Náklady na spoj bez DPH**

Alcoma AL10F vč. Příslušenství	192 800 Kč
Pomocný materiál	2 000 Kč
Montáž a konfigurace (16h x 350 Kč)	5 600 Kč
<b>Celkem za spoj</b>	<b>200 400 Kč</b>

#### 5.2.5 VS Sovinec – K3 Hodonínská

Tento spoj zajišťuje spojení mezi VS Sovinec a plynovými kotelny v městské části Židenice. Na ulici Sovinec je směrová anténa a místnost s datovými rozvaděči umístěna na střeše vysokého panelového domu. Vzdálenost mezi body je 2180 m. Pro modernizaci použijí opět zařízení české firmy Alcoma pracující v pásmu 10 GHz. Původní antény umístěné na stožárech se nahradí novými a signál se svede koaxiálním kabelem do vnitřní jednotky, která je na VS Sovinec uložena v datovém rozvaděči a v kotelně K3 Hodonínská v rozvaděči MaR. V datovém rozvaděči se jednotka propojí se switchem pomocí kabelu UTP a v kotelně K3 Hodonínská se zařízení propojí s jednotkou NCU pro danou oblast.

##### **Náklady na spoj bez DPH**

Alcoma AL10F vč. Příslušenství	192 800 Kč
Pomocný materiál	2 000 Kč
Montáž a konfigurace (16h x 350 Kč)	5 600 Kč
<b>Celkem za spoj</b>	<b>200 400 Kč</b>

### 5.2.6 Stamicova – Platinium Veverí

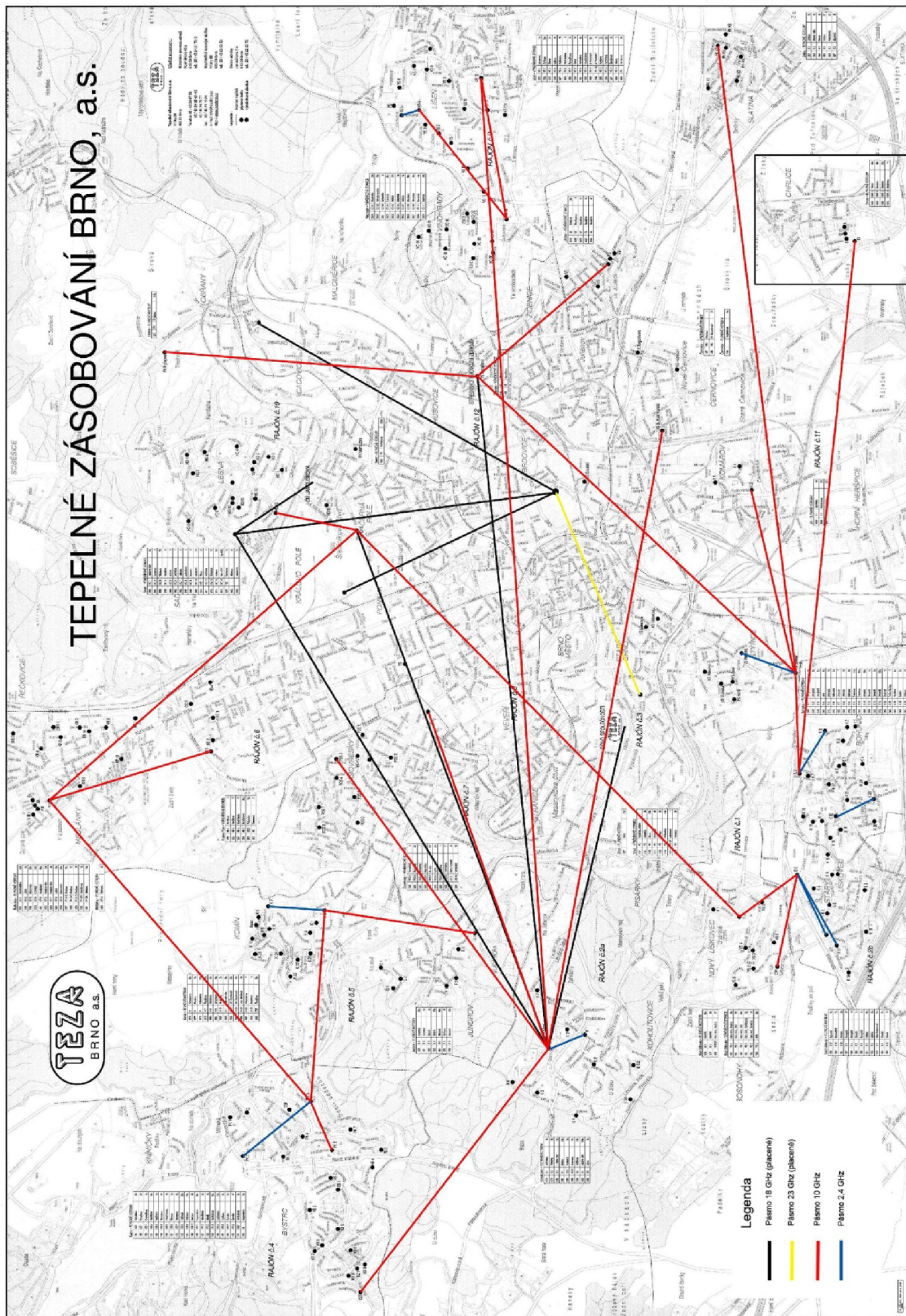
Spoj zajišťuje konektivitu pouze pro budovu Platinium na ulici Veverí. Vzdálenost mezi body je 4000 m a je zajištěna přímá viditelnost. Tento spoj je potřeba modernizovat zejména kvůli velké vzdálenosti mezi body, kdy je pásmo 2,4 GHz méně spolehlivé. Datová propustnost je pro řízení jedné kotelny a vzduchotechniky dostatečná. Původní zařízení Cisco Airlan 340 se směrovými anténami se nahradí zařízením Alcoma AL10F. Vnitřní jednotka na ulici Stamicova se umístí do stávajícího datového rozvaděče a kabelem UTP s koncovkami RJ-45 se propojí se switchem. Anténa se umístí na stožár namísto původní. V Platinium se nahradí anténa a propojí s vnitřní jednotkou, která se umístí místo původního zařízení.

#### **Náklady na spoj bez DPH**

Alcoma AL10F vč. Příslušenství	192 800 Kč
Pomocný materiál	2 000 Kč
Montáž a konfigurace (16h x 350 Kč)	5 600 Kč
<b>Celkem za spoj</b>	<b>200 400 Kč</b>



### 5.3. Mapa sítě Teplárny Brno po modernizaci



Obrázek 11: Mapa sítě Teplárny Brno, a.s. (po modernizaci)

## 5.4.Rekapitulace nákladů

Při modernizaci se pro všechny spoje použije mikrovlnné pojítka, které dodává česká firma Alcoma. Jde o model AL10F, který lze sehnat za cenu 192 800 Kč bez DPH. Je to částka za kompletní spoj, tj. 2x směrová anténa a 2x vnitřní jednotka. Další náklady jsou zahrnuty v pomocném materiálu, jako může být kabel UTP, koaxiální kabel, koncovky RJ-45, koncovky na koax, šrouby atd. Na tento pomocný materiál vyčlením částku 2 000 Kč. Celkem nás tedy jeden spoj bude stát 194 800 Kč bez DPH. V této ceně není započítána práce. Na instalaci jednoho spoje jsou třeba dva technici. Pokud budu počítat na instalaci a konfiguraci jednoho spoje čas 8 hodin x 2, tak jeho instalace při ceně 350 Kč/hodina vyjde na 5 600 Kč bez DPH. Celkem bychom tedy za každý spoj včetně instalace a konfigurace zaplatili 200 400 Kč bez DPH.

V mém návrhu na modernizaci je celkem 6 takovýchto spojů. Celkem by tedy firmu Teplárny Brno, a.s. tato modernizace stála 1 202 400 Kč bez DPH. Při přičtení 19% DPH je to částka 1 430 856 Kč.

Vzhledem k tomu, že se v síti již několik takovýchto zařízení vyskytuje a společnost už s dodavatelem Alcomy spolupracovala, nemusí být tato cena konečná a může se do ní promítnout sleva výrobce.

<b>Položka</b>	<b>Mj.</b>	<b>Cena mj</b>	<b>Celkem bez DPH</b>	<b>Celkem s DPH</b>
Alcoma AL10F	6 ks	192 800 Kč	1 156 800 Kč	1 376 592 Kč
Pomocný materiál	6 ks	2 000 Kč	12 000 Kč	14 280 Kč
Montáž a konfigurace	96 h	350 Kč	33 600 Kč	39 984 Kč
<b>Celkem</b>			<b>1 202 400 Kč</b>	<b>1 430 856 Kč</b>

Tabulka 5. Rekapitulace nákladů

## 5.5. Důvody modernizace

Mnou navrhnuté změny jsou další části již započaté modernizace sítě. Důvodem pro obnovu je zastaralá technologie, která nespĺňuje požadavky současných technologických trendů. Spojení wifi sice stále fungují, ale je zde problém s přeplněností tohoto pásma, kdy nejsou volné žádné přenosové kanály. Proto může spoj mezi dvěma zdroji tepla dnes fungovat a další den si někdo zrealizuje vlastní spoj, který bude náš signál rušit a tím bude docházet k výpadkům spojení s kotelny a výměníkovými stanicemi. Proto je třeba tomuto stavu předejít a spoje nahrazovat postupně a včas.

Abychom tomuto případu předešli, je nutné nahradit tyto nespolehlivé spoje zařazením, které pracuje na jiné frekvenci. Jedná se o pásmo 10 GHz. Toto pásmo je díky vysoké pořizovací ceně za spoj stále ještě volné a velmi spolehlivé pro přenos dat. Bohužel kvůli vyšší ceně nelze nahradit všechny spoje najednou. Proto modernizace probíhá postupně. V minulých letech byla většina wifi zařízení již nahrazena. Já jsem vybral dalších šest spojů, kterými bude modernizace pokračovat.

Po realizaci mnou navrhnuté modernizace spojů dojde ke zvýšení spolehlivosti, bezpečnosti a rychlosti těchto bodů. Dojde zejména k posílení konektivity pro městské části Nový Lískovec, Starý Lískovec a Židenice. Dále dojde k zlepšení stability na dalších spojích, které od sebe dělí větší vzdálenosti.

Při nahrazení starých zařízení novou technologií nelze počítat s žádnou počitatelnou návratností investice. Body jsou propojeny a dálkový dohled přes dispečerské pracoviště funguje již nyní před modernizací. Moje návrhy jsou pouze další částí obnovy zastaralých zařízení v síti, které bude třeba dříve či později nahradit novější technikou.

## 6. Závěr

Moje práce se zabývá návrhem na modernizaci sítě, která spojuje jednotlivé tepelné zdroje v městě Brně. Navržená modernizace šesti spojů je jen další fází obnovy zastaralého wifi zařízení, která probíhala již v minulých letech a stále není dokončena. Nahrazením těchto zařízení za novou technologii dojde zejména k posílení spojů, které mají na starosti přenos dat ze síťových jednotek NCU pro dané lokality města Brna. Dále by se měla zlepšit stabilita a zejména spolehlivost těchto jednotlivých propojovacích bodů.

Vzhledem k vysokým nákladům na jeden spoj jsem vybral jen ty, které si myslím, že jsou nejdůležitější. V dalších letech doporučuji průběžně nahrazovat další spoje pracující v pásmu 2,4 GHz novými technologiemi a pokračovat tak v obnově sítě. Dá se totiž očekávat, že wifi zařízení bude pro bezdrátové propojení na větší vzdálenosti díky přeplnění tohoto pásma nepoužitelné.

V mém návrhu se podařily splnit požadavky na výběr nových zařízení pro modernizaci sítě mezi kotelnami a výměňikovými stanicemi pro firmu Teplárny Brno, a.s. Nahrazení těchto spojů by se mělo realizovat v co nejkratším termínu, aby mohly pokračovat přípravy projektů a vyčlenění rozpočtu na obnovu dalších spojů.

## Seznam informačních zdrojů

### Elektronické zdroje

1. ČTÚ. *Všeobecné oprávnění č. VO-R/14/08.2005-26*. [online]. [cit 2009-05-06].  
Dostupné z:  
[http://www.ctu.cz/1/download/Opatreni%20obecne%20povahy/VO\\_R\\_14\\_08\\_2005\\_26.pdf](http://www.ctu.cz/1/download/Opatreni%20obecne%20povahy/VO_R_14_08_2005_26.pdf)
2. Fresnelova zóna. [online]. [cit 2009-05-06]. Dostupné z:  
[http://www.zcomax.cz/Fresnelova\\_zona.aspx](http://www.zcomax.cz/Fresnelova_zona.aspx)
3. Mikrovlnné spoje. [online]. [cit 2009-05-03]. Dostupné z:  
<http://www.cbl.cz/show.php?id=39>
4. PETERKA, J. *Mikrovlnné a družicové spoje*. [online]. [cit 2009-05-03].  
Dostupné z: <http://www.earchiv.cz/a92/a206c110.php3>
5. PETERKA, J. *Síťový model TCP/IP*. [online]. [cit 2009-05-04]. Dostupné z:  
<http://www.earchiv.cz/a92/a231c110.php3>
6. PETERKA, J. *WLAN, Wi-Fi, hotspots a community networks*. [online]. [cit 2009-05-04]. Dostupné z: <http://www.earchiv.cz/b02/b0900011.php3>
7. PETERKA, M. *Fenomén bezdrátových sítí v Česku aneb éra 10 GHz spojů*. [online]. [cit 2009-05-03]. Dostupné z:  
<http://www.internetprovsechny.cz/clanek.php?cid=198>
8. Teplárny Brno. *Certifikáty a ocenění*. [online]. [cit 2009-03-02]. Dostupné z:  
<http://www.teplarny.cz/?page=certifikaty>
9. Teplárny Brno. *Historie společnosti*. [online]. [cit 2009-03-02]. Dostupné z:  
<http://www.teplarny.cz/?page=historie>
10. Teplárny Brno. *Předmět podnikání*. [online]. [cit 2009-03-02]. Dostupné z:  
<http://www.teplarny.cz/?page=podnikani>

11. Teplárny Brno. *Struktura akcionářů*. [online]. [cit 2009-03-02]. Dostupné z:  
<http://www.teplarny.cz/?page=akcionari>
12. Teplárny Brno. *Výroční zpráva 10/2006-9/2007*. [online]. [cit 2009-03-02].  
Dostupné z: [http://www.teplarny.cz/?download=\\_/vyrocni-zpravy/vz\\_teplarny\\_brno\\_2006\\_2007\\_low.pdf](http://www.teplarny.cz/?download=_/vyrocni-zpravy/vz_teplarny_brno_2006_2007_low.pdf)
13. Teplárny Brno. *Základní informace*. [online]. [cit 2009-03-02]. Dostupné z:  
<http://www.teplarny.cz/?page=soucasnost>

### **Tištěné zdroje**

14. BARKEN, L. *Wi-fi: Jak zabezpečit bezdrátovou síť*. Brno: Computer Press, 2004. 170 s. ISBN 80-251-0346-3
15. BIGELOV, S. J. *Mistrovství v počítačových sítích: správa, konfigurace, diagnostika a řešení problémů*. Brno: Computer Press, 2004. 992 s. ISBN 80-251-0178-9
16. JOHNSON CONTROLS. *Katalog výrobků*. Johnson Controls, 2002.
17. ZANDL, P. *Bezdrátové sítě Wi-Fi: praktický průvodce*. Brno: Computer Press, 2003. 204 s. ISBN 80-7226-632-2

## Seznam Obrázků

Obrázek 1: Logo společnosti .....	12
Obrázek 2: Organizační schéma .....	16
Obrázek 3: Logo bezpečný podnik .....	17
Obrázek 4: Digitální regulátor DX-9100 .....	20
Obrázek 5: Hlavní obrazovka OWS .....	23
Obrázek 6: Nejnižší úroveň obslužného software OWS .....	24
Obrázek 7: Zařízení NERA Networks Evolution Metro .....	28
Obrázek 8: Zařízení Alcoma AL10F .....	30
Obrázek 9: Mapa sítě Teplárny Brno, a.s. (současný stav).....	33
Obrázek 10: Fresnelova zóna.....	39
Obrázek 11: Mapa sítě Teplárny Brno, a.s. (po modernizaci).....	49

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Spoje v pásmu 18 GHz .....	28
Tabulka 2: Spoje v pásmu 10 GHz .....	29
Tabulka 3: Spoje v pásmu 2,4 GHz .....	30
Tabulka 4: Standardy IEEE 802.11 .....	41
Tabulka 5: Rekapitulace nákladů.....	50