

# Intelligentní hotel

Intelligent hotel

Bc. Marek Fiala

---

Diplomová práce  
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav aplikované informatiky

akademický rok: 2008/2009

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Marek FIALA**  
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Informační technologie**  
  
Téma práce: **Inteligentní hotel**

Zásady pro vypracování:

1. Možnosti řízení, monitorování a komunikace systémů techniky budov.
2. Aplikace poznatků na konkrétní budovu.
3. Navrhněte systémy vzduchotechniky (VRV systém), elektroinstalace a rozvodů inteligentní sběrnice KNX pro hotelové pokoje.
4. Provedte návrh monitorování a ovládání všech systémů z recepce.
5. Navrhněte způsob dálkového monitorování přes Internet nebo síť GSM.
6. Vizualizujte celý systém pomocí SCADA.
7. Technicko-ekonomické hodnocení projektu.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. TZB-info – stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov [online]. c2001-2009 [cit. 2009-02-01]. Dostupný z WWW: ><http://www.tzb-info.cz><.
2. KNX Association [Official website] [online]. c2009 [cit. 2009-02-01]. Dostupný z WWW: ><http://www.knx.org><.
3. VOJÁČEK, Antonín. Sběrnice KNX pro řízení budov – 1. část. <http://automatizace.hw.cz> [online]. 2006 [cit. 2009-02-01]. Dostupný z WWW: ><http://www.automatizace.hw.cz/clanek/2006061001><.
4. VOJÁČEK, Antonín. Sběrnice KNX pro řízení budov – 2. část – kabely, propojení a EIB. <http://automatizace.hw.cz> [online]. 2006 [cit. 2009-02-01]. Dostupný z WWW: ><http://www.automatizace.hw.cz/clanek/2006082701><.
5. BASTIAN, Peter, et al. Praktická elektrotechnika. Praha : Europa-Sobotáles, 2004. 295 s. ISBN 8086706079.
6. DANIELS, Klaus. Technika budov. Bratislava : Jaga, 2003. 520 s. ISBN 80-88905-60-5.
7. KNX Association. Handbook for Home and Building Control : Basic Principles. 5th rev. edition.: ZVEI, 2006. 185 s.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Martin Zálešák, CSc.**

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání diplomové práce:

**20. února 2009**

Termín odevzdání diplomové práce:

**27. května 2009**

Ve Zlíně dne 13. února 2009

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

*děkan*



doc. Ing. Ivan Zelinka, Ph.D.

*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá návrhem inteligentního hotelu. Jedná se o systémy vzduchotechniky, elektroinstalace a monitorování celého systému. To vše je propojeno skrz inteligentní sběrnici KNX a celý systém je tak možno ovládat jak z jednoho místa, tak i dálkově. Cílem je zvýšit komfort ubytovaných hostů za přiměřené náklady.

Klíčová slova: inteligentní budova, KNX, LonWorks, klimatizace, VRV systém

## **ABSTRACT**

This diploma thesis deals with intelligent hotel design. It deals with air-conditioning system, wiring and monitoring of the system. All systems are connected through the KNX bus and the whole system is controlled from one location, as well as remotely. The aim is to increase the comfort of accommodated guests at a reasonable cost.

Keywords: intelligent building, KNX, LonWorks, air-conditioning, VRV system

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé diplomové práce, panu Ing. Martinu Zálešákovi, CSc. za cenné rady a připomínky a firmě Mekos Group, a.s., zastoupenou panem Josefem Jarmou, za poskytnutí cenných materiálů, bez nichž by se má práce neobešla.

Dále bych chtěl poděkovat rodině, přítelkyni a mým přátelům, kteří mě po celou dobu studia podporovali a dokázali pochopit mou zaneprázdněnost při tvorbě této práce.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.  
V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....  
Podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 SYSTÉMY TECHNIKY BUDOV</b> .....	<b>12</b>
1.1 ZÁKLADNÍ POJMY .....	12
1.1.1 Otevřený a uzavřený systém.....	12
1.1.2 Centralizovaný a decentralizovaný systém .....	12
1.1.3 Snímače (senzory).....	12
1.1.4 Akční členy (aktory) .....	12
1.2 SYSTÉMY V BUDOVĚ .....	13
1.2.1 Vzduchotechnika.....	13
1.2.2 Klimatizace .....	13
1.2.3 Elektroinstalace.....	16
1.2.4 Elektronické zabezpečovací systémy (EVS).....	17
1.2.5 Elektronická požární signalizace (EPS) .....	17
1.2.6 Údržba .....	18
<b>2 MOŽNOSTI KOMUNIKACE V BUDOVÁCH</b> .....	<b>19</b>
2.1 KNX.....	19
2.1.1 Základní parametry .....	19
2.1.2 Struktura komunikace .....	20
2.1.3 Topologie sítě .....	23
2.1.4 Přenosová média .....	24
2.2 LONWORKS.....	28
2.2.1 Základní vlastnosti .....	28
2.2.2 Struktura uzlu.....	28
2.2.3 Struktura rámce.....	29
2.2.4 Přístup na sběrnici .....	30
2.3 BACNET .....	30
2.3.1 Technologie pro BACnet.....	30
2.3.2 Princip funkce .....	31
2.4 ENOCEAN.....	32
2.4.1 Princip funkce .....	32
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>34</b>
<b>3 CHARAKTERISTIKA OBJEKTU</b> .....	<b>35</b>
3.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA .....	35
3.2 POŽADAVKY NA HOTEL .....	35
3.3 POSTUP NÁVRHU.....	35
3.4 ROZMĚRY MÍSTNOSTÍ.....	36
3.4.1 Přízemí.....	36
3.4.2 Patro .....	37
<b>4 STANOVENÍ VÝKONOVÝCH PARAMETRŮ</b> .....	<b>38</b>

4.1	KLIMATICKÉ ÚDAJE .....	38
4.2	TEPELNÉ ZTRÁTY .....	38
4.2.1	Celková návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru .....	38
4.2.2	Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla pro vytápěný prostor .....	38
4.2.3	Návrhová tepelná ztráta větráním pro vytápěný prostor .....	39
4.3	NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM TEPLA .....	39
4.3.1	Tepelné ztráty do venkovního prostředí.....	39
4.3.2	Tepelné ztráty do venkovního prostředí nevytápěným prostorem.....	39
4.3.3	Tepelné ztráty do přilehlé zeminy.....	40
4.3.4	Tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostor při různých teplotách .....	40
4.4	NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM .....	41
4.4.1	Přirozené větrání .....	41
4.4.2	Nucené větrání .....	41
4.4.3	Infiltrace obvodovým pláštěm budovy.....	42
4.4.4	Rozdíl množství nuceně odváděného a přiváděného vzduchu .....	42
4.5	ZÁTOPOVÝ TEPELNÝ VÝKON .....	43
4.6	TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ .....	43
4.6.1	Výpočet polohy Slunce .....	43
4.6.2	Intenzita sluneční radiace .....	44
4.6.3	Výpočet teploty venkovního vzduchu.....	45
4.6.4	Tepelná zátěž okny.....	45
4.6.5	Tepelné zisky stěnami .....	46
4.7	TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ .....	47
4.7.1	Tepelné zisky od lidí .....	47
4.7.2	Tepelné zisky od osvětlení .....	47
4.8	PŘÍKLAD VÝPOČTU PRO HOТЕLOVÝ POKOJ .....	47
4.8.1	Vstupní údaje pro tepelné ztráty .....	47
4.8.2	Vstupní údaje pro tepelné zisky .....	48
4.8.3	Výpočet tepelných ztrát.....	49
4.8.4	Výpočet tepelných zisků .....	50
4.8.5	Přehled vypočtených hodnot .....	53
4.9	TEPELNÉ ZTRÁTY A ZISKY VŠECH KLIMATIZOVANÝCH MÍSTNOSTÍ.....	54
4.9.1	Přízemí.....	54
4.9.2	Patro .....	54
<b>5</b>	<b>VRV SYSTÉM.....</b>	<b>55</b>
5.1	VOLBA VRV SYSTÉMU .....	55
5.2	VNITŘNÍ JEDNOTKY .....	55
5.3	VENKOVNÍ JEDNOTKY .....	57
5.4	PŘÍSLUŠENSTVÍ.....	58
5.4.1	Filtr.....	58
<b>6</b>	<b>SILNOPROUDÉ ROZVODY .....</b>	<b>59</b>
6.1	PŘIPOJENÍ HOTELU A ROZVADĚČŮ .....	59
6.2	POPIS ŘEŠENÍ SILNOPROUDÝCH ROZVODŮ .....	59
6.3	ZAPOJENÍ ROZVADĚČŮ .....	61
<b>7</b>	<b>SLABOPROUDÉ ROZVODY .....</b>	<b>63</b>



7.1	DATOVÁ A TELEFONNÍ SÍŤ .....	63
7.1.1	Připojení k Internetu.....	64
7.1.2	Prvky datové sítě.....	64
7.1.3	Prvky telefonní sítě .....	65
7.1.4	Přepěťová ochrana .....	67
7.2	KNX.....	68
7.2.1	Prvky systému KNX .....	68
7.3	ROZVODY STA.....	75
<b>8</b>	<b>VIZUALIZACE.....</b>	<b>76</b>
8.1	HARDWAROVÁ ČÁST.....	76
8.2	UKÁZKY ŘEŠENÍ .....	76
8.3	VZDÁLENÉ ŘÍZENÍ.....	78
<b>9</b>	<b>TECHNICKO – EKONOMICKÉ HODNOCENÍ .....</b>	<b>80</b>
9.1	SROVNÁNÍ S JINÝMI ZPŮSOBY KLIMATIZACE .....	80
9.2	OVLÁDÁNÍ KLIMATIZAČNÍCH JEDNOTEK .....	81
9.3	SBĚRNICE KNX.....	81
9.4	CENOVÉ PŘEHLEDY VŠECH PRVKŮ.....	81
9.4.1	Prvky VRV systému.....	81
9.4.2	Prvky pro sběrnici KNX.....	82
9.4.3	Prvky hlasových a datových služeb .....	83
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>84</b>
	<b>ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ .....</b>	<b>86</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>88</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>90</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>92</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>94</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>95</b>

## ÚVOD

Inteligentní budova – pro spoustu lidí je to zcela neznámý pojem. Většina si představí budovu, kde je vše ovládáno automaticky a obyvatel se prakticky nemusí o nic starat. Tato představa je z větší části správná, ovšem tento pojem v sobě zahrnuje mnohem více. Především se jedná o propojení všech systémů do jednoho celku tak, aby došlo k co největším úsporám provozních nákladů, především energií. Realizace jednotlivých prvků sama o sobě obtížná není. Důležité je, vybrat ty správné prvky, které vykazují určitou známku inteligence. Ovšem největší problém bývá v tom, jak tyto prvky vzájemně pospojovat, aby spolu spolupracovaly a mohly být i odněkud řízeny.

Ke spojování těchto prvků můžeme použít různých přenosových médií. Můžeme použít silové vedení, prvky sítě Ethernet, bezdrátové spojení nebo určitý sběrníkový systém. Každé přenosové médium používá svoje standardy, které se ovšem nemusí shodovat s komunikačními protokoly jednotlivých prvků. Proto je nejlepší použít standardizované a otevřené komunikační protokoly, které musí být nezávislé na přenosovém médiu. Takový systém bude sice dražší na vybudování, ale úspora provozních nákladů je pak zaručena.

Ve velkých budovách jsou nároky na jejich inteligenci mnohem vyšší, než například v rodinném domě. Zatímco v rodinném domě se spokojíme s ovládáním osvětlení, topení nebo žaluzií, to vše v počtu několika málo kusů, ve velké budově se tyto věci nejen opakují v několikanásobném rozsahu, ale jsou doplněny například o systém řízení klimatizace a vzduchotechniky v celé budově s požadavkem na monitorování jak z jednoho místa, tak i dálkově. Navíc uživatelů, kteří budou jednotlivé části systému chtít využívat a řídit, je mnohem víc a je nutné zajistit určitý komfort pro každého z nich – nezávisle na požadavcích jiných uživatelů.

A právě do tohoto rámce můžeme zasadit inteligentní hotel, kterého se tato diplomová práce týká. Je potřeba navrhnout především systémy klimatizace a elektroinstalace. Každý host si bude ve svém pokoji chtít vytápět nebo chladit na hodnotu, kterou si sám nastaví, bude si chtít řídit osvětlení a další služby podle svých požadavků, zkrátka je nutné zajistit každému hostu komfortní prostředí.

Z pohledu provozovatele hotelu je zase nutné zajistit, aby nedocházelo ke zbytečnému plýtvání energiemi, aby mohl monitorovat a ovládat jednotlivé řídicí prvky v konkrétním pokoji a také, aby v případě poruchy byl informován o problému, ať už je kdekoliv.

## I. TEORETICKÁ ČÁST

# 1 SYSTÉMY TECHNIKY BUDOV

## 1.1 Základní pojmy

### 1.1.1 Otevřený a uzavřený systém

Otevřený systém je takový systém, ve kterém mohou být implementována zařízení od různých výrobců, má veřejný protokol, realizace je provedena různými firmami nebo přímo uživatelem. Systém je lehce modifikovatelný, má nižší náklady na projektování a podporu použitým prvkům zajišťuje široké spektrum firem.

U uzavřených systému se typicky jedná o podnikovou technologii, dodávanou přímo konkrétním výrobcem, který také poskytuje montáž a servis. Systém má uzavřený firemní protokol a nebývá tak snadno modifikovatelný. Náhradní díly poskytuje opět pouze konkrétní výrobce, a proto mohou být velmi drahé.

### 1.1.2 Centralizovaný a decentralizovaný systém

Centralizovaný systém je takový, kde celá síť závisí na jednom řídicím prvku, který přijímá informace ze snímačů a zároveň dává pokyn akčním členům. Ovšem při výpadku tohoto prvku nefunguje celá síť. Decentralizované systémy naopak řízení sítě dělí na všechny prvky v síti, které ale ovšem musí disponovat určitou inteligencí. Výpadek jednoho prvku ale neovlivní funkci celé sítě, maximálně pouze určitou část.

### 1.1.3 Snímače (senzory)

Jsou to zařízení, která měří nějakou fyzikální veličinu a převádí ji na signál, který může být dále zpracováván dalšími zařízeními. Správný senzor by měl být citlivý pro veličinu, kterou měří, neovlivnitelný jinými veličinami a sám by také neměl měřenou veličinu nijak ovlivňovat. Důležité parametry snímačů jsou rychlost, citlivost, přesnost. Jako příklad můžeme uvést binární vstupy, termostaty, časové spínače, detektory pohybu, požární hlásiče apod.

### 1.1.4 Akční členy (aktory)

Akční členy na základě informace ze sběrnice nebo přímo ze snímače zajišťují provedení určité operace. Jsou to typicky binární výstupy, spínací jednotky nebo stmívače. Příklad funkce může být například pokles teploty v místnosti, kterou snímač zaznamená a na základě této informace akční člen sepne vytápění, aby byla dodržena požadovaná teplota.

## 1.2 Systémy v budově

Do kategorie systémů v budově můžeme zařadit vzduchotechniku, klimatizaci, elektroinstalace, zabezpečení, požární signalizace a údržbu.

### 1.2.1 Vzduchotechnika

Vzduchotechnika je základním prvkem, který vytváří mikroklima v budově. Má za úkol zajistit jak úpravu vzduchu, tak i jeho dopravu do požadovaných míst. Vzduchotechnika plní čtyři základní funkce – ohřev, chlazení, odvlhčování a zvlhčování vzduchu. Vzduchotechnické systémy pak plní především následující body:

- **větrání** – výměna znehodnoceného vzduchu v prostoru za vzduch venkovní (nebo obecně znehodnocený z jiného prostoru) pomocí tlakového spádu; větrání pak ještě můžeme rozdělit na přirozené a nucené
- **odsávání** – zajišťuje odvod škodlivin a pachů z místa jejich vzniku
- **teplovzdušné vytápění** – zajišťuje vytápění daného místnosti přívodním vzduchem, který má vyšší teplotu než vzduch v dané místnosti

### 1.2.2 Klimatizace

Je to zařízení, sloužící k úpravě vzduchu jak v celých budovách, tak i v jednotlivých místnostech nebo dopravních prostředcích. Pracuje na principu nasávání venkovního vzduchu, který je filtrován a je mu upravena teplota a vlhkost na požadovanou hodnotu. Pomocí ventilátorů je pak rozváděn do místnosti.

Chlazení pracuje na principu kompresorového okruhu (vnitřní jednotka výparník, vnější jednotka kondenzátor). Vnitřní teplo je odváděno pomocí média (chladiwa) do vnějšího prostředí. Tento systém může fungovat i naopak (na principu tepelného čerpadla vzduch-vzduch) a dochází k vytápění. Klimatizační jednotky také mohou obsahovat různé filtry (prachové, antibakteriální), které přispívají ke kvalitě vzduchu v místnosti. [14]

Klimatizace můžeme rozdělit do dvou základních kategorií:

- **kompaktní** – okenní, mobilní, bez vnější jednotky
- **dělené** – split systém, multisplit systém, VRV systém

#### Okenní

Bývá použita nejčastěji v obchodech, v oknech kanceláří nebo bytů.

Výhody: nízká pořizovací cena

Nevýhody: hlučnost, svod odpadu kondenzátu



Obrázek č. 1: Okenní jednotka

### **Mobilní**

Používá se v případech, kdy nemůže být použit jiný typ klimatizace. Můžeme ji ještě rozdělit na dva typy – na jednotku s děleným kondenzátorem, kdy je malý kondenzátor umístěn mimo klimatizovaný prostor a s jednotkou je propojen hadicemi, nebo na jednotku kompaktní, kde je přehřátý vzduch z jednotky odváděn přímo hadicí mimo místnost.

Výhody: nízká pořizovací cena, snadná instalace

Nevýhody: hlučnost, nutnost vylévat kondenzát, omezená mobilnost, zabírá místo vevnitř



Obrázek č. 2: Mobilní klimatizace

### **Klimatizace bez vnější jednotky**

Většinou jsou v provedení nástěnném nebo parapetním, jsou ale robustnější.

Výhody: náhrada split systémů, nízká hladina hluku

Nevýhody: náročnější stavební úpravy



Obrázek č. 3: Klimatizace bez vnější jednotky

### **Split systém**

Tyto systémy se skládají ze dvou dílů – vnitřního a venkovního. Vnitřní jednotka obsahuje chladič (výparník), ventilátor, filtr vzduchu, venkovní pak kompresor, kondenzátor a ventilátor. Jednotky se umísťují tak, aby byly co nejbližší u sebe.

Výhody: nízká hlučnost, velký výběr provedení vnitřních jednotek, lepší účinnost

Nevýhody: náročná montáž



Obrázek č. 4: Split systém

### **Multisplit systém**

V principu stejný jako split systém, ale s tím rozdílem, že na jednu venkovní jednotku může být připojen více jednotek vnitřních, které navíc mohou být různého provedení i výkonu. Rozvody chladiva jsou provedeny ke každé jednotce zvlášť. Výhody a nevýhody jsou stejné, jako u split systémů.

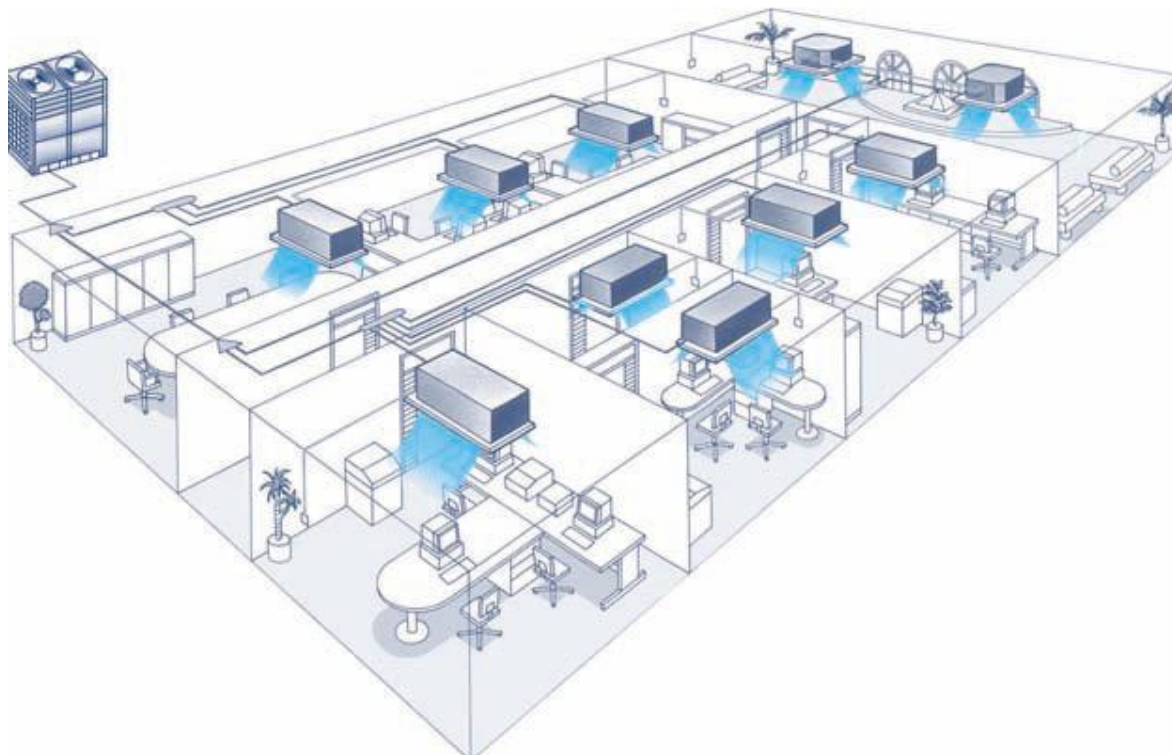
### **VRV systém**

Na jednu vnější jednotku může být zapojeno až několik desítek vnitřních jednotek v různém provedení a výkonu. Oproti multisplit systému je zde rozdíl v tom, že hlavní rozvod chladiva je veden od vnější jednotky do budovy, kde jsou podle potřeby přidávány odbočky na jednotlivé vnitřní jednotky. Pomocí inverterové technologie je řízen výkon dle

potřeby a tím dochází ke značným energetickým úsporám. Jednotky samozřejmě umožňují jak chlazení, tak i topení – většinou vždy všechny dohromady. U nejnovějších systémů je ale možnost chlazení a vytápění zároveň (např. polovina jednotek vytápí a polovina chladí).

Výhody: velký výkon, ekonomický provoz

Nevýhody: vyšší pořizovací cena



Obrázek č. 5: Příklad zapojení a funkce VRV systému

### 1.2.3 Elektroinstalace

Pod pojmem elektroinstalace si můžeme představit nejen silnoproudé a slaboproudé rozvody elektrické energie, ale také rozvody inteligentní sběrnice či datových sítí. Do této kategorie spadá také řízení osvětlení a ovládání žaluzií, protože tyto dva faktory dokážou uspořit největší množství energie. Tuto úsporu můžeme zajistit jednak volbou vhodných nízkopříkonových svítidel, ale především řídicími prvky, jako jsou stmívače, které reagují na úroveň osvětlení, aby byla neustále konstantní (především, aby se nesvítilo zbytečně), detektory pohybu, které zaručí vypnutí osvětlení tehdy, když v místnosti nikdo nebude, nebo řízením žaluzií, které v závislosti na slunečním svitu budou automaticky natočeny tak, aby osvětlení místnosti bylo dostatečné. Propojení systému stmívačů a ovládání žaluzií



je tedy velmi žádoucí. Řízením žaluzií také můžeme ovšem docílit i jiného efektu – v zimním období pustí žaluzie dovnitř co nejvíc slunečního světla, které částečně přispěje k vytápění místnosti, a v létě naopak budou světlo odrážet, aby se místnost nepřehřívala, a tím se sníží i náklady na chlazení. Toto všechno ovšem vyžaduje kvalitní řídicí systém, který bude umět zohlednit spoustu dalších parametrů, majících vliv na natočení žaluzií, jako je například orientace ke světovým stranám, polohy jednotlivých oken, vzdálenost stínících objektů (budovy, stromy), datum, čas, údaje o slunečním svitu. Všechny tyto údaje by měl systém zpracovávat automaticky, například z připojené meteorologické stanice nebo jiných snímačů povětrnostního stavu.

#### 1.2.4 Elektronické zabezpečovací systémy (EZS)

Účelem elektronických zabezpečovacích systémů je zajistit bezpečnost jak budovy, tak i jejich obyvatel. Je nutné včas informovat uživatele o narušení prostoru, který je těmito prvky zabezpečen.

Prvky EZS:

- prvky plášťové ochrany (kontaktní čidla)
- prvky prostorové ochrany (pohybová čidla)
- prvky předmětové ochrany (čidla kontaktní, tlaková, akustická, tříštění skla)
- prvky venkovní obvodové ochrany (infrazávory)
- poplachové ústředny
- hlásiče poplachu (sirény, majáky, GSM hlásiče, připojení na PCO)
- CCTV (uzavřený televizní okruh)

#### 1.2.5 Elektronická požární signalizace (EPS)

Systémy EPS mají za úkol detekovat a oznamovat případný požár v budově už ve stadiu jeho vzniku. Detektory snímají kouř, teplotu nebo detekují plameny. Data jsou pak předávána na řídicí ústřednu, která zajistí další nezbytné kroky – spuštění alarmu, evakuační hlášení, uvolnění blokováných protipožárních východů, rozsvícení světel na únikových cestách, vyřazení technologických zařízení, spuštění odsávání kouře a případně i hasicí zařízení.

Prvky EPS:

- detektory překročení teploty

- pyrometrické detektory plamene
- hlásiče kouře
- tlačítkové hlásiče

### 1.2.6 Údržba

Údržba je podceňovaným prvkem v technologii budov, i když je velmi důležitá k tomu, aby byl provoz budovy úsporný. Je potřeba kontrolovat správnou funkci všech prvků a případně vyměnit ty nefunkční. Součástí údržby je také monitorování stavu náhradních součástí, které jsou k dispozici.

## 2 MOŽNOSTI KOMUNIKACE V BUDOVÁCH

V dnešní době každá postavená budova, předurčená pro pobyt či práci více osob, je zpravidla vybavena pokročilejšími systémy techniky budov, viz předchozí kapitola. Tudíž je potřeba tyto systémy nějakým způsobem řídit. Většina prvků má ovšem svůj vlastní řídicí a komunikační systém, který nebývá kompatibilní s prvky jiných výrobců. Proto se zavedly standardy, jejichž společnou vlastností je otevřenost celého systému a interoperabilita mezi jednotlivými zařízeními. Zařízení, kompatibilní s daným komunikačním protokolem, se většinou chlubí certifikací a logem daného protokolu, aby bylo zřejmé, že splňuje definovaný standard. Standardizovaných protokolů je celá řada, z těch nejpoužívanějších je to KNX, LonWorks, BACnet, EnOcean, DALI, Modbus a další. Všechny tyto protokoly mají navíc snahu o decentralizaci celého řešení. Decentralizované řešení značí, že celá síť není závislá na jednom řídicím prvku a výpadek kteréhokoliv prvku v síti neovlivní funkci celého systému. To ovšem znamená, že každý prvek v systému musí být „inteligentní“, což můžeme chápat tak, že v sobě bude obsahovat instrukce a vlastnosti standardizovaného protokolu, podle kterého je celá síť tvořena.

### 2.1 KNX

Sběrnice KNX byla vyvinuta asociací Konnex, která vznikla v roce 1999 spojením tří evropských standardů (EHSA, BCI, EIBA) pro systémy inteligentních budov. Všechno ovšem začala sběrnice EIB firmy Siemens už v roce 1986, která se od roku 1992 stala německou, a později i evropskou normou (EN 50090). Tato sběrnice umožňuje komunikaci mezi prvky od různých výrobců, které logem KNX na svém výrobku definují zařízení, vhodná pro tuto síť.

#### 2.1.1 Základní parametry

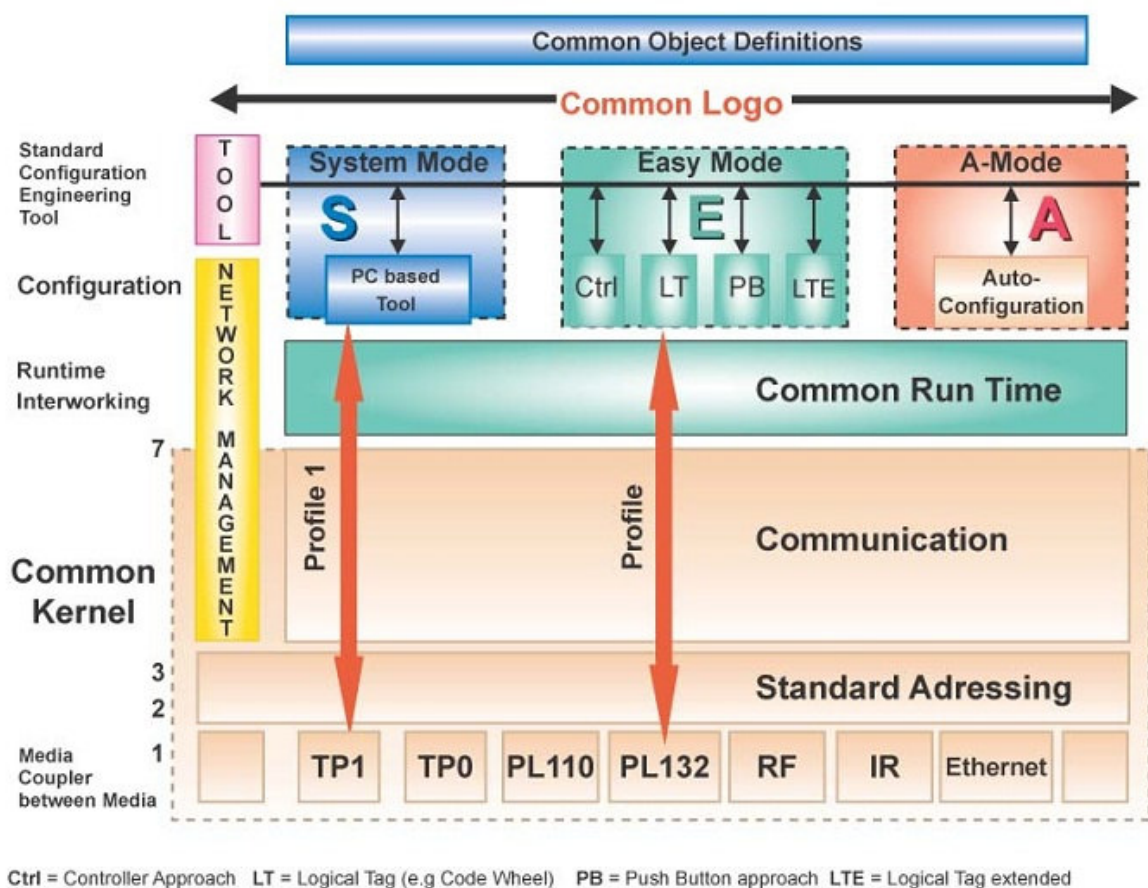
Charakteristické rysy standardní konfigurace lze shrnout do následujících bodů [3]: [1]

- Přenos dat s různou rychlostí 1.2, 2.4, 4.8, 9.6 nebo 32 kbit/s v závislosti na použitém komunikačním médiu
- Maximální velikost sítě: 1000 m
- Maximální vzdálenost mezi připojenými zařízeními: 700 m
- Možnost napájení jednotek po sběrnici
- Adresace v celé síti až přes 65 tisíc jednotek, až 256 v každé podsíti

- Datové pakety s volitelnou délkou 14 nebo 248 bajtů
- Segmentace pro vytváření rámců z větších bloků dat
- Vytvoření různých přenosových standardů
- KNX (Konnex Bus) plně definuje síťovou, transportní a aplikační vrstvu, hierarchii adresování, strukturu uzlů a komunikujících zařízení

### 2.1.2 Struktura komunikace

Komunikační struktura této sběrnice je velmi podobná klasickému modelu OSI, jak jej známe z oblasti počítačových sítí. Samotná organizace KNX ve svých zdrojích uvádí následující schéma:



Obrázek č. 6: Graficky znázorněná struktura standardu KNX

Vysvětlení k jednotlivým vrstvám modelu (čísla na levé straně značí vrstvy modelu OSI):

- **Common Object Definitions** – vzájemně propojené distribuované aplikační modely pro zpracování různých úloh z oblasti automatizace domácností a budov, což je vlastně účel celého systému

- **Configuration Tool** – slouží pro konfiguraci a řízení všech zdrojů v síti a ke spojování jednotlivých částí distribuovaných aplikací, běžících v různých uzlech
- **Common Kernel** – komunikační systém, spravující komunikaci po fyzickém médiu, protokol zpráv a příslušné modely pro komunikační zásobník v každém uzlu. Podporuje také všechny komunikační požadavky pro konfiguraci a správu instalace, stejně jako běžících distribuovaných aplikací.
- **Media Coupler** – konkrétní modely zařízení, zahrnuté v profilech pro efektivní realizaci, a jejich přístup na příslušné komunikační médium [3]

### Fyzická a linková vrstva

Systém KNX umožňuje výrobcům výběr mezi několika fyzickými vrstvami nebo jejich kombinacemi. Možnosti přenosových médií jsou uvedeny v kapitole 2.1.4. Linková vrstva pak poskytuje konkrétnímu zařízení přístup na médium a základní řízení navázání komunikace. Princip vysílání funguje takto:

Když sběrnice není obsazená, může účastník navázat vysílání. Při pokusu o vysílání více účastníků současně je síť ošetřena metodou CSMA/CA, tedy účastník čeká, až bude na sběrnici volno. Každý vysílaný telegram má definovanou prioritu – nízkou, vysokou, poplachovou – a dále ještě prioritu, definovanou svou skupinovou adresou. Pokud dojde na sběrnici ke kolizi, pokračuje tedy ten s vyšší prioritou.

### Síťová a transportní vrstva

Síťová vrstva provádí segmentaci rámců a řízení jejich směrování v síti, transportní vrstva vytváří komunikační propojení mezi komunikačními uzly a řídí vysílání a příjem dat. [3] Na těchto vrstvách probíhá komunikace při následující struktuře rámce, jehož délka může být až 22 bytů (základní rámec).

0	1	2	3	4	5	6	7	8...N-1	N ≤ 22
řídící pole	zdrojová adresa	cílová adresa	typ adresy	TPCI	APCI	data/APCI	data	kontrola rámce	

Obrázek č. 7: Struktura rámce pro komunikaci na KNX

Popis jednotlivých bytů v rámci:

- řídící pole – definuje prioritu rámce a rozlišuje standardní a rozšířený rámec
- zdrojová adresa – vždy individuální
- cílová adresa – může být individuální nebo skupinová

- typ adresy – vymezení přesného typu cílové adresy, je zde počítadlo přeskoků, které dekrementuje hodnotu při každém průchodu rámce a zabraňuje nekonečnému obíhání rámce; když dosáhne hodnoty 0, rámec se odstraní
- TPCI – ovládání komunikace na transportní vrstvě, navázání a udržování spojení
- APCI – udává aplikační vrstvě, co se má následně provést, určuje službu aplikační vrstvy, která je dostupná pro daný typ adresování a komunikačním módu a která má být vykonána
- data – standardní rámec dokáže přenést 14 bytů dat, rozšířený 248 bytů
- kontrola rámce – obsahuje kontrolní součet, zajišťující spolehlivost přenosu

Transportní vrstva může vytvořit 4 typy komunikačních propojení mezi uzly:

- jeden uzel komunikuje se mnoha dalšími (multicast)
- jeden uzel se všemi připojenými a komunikujícími uzly (broadcast)
- jeden uzel komunikuje s jedním uzlem (one-to-one connectionless)
- jeden uzel komunikuje s jedním uzlem s pomocí identifikátorů (one-to-one connection-oriented)

### **Aplikační vrstva**

Aplikační vrstva nabízí širokou škálu služeb pro aplikační procesy. Tyto služby jsou závislé na typu komunikace, použitého na transportní vrstvě. Služby související s point-to-point a broadcast komunikací slouží pro správu sítě, zatímco služby související s multicast komunikací jsou určeny pro provozní operace.

KNX modely aplikací u každého připojeného zařízení jsou tvořeny kolekcí vysílacích a přijímacích datových bodů, distribuovaných přes určitý počet zařízení. Takový systém je správně funkční v případě, když datové body v různých zařízeních jsou propojeny přes společné identifikátory, tzv. svázaný (bound), podobně jako jsou různé uzly spojeny společnou adresou do multicast skupiny.

Když lokální aplikace (zařízení typu senzor) chce jinému zařízení předat nově naměřenou hodnotu, provede zápis dané hodnoty do vysílacího datového bodu a ten hodnotu vyšle společně s příkazem "zapiš (write)" konkrétní cílovou adresu jednotky, které má být předána. Přijímací datový bod této adresované jednotky vyslanou hodnotu přijme a oznámí to své lokální aplikaci. Ta s ní může dle libosti nakládat až do doby, než je přepsána

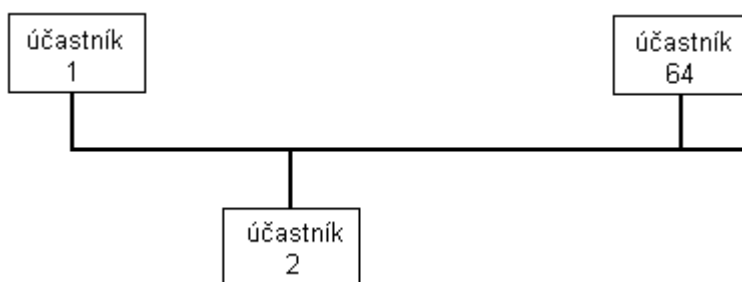
hodnotou novou. Prováděná akce může například představovat interní změnu stavu nějakých proměnných, updatování jednoho z vlastních vysílacích datových bodů nebo modifikaci stavu některých fyzických výstupů apod. Podobně tak vzájemně komunikují lokální aplikace běžící na vzájemně propojených zařízeních, propojené datovými body, mohou společně tvořit rozsáhlou distribuovanou aplikaci.

KNX zahrnuje tři základní schémata pro vzájemné propojení datových bodů, podle toho, zda hodnota adresy přenáší sémantickou informaci nebo ne a zda propojení je přesně předdefinované nebo se řídí některými volnými pravidly:

- volné propojení (free binding)
- strukturované propojení (structured binding)
- označené propojení (tagged binding) [3]

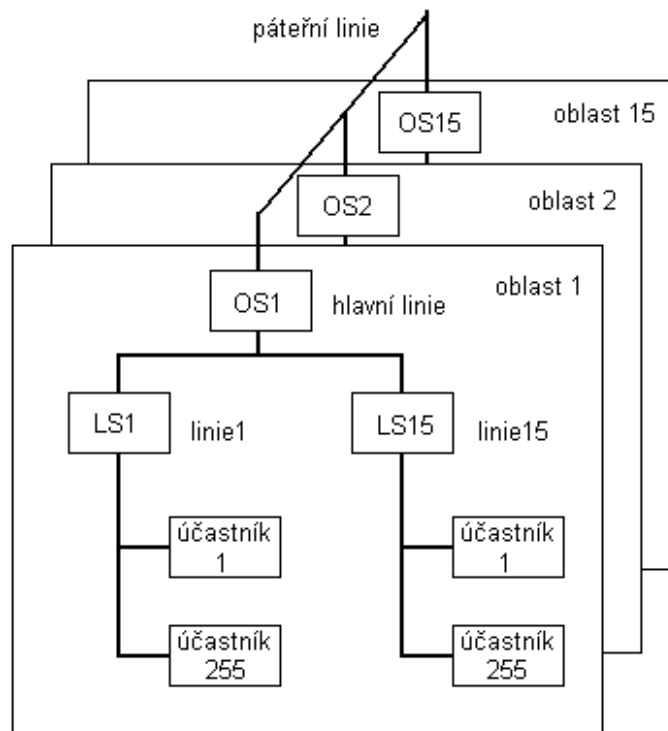
### 2.1.3 Topologie sítě

Základním prvkem topologie sítě KNX je linie na následujícím obrázku: [8]



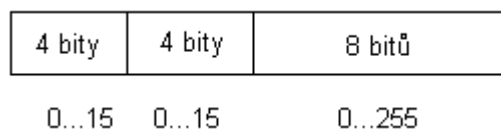
Obrázek č. 8: Jedna linie sítě KNX

Ta se může sestávat ze čtyř liniových větví, přičemž každá větev umožňuje připojit maximálně 64 účastníků a vyžaduje vlastní napájecí zdroj. Tento počet vychází ze spotřeby energie a parazitní elektrické kapacity. Pro většinu aplikací by však byl takový rozsah nedostatečný, a proto je možné vytvořit oblast, kde je vytvořena hlavní linie a na ní připojit až 15 dalších linií. Tím však struktura sítě nekončí a podobně lze vytvořit více oblastí připojených k páteřní linii.



Obrázek č. 9: Topologie sítě KNX

Způsob adresování podle předchozího obrázku je pak zřejmý. Adresa se skládá z 16 bitů, které jsou rozděleny do tří bloků, viz *Obrázek č. 10*.



Obrázek č. 10: Adresa prvků v síti

První část fyzické adresy označuje oblast 1 ... 15. Hodnota 0 je vyhrazena pro účastníky na páteřní línii. Druhá část adresy udává línii v dané oblasti 1 ... 15. Podobně hodnota 0 adresuje účastníky na hlavní línii. Poslední část fyzické adresy označuje účastníka v línii, hodnota 0 je rezervována pro líniovou spojku. [8]

### 2.1.4 Přenosová média

System KNX můžeme provozovat na různých přenosových médiích. Samotná organizace specifikuje především komunikaci po drátě (kroucený pár vodičů TP, silové vedení) nebo bezdrátovou komunikaci (rádiový přenos, infračervený přenos). Speciálním případem média je IP komunikace, do které patří přenosy přes Ethernet, WiFi nebo FireWire.



### Kroucený pár vodičů TP

Můžeme je dále rozdělit na TP0 a TP1. Typ TP0 byl vyvinut společností BatiBUS, TP1 je základní přenosové médium EIB. Obě média mají stejnou strukturu, liší se od sebe pouze přenosovou rychlostí, kdy kabel TP0 dosahuje rychlosti až 4,8 kbit/s a kabel TP1 rychlosti až 9,6 kbit/s. Kabel obsahuje 2 páry vodičů, pro vlastní komunikaci se využívá pouze jeden pár, druhý slouží jako záložní.

K přenosu signálu slouží červený (+) a černý (-) vodič, které můžeme také použít pro napájení jednotlivých zařízení. Tato možnost je ale omezená, neboť vodiče poskytují napětí pouze 20 až 30 V. Druhý pár vodičů (bílý a žlutý), jsou určeny pro záložní případ, kdyby na nějakém z přenosových vodičů došlo k poruše nebo k poškození. Tyto vodiče ale také můžeme použít k jiným účelům, musíme ovšem dodržovat pravidla pro kladení vedení. Kabely jsou chráněny ochranným opatřením SELV, což znamená, že je možné je klást souběžně se silovým vedením.

Kabely typu TP1 vyrábí více firem, ovšem požadované vlastnosti může zaručit pouze certifikovaný kabel KNX. Certifikace zaručuje následující vlastnosti:

Parametr	Hodnota
Elektrický odpor kabelu (na 1000 m délky)	72 $\Omega$
Kapacita smyčky (na 1000 m délky)	0,12 $\mu\text{F}$
Minimální vzdálenost dvou napáječů	200 m
Maximální vzdálenost dvou zařízení od sebe	700 m
Maximální vzdálenost zařízení od napáječe	350 m
Maximální celková délka všech kabelů v linii	1000 m
Napájení sběrnice	30 V
Maximální počet napájených prvků	64, každý max. 10 mA
Režim přenosu	střídavý
Potřeba koncového odporu (terminátoru)	ne

Tabulka č. 1: Vlastnosti kabelu TP1

Při přenosu se jeden znak skládá ze 13 bitů, z nichž 8 je datových a 5 je vyhrazeno kontrole a pauze. Délka jednoho rámce může být 8 až 23 znaků a spolu s dalšími částmi telegramu zabere jeden telegram na sběrnici až 40 ms. Při rychlosti 9600 bitů za sekundu to odpovídá 30 telegramů za sekundu, což při běžných potřebách v technologii budov dostačuje, ovšem ve větších zařízeních s požadavky na častější odezvy by to možná mohl být problém.

Kabely TP1 můžeme také ještě rozdělit podle způsobu použití v závislosti na okolním prostředí. Můžeme rozlišovat tyto typy:

- YCYM 2x2x0.8 (specifikace EIB) – pro pevné instalace, vhodný pro suché, vlhké i mokré prostory, ve venkovním prostředí se nesmí dlouhodobě vystavovat slunečnímu záření, jeho montáž je možná na povrchu, v potrubí, atd.
- J-Y(St)Y 2x2x0.8 (specifikace EIB) – pro pevné instalace, vhodný pouze pro vnitřní prostory a pro montáž na povrchu i v potrubí
- JH(St)H 2x2x0.8 – vodič bez halogenů, vedený odděleně
- A-2Y(L)2Y nebo A-2YF(L)2Y – vhodný pro podzemní instalace pro dálkový přenos a venkovní použití

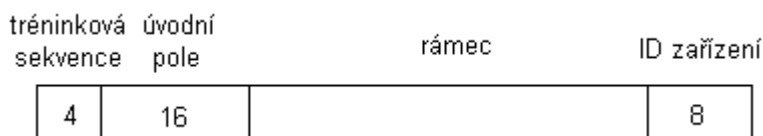
### **Silové vedení (PL)**

Opět existují dva typy tohoto vedení: PL110 od EIB a PL132 od EHS. Oba tyto typy používají stejné kódování, stejné přístupové metody a také stejný (poloduplexní) režim přenosu. Rozdíl je pouze ve vysílací frekvenci a přenosových rychlostech. Pro typ PL110 platí frekvence 110 kHz a rychlost 1200 bit/s, pro typ PL132 je to 132 kHz a 2400 bit/s.

Výhodou tohoto typu přenosového média je, že nemusíme instalovat klasický kabel TP. Ale i přesto se tento typ využívá jen velmi málo a pouze pro doporučené aplikace, jelikož díky neočekávaným změnám na rozvodné síti může dojít ke ztrátě přenášených dat a v extrémních případech i k poškození samotného zařízení. Typickými aplikacemi, u kterých se s tímto typem přenosového média můžeme setkat, je například řízení osvětlení nebo žaluzií.

Přenášené rámce jsou shodné s rámci, přenášenými přes TP. Rámec je součástí dalších částí telegramu, jak je naznačeno na následujícím obrázku (*Obrázek č. 11*). Součástí telegramu je i tzv. tréninková sekvence, která má stejný význam, jako při použití v GSM

technologiích, tedy pro ověření spojení a nastavení některých parametrů pro správnou komunikaci. Za rámcem ID zařízení ještě následují korekční bity.



Obrázek č. 11: Telegram na silovém vedení

### Rádiová komunikace (RF)

Tato komunikace je plně specifikovaná standardem KNX, je realizována na frekvenci 868,3 MHz a kódována metodou FSK. Přenos je buď jednosměrný, nebo poloduplexní obousměrný s rozstupem dat 32 kHz. Rychlost přenosu je 16,4 kbit/s a maximální počet zařízení, připojených přes toto přenosové médium, je 64. Jako metoda přístupu na sběrnici se používá opět CSMA, telegram je stejný jako u přenosu po silovém vedení.

Výhodou této komunikace je absence komunikačního vedení, nevýhodou může být dosah, který je limitován různými překážkami mezi vysílačem a přijímačem, jako jsou například stěny nebo kovové předměty a konstrukce v blízkosti zařízení. V případě velmi špatného signálu lze použít opakovače. Zařízení by také neměla být umístěna v blízkosti jiných přístrojů, které mohou vyzařovat elektromagnetické záření (televize, mikrovlnné trouby). Typický dosah rádiového signálu uvnitř budovy bývá řádově desítky metrů. Samotné médium a dolní část linkové vrstvy je specifikováno standardem CEN TC294 for metering, aby bylo schopné sdílet hardwarové platformy. RF přenos pak splňuje ERC doporučení ERC/REC 70-03 a ETSI European Standard ETS 300-220.

### Další typy přenosových médií

Můžou jimi být veškerá přenosová média, založená na IP komunikaci, jako je Ethernet (IEEE 802.2), Bluetooth, WiFi/Wireless LAN (IEEE 802.11), FireWire (IEEE 1394) nebo infračervený přenos (převzatý ze standardu EIB).

K propojení veškerých těchto médií můžeme využít tzv. ANubis mód (Advanced Network for Unified Building Integration & Services), který je logickým smíšením protokolů, programovacích rozhraní, modelů a nástrojů, které jsou u výrobců standardů KNX podobné. Tímto může být samotná specifikace tohoto standardu rozšířena a vylepšena, například o vzdálenou správu přes Internet.

## 2.2 LonWorks

Tuto sběrnici vyvinula firma Echelon v letech 1989 až 1992 ve spolupráci s firmami Toshiba a Motorola. Zkratka LON v názvu znamená Local Operating Network, přeloženo jako místní datová síť. Sběrnice ke komunikaci využívá protokol LonTalk, který je definován na všech sedmi vrstvách modelu ISO/OSI. Protokol je navíc nezávislý na topologii sítě, která může být sběrnice, kruhová, hvězdicová nebo libovolná kombinace předchozích. Síť může být rozdělena na domény, ty mohou být dále rozděleny na podsítě (až 255), navíc uzly (až 127 v podsíti) v doméně mohou tvořit také skupiny (až 256 skupin). V jedné doméně tedy může být až 32 385 uzlů. Součástí každého uzlu je tzv. neuron chip, ve kterém je implementováno spodních šest vrstev protokolu LonTalk. Pro komunikaci mezi zařízeními můžeme, stejně jako u KNX, použít prakticky libovolné přenosové médium.

### 2.2.1 Základní vlastnosti

Síť využívá peer-to-peer architektury s prioritním systémem zasílání zpráv. Základem sítě je uzel, obsahující neuron chip, což je vlastně speciální typ mikropočítače. Firmware neuron chipu tvoří protokol LonTalk. Uzel se v síti identifikuje tzv. Neuron ID, což je 48mi bitový, z výroby unikátní kód, uložený v EEPROM neuron chipu. Neuron chipy se programují speciálním jazykem Neuron C, který je syntaxí založen na programovacím standardu ANSI C.

### 2.2.2 Struktura uzlu

Každý uzel se skládá z několika základních bloků:

- **neuron chip** – řídicí část uzlu
- **napájecí zdroj** – napájí každý uzel
- **obvody rozhraní I/O** – zajišťují rozhraní mezi neuron chipem a fyzickým médiem
- **transceiver** – zajišťuje komunikaci

#### Neuron chip

Je hlavní součástí uzlu a skládá se ze tří osmibitových mikroprocesorů, které jsou integrovány do jednoho pouzdra:

- **media access CPU** – ovládá a řídí všechny komunikační porty na úrovni fyzické a linkové vrstvy, na výstupu je již signál, upravený do podoby paketu LonTalk

protokolu. Tento mikroprocesor má také na starosti vysílání jednotlivých paketů podle jejich priority, detekce kolize na sběrnici, tvorbu rámců nebo opravný kód.

- **network CPU** – zpracovává veškeré informace a požadavky na služby, poskytované protokolem LonTalk, pracuje mezi 3. a 6. vrstvou ISO/OSI modelu
- **application CPU** – pracuje na 7. vrstvě, provádí zpracování instrukcí v jazyce Neuron C, spouští aplikační služby. Uživatel má přístup pouze k tomuto procesoru, ostatní dva procesory pracují samostatně.

Pro uložení aplikačního programu a aktualizovatelné části firmwaru se využívá vnitřní EEPROM paměť, případně paměti externí. [11]

### Transceiver

Slouží k modulaci signálu na daný typ média. Pro každý typ média bývá implementován specifický typ transceiveru, který umí s použitým přenosovým médiem správně pracovat. Transceivery se také používají ve funkci oddělovacích transformátorů, které mají za úkol chránit neuron chip před poškozením – například před zkratem nebo přepětím v síti.

Z hlediska klasifikace můžeme transceivery dělit nejen podle přenosových médií, ale také podle jejich přenosové rychlosti, topologie nebo maximální vzdálenosti uzlů.

#### 2.2.3 Struktura rámce

Rámcem na sběrnici LonWorks vzdáleně připomíná rámce u KNX, jejich struktura je velmi podobná, ale základní délka rámce je 12 bytů, viz následující obrázek.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
hlavička	informace o adrese				typ služby	hlavička	data			CRC	

Obrázek č. 12: Struktura rámce LonWorks

Popis jednotlivých bytů v rámci (v závorce vrstva ISO/OSI):

- hlavička – priorita rámce, synchronizace, (2)
- informace o adrese – 1 byte pro formát adresy, 2 byty pro zdrojovou adresu, 1 byte pro cílovou adresu a doménové ID, které může mít délku 0, 1, 3 nebo 6 bytů, (3)
- typ služby – ID typu služby, (4)
- hlavička – volba síťových proměnných (spojitá, diskrétní hodnota, teplota), (5/6)
- data – minimální délka je 2 byty, maximální může být až 228 bytů, (7)
- CRC – kontrolní součet rámce, (2)

### 2.2.4 Přístup na sběrnici

Využívá se přístupová metoda CSMA/CA, takže struktura přenášeného telegramu je taková (viz

rámec	nečinnost	čas priority (1 – 127)	časová prodleva (16 – 1008)
-------	-----------	------------------------	-----------------------------

*Obrázek č. 13: Přístup na sběrnici*

Každý uzel v síti je omezen pouze na jednu odchozí transakci v jednom okamžiku. LonTalk protokol proto implementuje mechanismus, který zabrání tomu, že bude přístup odmítán do nekonečna. Uzly proto čekají na stav nečinnosti a každý uzel v době, kdy chce začít vysílat, vypočítá náhodně generovaný čas, který může být přepsán přiřazením priority každému uzlu. Uzly pak budou vysílat v pořadí podle priority. Následuje náhodně generovaná časová prodleva, a když bude do té doby sběrnice volná, uzel pošle svůj paket.

## 2.3 BACnet

BACnet je zkratka pro Building Automation and Control Networks a jedná se o standard v oblasti automatizace budov podle norem ANSI i ISO. Jedná se o komunikační protokol, navržený skupinou ASHRAE speciálně pro potřeby technologie budov, jako je vytápění, klimatizace, osvětlení, kontrola přístupu nebo požární systémy. Díky tomuto protokolu si mohou jednotlivá zařízení vyměňovat informace nezávisle na ostatních prvcích.

Vývoj tohoto protokolu začal již roku 1987, ale mezinárodním standardem ANSI byl schválen až roku 1995 a normou ISO dokonce až v roce 2003. V roce 2006 se sdružili výrobci BACnet zařízení do jediné organizace – BACnet International, která má zajistit používání tohoto standardu v automatizaci budov.

### 2.3.1 Technologie pro BACnet

Protokol BACnet definuje metody použití uvnitř automatizovaných systémů, přičemž mezi nimi komunikuje pomocí různých LAN technologií a typů přenosových médií. Všechny doporučené technologie pro BACnet a jejich výhody a nevýhody shrnuje následující tabulka.

typ LAN	náklady	rychlost	pozitiva	negativa
Ethernet	vysoké	10 – 100 Mbps	mezinárodní standard, různá přenosová média, vysoká rychlost, PC kompatibilita, již ve většině budov	vysoké náklady, limit vzdálenosti
ARCNET	střední	150 k – 7,5 Mbps	ANSI standard, volitelná rychlost, velká rychlost, není potřeba speciálních vývojových nástrojů	jeden zdrojový chip, nákladné pro jednoduché systémy, limit vzdálenosti
MS/TP	nízké	9,6 – 76 kbps	ANSI standard, nízké náklady, implementace do jednoho mikroprocesoru	pouze jedno přenosové médium, omezená rychlost
PTP	nízké	9,6 – 56 kbps	jediná volba pro dial-up, navržen pro point-to-point aplikace, splňuje modemové standardy	komunikuje pouze mezi dvěma body, nízká přenosová rychlost
LonTalk	nízké až střední	32 k – 1,25 Mbps	různá přenosová média, volitelná rychlost	omezení vzdálenosti, jeden zdrojový chip, specializované nástroje

Tabulka č. 2: Porovnání technologií pro BACnet

### 2.3.2 Princip funkce

Protokol BACnet je tzv. objektově orientovaný, což znamená, že všechna data v systému se dají zahrnout mezi objekty, vlastnosti a služby. Právě tímto způsobem je umožněna spolupráce jednotlivých zařízení od různých výrobců.

- **objekty** – jsou veškeré informace v systému. Objekt může představovat fyzický vstup, výstup nebo logické seskupení bodů s určitou funkcí. Každý z nich má svůj identifikátor. Objekty se musí chovat přesně podle normy protokolu.
- **vlastnosti** – BACnet specifikuje 123 vlastností objektů, z nichž identifikátor, jméno a typ musí obsahovat každý objekt. Některé vlastnosti mohou být určeny pouze pro čtení, některé i pro zápis.
- **služby** – můžeme je definovat jako čtení nebo zápis vlastností. Služby jsou také to, když jedno zařízení v síti dostane informace od jiného, dá příkaz skrz vlastnosti a objekty nebo dá dalším zařízením zprávu, že proběhla nějaká akce. Jedinou službou, kterou musí všechna zařízení podporovat, je čtení vlastností.

## 2.4 EnOcean

EnOcean je poměrně nová firma, založena v roce 2001 v Německu jako dceřiná společnost firmy Siemens, zabývající se prvky samonapájených modulů, komunikujících bez jakýchkoliv vodičů – ať už komunikačních nebo napájecích. V dubnu 2008 pak vznikla nezisková organizace EnOcean Alliance, která je tvořena sdružením firem z automatizačního a elektrotechnického průmyslu, která má za cíl rozvinout tuto technologii a zajistit interoperabilitu mezi prvky a následně požádat o standardizování této technologie.

### 2.4.1 Princip funkce

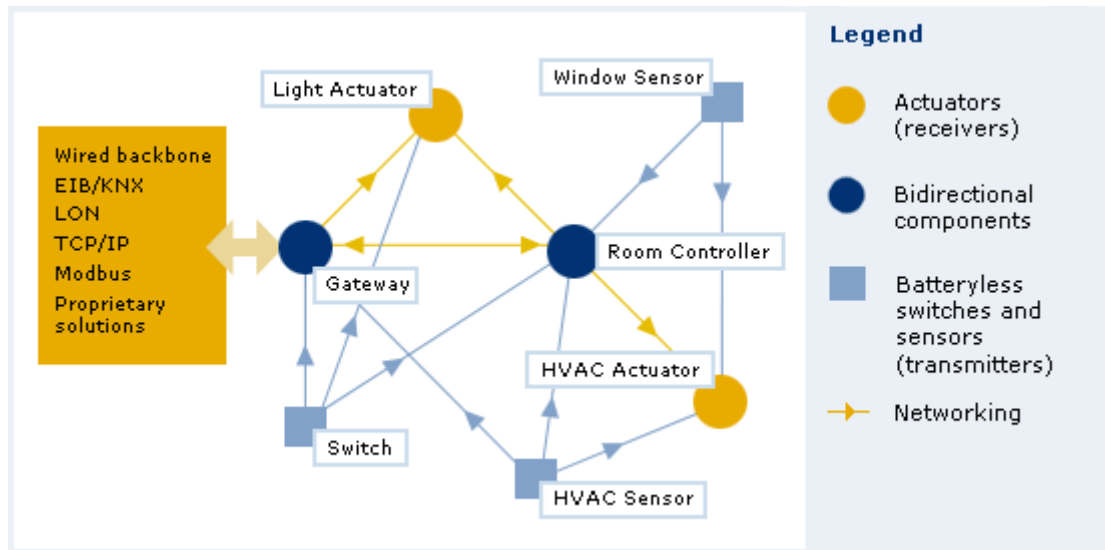
Senzory nebo spínače jsou založeny na principu „sběru“ energie z okolního prostředí, která je pak dále převáděna na energii elektrickou. Ta potom napájí jednotlivé prvky celého systému. Tyto převodníky mohou být různého typu:

- **převodník pohybu** – například ze stisku tlačítka, kdy je vyvolán krátký impuls (jednotky milisekund) a ten se pomocí elektrodynamického měniče převede na elektrickou energii, která dokáže předat spínací signál na vzdálenost několika set metrů. Typické použití je u spínačů osvětlení.
- **solární články** – jedná se o malé solární články s akumulací energie, v kombinaci s časovým spínačem umožňuje překlenout období naprosté tmy, což zajistí další úsporu energie
- **tepelný převodník** – jedná se o Peltierův článek, kdy se získává energie z tepelných rozdílů mezi kovy. Převodník umí pracovat s velmi malými rozdíly teplot, typicky pouze okolo 2 °C.
- **převodník rotací** – založen na principu získávání energie z rotačního pohybu, například z automobilové pneumatiky nebo průtokem vody či vzduchu.
- **převodník vibrací** – založené na principu zachytávání vibrací např. od strojů

Celá technologie funguje na principu bezdrátové komunikace v nelicencovaném pásmu na frekvenci 868 MHz. Dosah tohoto systému je až 300 metrů ve volném prostranství a až 30 metrů v budovách, pro rozšíření rozsahu lze použít repeater. Rychlost přenosu dat může být až 125 kbit/s. Každé zařízení má své jednoznačné, 32bitové identifikační číslo, díky němuž se zařízení vyhýbá rušení od ostatních zařízení.

Přijímače signálu pak bývají napájeni kvůli možnosti být neustále v pohotovosti.





Obrázek č. 14: Architektura systému EnOcean

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### **3 CHARAKTERISTIKA OBJEKTU**

#### **3.1 Obecná charakteristika**

Jedná se o čtyřpodlažní hotel, umístěný z jedné strany v zástavbě. Druhé až čtvrté podlaží je identické, nachází se zde vždy 11 pokojů, sklad prádla, úklidová a technická místnost. Jednotlivá podlaží jsou propojena schodištěm, k dispozici je i výtah. V přízemí se nachází vstupní hala s recepcí, předsálí, přednáškový sál, technická místnost, šatna zaměstnanců, úklidová místnost, přípravná pokrmů, kavárna a toalety pro muže, ženy, zaměstnance a imobilní osoby.

Hotel není podsklepený, z inženýrských sítí je zde k dispozici voda a elektrická energie. Vytápění je elektrické, pomocí klimatizačních jednotek v pokojích nebo vzduchotechnikou v přízemí, v hygienických zařízeních jsou umístěny topné žebříky. Přídavné vytápění je možno realizovat elektrickými přímotopy, připojenými přes zásuvky. Ohřev TUV je také elektrický, pro každé podlaží samostatně.

Pobytové místnosti jsou větrány přirozeně okny, místnosti s nepřímým větráním a místnosti v přízemí jsou větrány nuceně vzduchotechnikou.

#### **3.2 Požadavky na hotel**

Je nutné navrhnout klimatizační VRV systém pro zvýšení komfortu ubytovaných hostů jak v pokojích, tak i ve společných prostorách, dále silnoproudé elektroinstalace pro zapojení osvětlení, zásuvek, klimatizačních jednotek a dalších elektrických zařízení. V rámci slaboproudých zařízení je zde požadavek na ovládání a monitoring elektrických zařízení (klimatizace, osvětlení, dveřní kontakty) pomocí inteligentní sběrnice KNX. Tento systém by měl mít možnost monitorování a řízení jak z hotelové recepce, tak i vzdáleně v případě jednoduchých servisních zásahů, které budou prováděny formou outsourcingu.

Dále je nutné pro celý hotel zajistit stabilní internetové připojení a návrh realizace datové sítě hotelu. Datová síť bude v pokojích k dispozici jak pro připojení PC, tak i pro připojení IP telefonu.

#### **3.3 Postup návrhu**

Na začátku praktické části je nutné definovat postup návrhu, podle kterého bude dále postupováno:

- požadavky na hotel
- stanovení výkonových tepelných parametrů (výpočty tepelných ztrát prostupem i větráním, tepelných ztrát při přerušovaném vytápění, tepelných zisků z vnějšího i vnitřního prostředí)
- návrh VRV systému na základě vypočtených parametrů (vnitřní i vnější jednotky)
- návrh silnoproudých instalací (světelné a zásuvkové okruhy, okruhy pro připojení klimatizačních jednotek a dalších zařízení, návrhy jističů)
- návrh slaboproudých instalací (datová a telefonní síť, sběrnice KNX)
- návrh vizualizace pomocí SCADA systému (Control Web)
- návrh vzdáleného řízení přes GSM a Internet (ovládání všech prvků, připojených na sběrnici KNX)
- technicko-ekonomické hodnocení navržených instalací (porovnání VRV systému s přímotopným vytápěním, pořizovací náklady použitých prvků)

### 3.4 Rozměry místností

Hotel můžeme rozdělit na 2 části – přízemí a patro. Vzhledem k tomu, že jsou všechna 3 patra rozměrově naprosto totožná, budou nám postačovat rozměry pouze jednoho z nich. Výška místností v přízemí je 3 metry, jednotlivá patra jsou vysoká 2,8 metru.

#### 3.4.1 Přízemí

Místnost	Obvod	Podlahová plocha	Vnitřní objem
přednáškový sál	34,05 m	60,64 m <sup>2</sup>	181,92 m <sup>3</sup>
technická místnost	14,58 m	12,15 m <sup>2</sup>	36,45 m <sup>3</sup>
předsálí	30,03 m	44,75 m <sup>2</sup>	134,25 m <sup>3</sup>
WC imobilní	6,8 m	2,88 m <sup>2</sup>	8,64 m <sup>3</sup>
chodba 1 (služební)	20,22 m	14,08 m <sup>2</sup>	42,24 m <sup>3</sup>
chodba 2	15,98 m	9,73 m <sup>2</sup>	29,19 m <sup>3</sup>
přípravná	17,36 m	14,68 m <sup>2</sup>	44,04 m <sup>3</sup>
šatna zaměstnanci	7,58 m	3,55 m <sup>2</sup>	10,65 m <sup>3</sup>
sprcha zaměstnanci	4,80 m	1,35 m <sup>2</sup>	4,05 m <sup>3</sup>
úklidová místnost	5,40 m	1,8 m <sup>2</sup>	5,40 m <sup>3</sup>
vstup WC zaměstnanci	4,8 m	1,35 m <sup>2</sup>	4,05 m <sup>3</sup>

WC zaměstnanci	4,8 m	1,35 m <sup>2</sup>	4,05 m <sup>3</sup>
vstup WC ženy	6,38 m	2,45 m <sup>2</sup>	7,35 m <sup>3</sup>
WC ženy 1	5,20 m	1,53 m <sup>2</sup>	4,59 m <sup>3</sup>
WC ženy 2	5,20 m	1,53 m <sup>2</sup>	4,59 m <sup>3</sup>
vstup WC muži	6,98 m	2,86 m <sup>2</sup>	8,58 m <sup>3</sup>
pisoiáry WC muži	5,80 m	2,04 m <sup>2</sup>	6,12 m <sup>3</sup>
WC muži 1	5,20 m	1,53 m <sup>2</sup>	4,59 m <sup>3</sup>
schodiště	23,33 m	21,36 m <sup>2</sup>	64,08 m <sup>3</sup>
zádveří	9,79 m	5,42 m <sup>2</sup>	16,26 m <sup>3</sup>
vstupní hala	23,29 m	26,68 m <sup>2</sup>	80,04 m <sup>3</sup>
kavárna	50,36 m	125,60 m <sup>2</sup>	376,80 m <sup>3</sup>

Tabulka č. 3: Rozměry místností v přízemí

### 3.4.2 Patro

Místnost	Obvod	Podlahová plocha	Vnitřní objem
schodiště	23,39 m	21,46 m <sup>2</sup>	60,09 m <sup>3</sup>
sklad prádla	6,68 m	2,79 m <sup>2</sup>	7,81 m <sup>3</sup>
úklidová místnost	6,68 m	2,79 m <sup>2</sup>	7,81 m <sup>3</sup>
chodba	43,90 m	30,67 m <sup>2</sup>	85,87 m <sup>3</sup>
technická místnost	5,51 m	1,88 m <sup>2</sup>	5,26 m <sup>3</sup>
pokoje 1 a 11	17,78 m	18,29 m <sup>2</sup>	51,21 m <sup>3</sup>
pokoje 2 až 10	17,60 m	17,85 m <sup>2</sup>	49,98 m <sup>3</sup>
koupelny 1 a 11	8,33 m	4,24 m <sup>2</sup>	11,87 m <sup>3</sup>
koupelny 2 až 10	8,15 m	4,02 m <sup>2</sup>	11,26 m <sup>3</sup>
předsíň	8,34 m	3,90 m <sup>2</sup>	10,92 m <sup>3</sup>

Tabulka č. 4: Rozměry místností v jednotlivých patrech

## 4 STANOVENÍ VÝKONOVÝCH PARAMETRŮ

Výkonovými parametry rozumíme výpočet tepelných ztrát a zisků, který bude proveden podle norem ČSN EN 12831 (nahrazující ČSN 06 0210) a ČSN 73 0548. Normy stanoví postup výpočtu dodávky tepla (chlada) nutného k bezpečnému dosažení výpočtové vnitřní teploty.

### 4.1 Klimatické údaje

Hodnoty pro klimatické údaje použijeme z tabulek z výše zmiňované normy. Tyto údaje jsou platné pouze pro město Olomouc.

Výpočtová venkovní teplota  $\Theta_e$ : -15 °C

Průměrná roční venkovní teplota  $\Theta_{e,m}$ : 3,4 °C

Délka otopného období: 216 dnů

### 4.2 Tepelné ztráty

#### 4.2.1 Celková návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \quad (1)$$

$\Phi_i$  – celková návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru [W]

$\Phi_{T,i}$  – návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru [W]

$\Phi_{V,i}$  – návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru [W]

#### 4.2.2 Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla pro vytápěný prostor

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (2)$$

$H_{T,ie}$  – součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) pláštěm budovy [W/K]

$H_{T,iue}$  – součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) nevytápěným prostorem (u) [W/K]

$H_{T,ig}$  – součinitel tepelné ztráty prostupem do zeminy z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g) v ustáleném stavu [W/K]

$H_{T,ij}$  – součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru (i) do sousedního prostoru (j) vytápěného na výrazně jinou teplotu, např. sousedící místnost uvnitř funkční části budovy nebo vytápěný prostor sousední funkční části budovy [W/K]

$\theta_{int,i}$  – výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru (i) [°C]

$\theta_e$  – výpočtová venkovní teplota [°C]

#### 4.2.3 Návrhová tepelná ztráta větráním pro vytápěný prostor

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (3)$$

$H_{V,i}$  – součinitel návrhové tepelné ztráty větráním [W/K]

$\theta_{int,i}$  – výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru (i) [°C]

$\theta_e$  – výpočtová venkovní teplota [°C]

### 4.3 Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla

Návrhová ztráta prostupem tepla se pro vytápěný prostor vypočte podle vzorce (2), který se skládá z několika dalších parametrů, které je nutné vypočítat.

#### 4.3.1 Tepelné ztráty do venkovního prostředí

Součinitel tepelné ztráty z vytápěného do vnějšího prostředí  $H_{T,ie}$  zahrnuje všechny stavební části, které oddělují vytápěný prostor od venkovního prostředí.

$$H_{T,ie} = \sum A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum \psi_i \cdot l_i \cdot e_i \quad (4)$$

$H_{T,ie}$  – součinitel tepelné ztráty z vytápěného do vnějšího prostředí [W/K]

$A_k$  – plocha stavební části (k) [m<sup>2</sup>]

$e_k$  – korekční činitel vystavení povětrnostním vlivům při uvažování klimatických vlivů jako je různé oslunění, pohlcování vlhkosti stavebními díly, rychlost větru a teplota, pokud tyto vlivy nebyly uvažovány při stanovení  $U$  hodnot (EN ISO 6946). Základní hodnota pro korekční činitele,  $e_k$  a  $e_i$  je 1,0

$U_k$  – součinitel prostupu tepla stavební části (k) [W/m<sup>2</sup>·K], vypočtený podle EN ISO 6946 (pro neprůsvitné části) a EN ISO 10077-1 (pro dveře a okna)

$l_i$  – délka lineárních tepelných mostů (l) mezi vnitřním a venkovním prostředím [m]

$\psi_i$  – součinitel lineárního prostupu tepla lineárního tepelného mostu (l) [W/m·K]

#### 4.3.2 Tepelné ztráty do venkovního prostředí nevytápěným prostorem

Pokud je mezi vytápěným prostorem a venkovním prostředím nevytápěný prostor, je nutné spočítat návrhový součinitel tepelné ztráty  $H_{T,iue}$ .

$$H_{T,iue} = \sum A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum \psi_i \cdot l_i \cdot b_u \quad (5)$$

$H_{T,ie}$  – součinitel tepelné ztráty do vnějšího prostředí nevytápěným prostorem [W/K]

$b_u$  – teplotní redukční činitel zahrnující teplotní rozdíl mezi teplotou nevytápěného prostoru a venkovní návrhové teploty

#### 4.3.3 Tepelné ztráty do přilehlé zeminy

Součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru do zeminy  $H_{T,ig}$  zahrnuje plochu a obvod podlahové desky a tepelné vlastnosti zeminy.

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \left( \sum A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot e_k \right) \cdot G_w \quad (6)$$

$H_{T,ig}$  – součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru do zeminy [W/K]

$f_{g1}$  – korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty.  $f_{g1} = 1,45$

$f_{g2}$  – teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou, který se stanoví ze vztahu

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{e,m}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad (7)$$

$A_k$  – plocha stavebních částí (k), které se dotýkají zeminy [m<sup>2</sup>]

$U_{equiv,k}$  – ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební částí (k) [W/m<sup>2</sup>·K], stanovený podle typologie podlahy

$G_w$  – korekční činitel zohledňující vliv spodní vody; pokud je vzdálenost hladiny spodní vody od úrovně základů větší, než 1 m, tak se počítá s koeficientem 1,0

#### 4.3.4 Tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostor při různých teplotách

Tento součinitel  $H_{T,ij}$  vyjadřuje tok tepla prostupem z vytápěného prostoru (i) do sousedního prostoru, vytápěného na výrazně odlišnou teplotu.

$$H_{T,ij} = \sum f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k \quad (8)$$

$H_{T,ij}$  – součinitel tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostor při různých teplotách [°C]

$f_{ij}$  – redukční teplotní činitel, vzorec  $f_{ij} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{vytápěného\ sousedního\ prostoru}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$  (9)

$A_k$  – plocha stavební části (k) [m<sup>2</sup>]

$U_k$  – součinitel prostupu tepla stavební částí (k) [W/m<sup>2</sup>·K]



#### 4.4 Návrhová tepelná ztráta větráním

Návrhová tepelná ztráta větráním se vypočítá podle vzorce (3).

Součinitel návrhové tepelné ztráty větráním  $H_{V,i}$  vytápěného prostoru (i) se stanoví ze vztahu:

$$H_{V,i} = V_i \cdot \rho_i \cdot c_p \quad (10)$$

$H_{V,i}$  – součinitel návrhové tepelné ztráty větráním [W/K]

$V_i$  – výměna vzduchu ve vytápěném prostoru (i) [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$\rho_i$  – hustota vzduchu při  $\theta_{\text{int},i}$  [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

$c_p$  – měrná tepelná kapacita vzduchu při  $\theta_{\text{int},i}$  [ $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ]

Při předpokladu konstantních hodnot parametrů  $\rho_i$  a  $c_p$  se vzorec (10) zjednoduší na:

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_i \quad (11)$$

$V_i$  – výměna vzduchu ve vytápěném prostoru (i) [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]

##### 4.4.1 Přirozené větrání

Přiváděný vzduch má v tomto případě vlastnosti venkovního vzduchu. Tepelná ztráta je potom úměrná rozdílu teplot vnitřní výpočtové teploty a venkovní teploty.

$$V_i = \max(V_{\text{inf},i}, V_{\text{min},i}) \quad (12)$$

$V_i$  – tepelná ztráta přirozeným větráním [W/K]

$V_{\text{inf},i}$  – maximum výměny vzduchu infiltrací spárami

$V_{\text{min},i}$  – minimální výměna vzduchu, ze vztahu  $V_{\text{min},i} = n_{\text{min}} \cdot V_i$  (13), kde  $n_{\text{min}}$  je minimální intenzita výměny venkovního vzduchu za hodinu [1/h] a  $V_i$  je vnitřní objem vytápěné místnosti [ $\text{m}^3$ ]

##### 4.4.2 Nucené větrání

Přiváděný vzduch nemusí mít vlastnosti venkovního vzduchu, protože přiváděný vzduch může být například předehříván nebo přiváděn ze sousedních místností. Použije se proto redukční teplotní činitel, který zohledňuje rozdíl teplot.

$$V_i = V_{\text{inf},i} + V_{\text{su},i} \cdot f_{vi} + V_{\text{mech},\text{inf}} \quad (14)$$

$V_i$  – tepelná ztráta nuceným větráním [W/K]

$V_{inf,i}$  – množství vzduchu infiltrací ve vytápěné místnosti (i) [ $m^3/h$ ]

$V_{su,i}$  – množství přiváděného vzduchu do vytápěné místnosti (i) – není-li známé, použije se výpočet pro řešení s přirozeným větráním (12) [ $m^3/h$ ]

$V_{mech,inf}$  – rozdíl množství mezi nuceně odváděným a přiváděným vzduchem z vytápěné místnosti (i) [ $m^3/h$ ]

$f_{vi}$  – teplotní redukční činitel, vypočítaný ze vztahu  $f_{vi} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{su,i}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$  (15), kde  $\theta_{su,i}$  je teplota přiváděného vzduchu do vytápěného prostoru (i) [ $^{\circ}C$ ]

#### 4.4.3 Infiltrace obvodovým pláštěm budovy

Je to celkové množství vzduchu, způsobené větrem a účinkem vztlaku na plášť budovy.

$$V_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \quad (16)$$

$n_{50}$  – intenzita výměny vzduchu za hodinu při rozdílu tlaků 50 Pa mezi vnitřním prostředím a vnějším prostředím budovy a zahrnující účinky přívodů vzduchu [ $1/h$ ]

$e_i$  – stínící činitel

$\varepsilon_i$  – výškový korekční činitel

#### 4.4.4 Rozdíl množství nuceně odváděného a přiváděného vzduchu

Tento rozdíl je vyrovnáván venkovním vzduchem, který je přiváděn obvodovým pláštěm budovy. V budovách pro bydlení je tato hodnota rovna nule.

$$V_{mech,inf} = \max(V_{ex} - V_{su}, 0) \quad (17)$$

$V_{mech,inf}$  – rozdíl množství mezi nuceně odváděným a přiváděným vzduchem z vytápěné místnosti (i) [ $m^3/h$ ]

$V_{ex}$  – množství odváděného vzduchu soustavou pro celou budovu [ $m^3/h$ ]

$V_{su}$  – množství přiváděného vzduchu soustavou pro celou budovu [ $m^3/h$ ]

Zjednodušeně můžeme tento rozdíl spočítat pro každou místnost podle následujícího vztahu:

$$V_{mech,inf,i} = V_{mech,inf} \cdot \frac{V_i}{\sum V_i} \quad (18)$$

## 4.5 Zátopový tepelný výkon

Je to požadovaný výkon pro nahrazení účinku přerušovaného vytápění a stanoví se podle vztahu (19):

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad (19)$$

$\Phi_{RH,i}$  – zátopový tepelný výkon [W]

$A_i$  – podlahová plocha vytápěného prostoru [m<sup>2</sup>]

$f_{RH}$  – korekční činitel závisející na zátopové době a předpokládaném poklesu vnitřní teploty v útlumové době [W/m<sup>2</sup>]

## 4.6 Tepelné zisky z vnějšího prostředí

Jsou to zisky, tvořené dílčími tepelnými zisky okny konvekcí a radiací a tepelnými zisky vnějších i vnitřních stěn.

### 4.6.1 Výpočet polohy Slunce

#### Sluneční deklinace

Je to zeměpisná šířka, kde je v daný den ve 12 hodin v poledne slunce kolmo nad obzorem.

$$\delta = -23,5 \cdot \cos(30 \cdot M) \quad (20)$$

$\delta$  – sluneční deklinace [°]

$M$  – číslo měsíce

#### Výška Slunce nad obzorem

$$\sin h = 0,766 \cdot \sin \delta - 0,643 \cdot \cos \delta \cdot \cos(15 \cdot \tau) \quad (21)$$

$h$  – výška slunce nad obzorem [°]

$\delta$  – sluneční deklinace [°]

$\tau$  – sluneční čas [h]

$$\tau = \frac{H \cdot 360}{24} \quad (22)$$

$H$  – hodina, pro kterou probíhá výpočet

**Sluneční azimut**

$$\sin a = \frac{\sin(15 \cdot \tau) \cdot \cos \delta}{\cos h} \quad (23)$$

$a$  – sluneční azimut [°]

**Úhel mezi normálou osluněného povrchu a směrem paprsků**

$$\cos \theta = \sin h \cdot \cos \alpha + \cos h \cdot \sin \alpha \cdot \cos(a - \gamma) \quad (24)$$

a po zjednodušení pro svislou stěnu:

$$\cos \theta = \cos h \cdot \cos(a - \gamma) \quad (25)$$

$\alpha$  – úhel stěny s vodorovnou rovinou [°]

$\gamma$  – azimutový úhel normály stěny [°]

**4.6.2 Intenzita sluneční radiace****Intenzita přímé sluneční radiace**

$$I_D = I_0 \cdot \exp[-0,097 \cdot z \cdot (\sin h)^{-0,8}] \quad (26)$$

$I_D$  – intenzita přímé sluneční radiace [W/m<sup>2</sup>]

$I_0$  – solární konstanta [W/m<sup>2</sup>]

$z$  – součinitel znečištění atmosféry

**Intenzita přímé sluneční radiace dopadající na orientovanou plochu**

$$I_{DS} = I_0 \cdot \exp[-0,097 \cdot z \cdot (\sin h)^{-0,8}] \cdot \cos \theta \quad (27)$$

$I_{DS}$  – intenzita přímé sluneční radiace dopadající na orientovanou plochu [W/m<sup>2</sup>]

**Intenzita difusní sluneční radiace**

$$I_d = (1350 - 0,5 \cdot I_D) \cdot \frac{\sin h}{5} \quad (28)$$

$I_d$  – intenzita difusní sluneční radiace [W/m<sup>2</sup>]

**Intenzita celkové sluneční radiace**

$$I_C = I_{DS} + I_d \quad (29)$$

$I_C$  – intenzita celkové sluneční radiace [W/m<sup>2</sup>]

**Celková poměrná propustnost přímé sluneční radiace standardním sklem**

$$T_D = 0,87 - 1,47 \cdot \left(\frac{\theta}{100}\right)^5 \quad (30)$$

**Celková propustnost difusní sluneční radiace standardním sklem**

$$T_d = 0,85 \quad (31)$$

**Celková intenzita sluneční radiace procházející standardním zasklením**

$$I_O = I_{DS} \cdot T_D + I_d \cdot T_d \quad (32)$$

$I_O$  – celková intenzita sluneční radiace procházející standardním zasklením [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

#### 4.6.3 Výpočet teploty venkovního vzduchu

$$t_e = t_{e,max} - A \cdot [1 - \sin(15 \cdot \tau - 135)] \quad (33)$$

$t_e$  – teplota venkovního vzduchu [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$t_{e,max}$  – maximální teplota v příslušném měsíci [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$A$  – amplituda kolísání teplot venkovního vzduchu [K]

$\tau$  – sluneční čas [h]

#### 4.6.4 Tepelná zátěž okny

**Prostup tepla oknem konvekcí**

$$Q_{ok} = k_0 \cdot S_0 \cdot (t_e - t_i) \quad (34)$$

$Q_{ok}$  – prostup tepla oknem konvekcí [W]

$k_0$  – součinitel prostupu tepla oknem [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]

$S_0$  – plocha okna včetně rámu [ $\text{m}^2$ ]

$t_e - t_i$  – rozdíl teplot mezi venkovním a vnitřním prostředím [K]

**Prostup tepla oknem radiací**

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_O \cdot c_0 + (S_0 - S_{os}) \cdot (I_d \cdot T_d)] \cdot s \cdot i_0 \quad (35)$$

$Q_{or}$  – prostup tepla oknem radiací [W]

$S_{os}$  – osluněný povrch okna [ $\text{m}^2$ ]

$I_0$  – celková intenzita sluneční radiace procházející standardním zasklením [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

$c_0$  – korekce na čistotu atmosféry

$s$  – stínící součinitel

$i_0$  – počet oken

### Osluněný povrch okna

$$S_{os} = [L - (e_1 - f)] \cdot [H - (e_2 - g)] \quad (36)$$

$$e_1 = d \cdot |\operatorname{tg}(a - \gamma)| \quad (37)$$

$$e_2 = c \cdot \left| \frac{\operatorname{tg} h}{\cos(a - \gamma)} \right| \quad (38)$$

$L$  – šířka zasklené části okna [m]

$H$  – výška zasklené části okna [m]

$f$  – odstup vodorovné části okna od slunolamů [m]

$g$  – odstup svislé části okna od slunolamů [m]

$e_1, e_2$  – délky stínů v okenním otvoru od kraje slunolamů [m]

$c$  – hloubka okna vzhledem k horní stínící desce [m]

$d$  – hloubka okna [m]

### 4.6.5 Tepelné zisky stěnami

Z tepelně technického hlediska můžeme stěny rozdělit na lehké ( $d < 0,08$  m), středně těžké ( $0,08$  m  $< d < 0,45$  m) a těžké ( $d > 0,45$  m).

#### Pro lehké stěny

$$Q_s = k \cdot S \cdot (t_r - t_i) \quad (39)$$

$Q_s$  – tepelné zisky lehkou stěnou [W]

$k$  – součinitel prostupu tepla [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]

$S$  – plocha stěny [ $\text{m}^2$ ]

$t_r$  – rovnocenná sluneční teplota venkovního vzduchu [ $^\circ\text{C}$ ]

#### Pro středně těžké stěny

$$Q_s = k \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad (40)$$

$Q_s$  – tepelné zisky středně těžkou stěnou [W]

$t_{rm}$  – průměrná rovnícná sluneční teplota vzduchu za 24 hodin [°C]

$t_{r\psi}$  – rovnícná sluneční teplota v době o  $\psi$  dřívější [°C]

$m$  – součinitel zmenšení teplotního kolísání při prostupu tepla stěnou

### Výpočet potřebných teplot a součinitelů

$$t_r = t_e + \frac{\varepsilon \cdot I}{\alpha_e} \quad (41)$$

$$\psi = 32 \cdot \delta - 0,5 \quad (42)$$

$$m = \frac{1+7,6 \cdot \delta}{2500^\delta} \quad (43)$$

## 4.7 Tepelné zisky z vnitřního prostředí

Jedná se o tepelné zisky, vznikající uvnitř místnosti – od lidí, spotřebičů, osvětlení.

### 4.7.1 Tepelné zisky od lidí

$$Q_L = 6,2 \cdot i_L \cdot (36 - t_i) \quad (44)$$

$Q_L$  – tepelné zisky od lidí [W]

$i_L$  – počet osob v místnosti

### 4.7.2 Tepelné zisky od osvětlení

$$Q_{sv} = S \cdot P \cdot c_1 \cdot c_2 \quad (45)$$

$Q_{sv}$  – tepelné zisky od osvětlení [W]

$S$  – podlahová plocha místnosti [m<sup>2</sup>]

$P$  – elektrický příkon svítidel [W/m<sup>2</sup>]

$c_1$  – součinitel využití svítidel

$c_2$  – zbytkový součinitel respektující přímé odsávání tepla od svítidel

## 4.8 Příklad výpočtu pro hotelový pokoj

### 4.8.1 Vstupní údaje pro tepelné ztráty

Výpočtová venkovní teplota  $\Theta_e$ : -15 °C

Průměrná roční venkovní teplota  $\Theta_{e,m}$ : 3,4 °C

Výpočtová vnitřní teplota pro hotelové pokoje:  $\Theta_{int,i}$ : 20 °C

#### 4.8.2 Vstupní údaje pro tepelné zisky

Výpočtová venkovní teplota  $t_{e,max}$  = 30 °C

Výpočtová vnitřní teplota  $t_i$  = 25 °C

Nadmořská výška H: 220 m

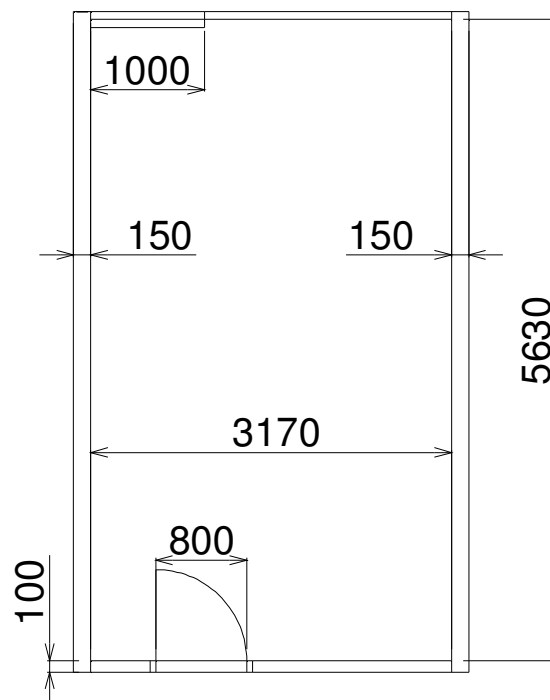
Zeměpisná šířka  $\varphi$ : 49,6°

Orientace: severozápad (úhel 315°)

Součinitel znečištění atmosféry z: 5

Korekce čistoty atmosféry  $c_0$ : 0,85

Solární konstanta  $I_0$ : 1350 W/m<sup>2</sup>



Obrázek č. 15: Půdorys hotelového pokoje

Výška místnosti: 2,8 m

Plocha podlahy a stropu: 2 x 17,85 m<sup>2</sup>

Plocha bočních stěn: 2 x 15,76 m<sup>2</sup>



Plocha zadní stěny: 7,30 m<sup>2</sup>

Plocha dveří (výška 1,98 m): 1,58 m<sup>2</sup>

Plocha přední stěny: 0,63 m<sup>2</sup>

Plocha přední stěny (zasklená): 7,11 m<sup>2</sup>

Plocha dřevěných okenních rámců: 1,13 m<sup>2</sup>

### 4.8.3 Výpočet tepelných ztrát

#### Tepelné ztráty do venkovního prostředí

Jedná se o přední stěnu, která je přibližně z 90 % prosklená a pro strop, protože pokoj se nachází v posledním patře. Pro výpočet použijeme vzorec (4) v upravené verzi. Dále pro výpočet musíme znát součinitele prostupu tepla pro příslušné materiály. Pro izolační dvojsklo je součinitel prostupu tepla  $U = 1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ , pro dřevěné rámy je to  $U = 1,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  a pro překlad nad oknem z porothermu s venkovními i vnitřními omítkami  $U = 1,03 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Strop je železobetonový, na střeše je pozinkovaný plech, mezi nimi je také 5 cm tepelné izolace. Celkový součinitel prostupu této stavební konstrukce je  $U = 0,64 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Korekční činitel  $e_k$  je volen 1.

$$H_{T,ie} = \sum A_k \cdot U_k \cdot e_k = 7,11 \cdot 1,5 \cdot 1 + 1,13 \cdot 1,8 \cdot 1 + 0,63 \cdot 1,03 \cdot 1 + 17,85 \cdot 0,64 \cdot 1 = 25,6 \text{ W/K}$$

Celková tepelná ztráta prostupem tepla se pak stanoví podle vztahu (2):

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\Theta_{\text{int},i} - \Theta_e) = (25,6 + 0 + 0 + 0) \cdot (20 - (-15)) = 896 \text{ W}$$

#### Tepelná ztráta větráním

Pro výpočet použijeme vzorec (12), napřed je ale nutno spočítat dílčí veličiny – výměnu vzduchu infiltrací a minimální výměnu vzduchu. Vzhledem k tomu, že se jedná o místnost bez nechráněných otvorových výplní, hodnota výměny vzduchu infiltrací bude rovna nule. Hodnota výměny vzduchu se pak stanoví pouze ze vztahu (13).

$$V_i = V_{\text{min},i} = n_{\text{min}} \cdot V_i = 0,5 \cdot 49,98 = 25 \text{ m}^3/\text{h}$$

Vypočítanou hodnotu pak dosadíme do vzorce (11):

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_i = 0,34 \cdot 25 = 8,5 \text{ W/K}$$

Celkovou tepelnou ztrátou větráním pak určíme podle vzorce (3):

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\Theta_{\text{int},i} - \Theta_e) = 8,5 \cdot (20 - (-15)) = 297,5 \text{ W}$$

### Zátopový tepelný výkon

Pro výpočet použijeme vzorec (19), zátopový činitel  $f_{RH}$  zvolíme podle tabulky (viz příloha P I) – teplotní útlum bude 3K a zátopový čas 3 hodiny. Po dosazení do vzorce:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} = 17,85 \cdot 16 = 285,6 \text{ W}$$

### Další tepelné ztráty

Vzhledem k tomu, že z ostatních stran sousedí pokoj s dalšími místnostmi, které jsou vytápěny na stejnou teplotu, není zde potřeba další typy tepelných ztrát počítat.

### Celková tepelná ztráta hotelového pokoje

Po dosazení vypočítaných hodnot do vzorce (1) dostaneme:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} = 896 + 297,5 + 285,6 = 1479,1 \text{ W}$$

#### 4.8.4 Výpočet tepelných zisků

Pro výpočet období, kdy budou v pokoji největší tepelné zisky, byla použita orientační tabulka intenzity sluneční radiace v jednotlivých hodinách. Tyto hodnoty byly stanoveny na 21. července v 17 hodin.

#### Výpočet polohy Slunce

Pomocí vzorce pro výpočet sluneční deklinace (20) určíme hodnotu deklinace  $\delta$ .

$$\delta = -23,5 \cdot \cos(30 \cdot M) = -23,5 \cdot \cos(30 \cdot 7) = 20,35^\circ$$

Dále určíme časový úhel  $\tau$ , který budeme v dalších výpočtech potřebovat. Tento úhel vypočteme podle vztahu (22):

$$\tau = \frac{H \cdot 360}{24} = \frac{17 \cdot 360}{24} = 255^\circ$$

Podle vzorců (21), (23) a (25) vypočítáme výšku slunce nad obzorem, sluneční azimut a úhel mezi normálou osluněného povrchu a směrem paprsků:

$$\begin{aligned} h &= \arcsin(0,766 \cdot \sin \delta - 0,643 \cdot \cos \delta \cdot \cos(15 \cdot \tau)) = \\ &= \arcsin(0,766 \cdot \sin 20,35 - 0,643 \cdot \cos 20,35 \cdot \cos(15 \cdot 255)) = 24,97^\circ \end{aligned}$$

$$a = \arcsin\left(\frac{\sin(15 \cdot \tau) \cdot \cos \delta}{\cos h}\right) = \arcsin\left(\frac{\sin(15 \cdot 255) \cdot \cos 20,35}{\cos 24,97}\right) = 267,43^\circ$$

$$\cos \theta = \cos h \cdot \cos(a - \gamma) = \cos 24,97 \cdot \cos(267,43 - 315) = 52,29^\circ$$

**Intenzita sluneční radiace**

Podle vzorce (26) spočítáme intenzitu přímé sluneční radiace:

$$I_D = I_0 \cdot \exp[-0,097 \cdot z \cdot (\sin h)^{-0,8}] = 1350 \cdot \exp[-0,097 \cdot 5 \cdot (\sin 24,97)^{-0,8}] = 513,34 \text{ W/m}^2$$

A podle zjednodušeného vzorce (27) intenzitu, dopadající na rovinu okna:

$$I_{DS} = I_D \cdot \cos \theta = 513,34 \cdot \cos 52,29 = 313,99 \text{ W/m}^2$$

Intenzitu difusní sluneční radiace spočítáme podle vzorce (28):

$$I_d = (1350 - 0,5 \cdot I_D) \cdot \frac{\sin h}{5} = (1350 - 0,5 \cdot 513,34) \cdot \frac{\sin 24,97}{5} = 92,48 \text{ W/m}^2$$

Dále je nutné spočítat propustnost přímé i difusní radiace standardním sklem dle vzorců (30) a (31).

$$T_D = 0,87 - 1,47 \cdot \left(\frac{\theta}{100}\right)^5 = 0,87 - 1,47 \cdot \left(\frac{52,39}{100}\right)^5 = 0,81$$

$$T_d = 0,85$$

Celková intenzita sluneční radiace procházející standardním zasklením se pak vypočítá podle vzorce (32):

$$I_o = I_{DS} \cdot T_D + I_d \cdot T_d = 313,99 \cdot 0,81 + 92,48 \cdot 0,85 = 333,74 \text{ W/m}^2$$

**Osluněná plocha okna**

Pro tento výpočet využijeme vzorce (36), (37) a (38).

$$S_{os} = [L - (e_1 - f)] \cdot [H - (e_2 - g)] = [2,89 - (0,076 - 0,1)] \cdot [2,46 - (1,194 - 0,3)] = 4,56 \text{ m}^2$$

$$e_1 = d \cdot |\operatorname{tg}(a - \gamma)| = 0,07 \cdot |\operatorname{tg}(267,43 - 315)| = 0,076 \text{ m}$$

$$e_2 = c \cdot \left| \frac{\operatorname{tg} h}{\cos(a - \gamma)} \right| = 1,73 \cdot \left| \frac{\operatorname{tg} 24,97}{\cos(267,43 - 315)} \right| = 1,194 \text{ m}$$

**Tepelné zisky radiací**

Tyto zisky se spočítají podle vzorce (35), kde hodnota pro stínící součinitel vznikne vynásobením koeficientů příslušných stínících prvků (tabulka viz příloha P I). Pro tento pokoj je to dvojitě sklo s koeficientem 0,6 a vnitřní žaluzie 0,56:

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot (I_d \cdot T_d)] \cdot s \cdot i_o =$$

$$= [4,56 \cdot 333,73 \cdot 1 + (7,11 - 4,56) \cdot (92,48 \cdot 0,85)] \cdot 0,336 \cdot 1 = 578,9 \text{ W}$$

### Tepelné zisky konvekcí

Pro výpočet těchto zisků použijeme vzorec (34). Hodnotu  $t_e$  vypočítáme ze vzorce (33). Amplitudu teplot volíme 7 K. Součinitel prostupu tepla oken je  $1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

$$t_e = t_{e,max} - A \cdot [1 - \sin(15 \cdot \tau - 135)] = 30 - 7 \cdot [1 - \sin(15 \cdot 255 - 135)] = 30^\circ\text{C}$$

$$Q_{ok} = k_o \cdot S_o \cdot (t_e - t_i) = 1,5 \cdot 8,24 \cdot (30 - 26) = 49,4 \text{ W}$$

### Tepelná zátěž vnějších stěn

Vzhledem k tomu, že je tloušťka stěny větší než 0,08 m (tloušťka stěny je  $\delta = 0,4 \text{ m}$ ), jedná se o středně těžkou stěnu. Potom platí vzorec (40). Prostup tepla stěnou je  $0,894 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Hodnota  $t_{rm}$  vychází z tabulek a pro SZ stěnu je  $27,8^\circ\text{C}$ . Pro výpočet pomocných koeficientů využijeme také vzorce (42) a (43).

$$Q_s = k \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] =$$

$$= 0,894 \cdot 0,63 \cdot [(27,8 - 26) + 0,177 \cdot (16,9 - 27,8)] = -0,07 \text{ W} \Rightarrow \text{můžeme zanedbat}$$

$$\psi = 32 \cdot \delta - 0,5 = 32 \cdot 0,4 - 0,5 = 12,3 \doteq 12 \text{ hodin}$$

$$m = \frac{1+7,6 \cdot \delta}{2500^\delta} = \frac{1+7,6 \cdot 0,4}{2500^{0,4}} = 0,177$$

Vzhledem k tomu, že počítaný pokoj se nachází v posledním podlaží, je nutné započítat také tepelnou zátěž stropem. Tloušťka stropu je  $\delta = 0,265 \text{ m}$

$$Q_s = k \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] =$$

$$= 0,681 \cdot 17,85 \cdot [(33,6 - 26) + 0,379 \cdot (23,0 - 33,6)] = 43,55 \text{ W}$$

$$\psi = 32 \cdot \delta - 0,5 = 32 \cdot 0,265 - 0,5 = 7,98 \doteq 8 \text{ hodin}$$

$$m = \frac{1+7,6 \cdot \delta}{2500^\delta} = \frac{1+7,6 \cdot 0,265}{2500^{0,265}} = 0,379$$

### Tepelná zátěž vnitřních stěn

Pro výpočet se použije vzorec (39) v drobné úpravě, kdy se místo hodnoty rovnocenné teploty  $t_r$  dosadí teplota sousední místnosti  $t_{is}$ . Teplota sousední místnosti bude pro výpočet vyšší, protože zde například nemusí být puštěná klimatizace. Prostup tepla stěnou je  $0,97 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Plocha všech vnitřních stěn v pokoji je  $38,82 \text{ m}^2$ .

$$Q_s = k \cdot S \cdot (t_{is} - t_i) = 0,97 \cdot 38,82 \cdot (28 - 26) = 75,31 \text{ W}$$

### Produkce tepla lidí

Počítá se, že dvojlůžkový pokoj mohou užívat maximálně dvě osoby. Pro výpočet použijeme vzorec (44).

$$Q_L = 6,2 \cdot i_L \cdot (36 - t_i) = 6,2 \cdot 2 \cdot (36 - 26) = 124 \text{ W}$$

### Tepelné zisky od osvětlení

Osvětlen bude celý pokoj o ploše 17,85 m<sup>2</sup>, doporučená hodnota intenzity osvětlení je 20 W/m<sup>2</sup>. Podle vzorce (45) pak vypočítáme zisky od osvětlení.

$$Q_{sv} = S \cdot P \cdot c_1 \cdot c_2 = 17,85 \cdot 20 \cdot 1 \cdot 1 = 357 \text{ W}$$

### Celkové tepelné zisky místnosti

Po sečtení všech dílčích tepelných zisků dostaneme výsledný tepelný zisk místnosti.

$$Q_{sv} = Q_{or} + Q_{ok} + Q_s + Q_L + Q_{sv} =$$

$$578,9 + 48,45 + 0 + 43,55 + 75,31 + 124 + 357 = 1228,2 \text{ W}$$

#### 4.8.5 Přehled vypočtených hodnot

Tepelné ztráty do venkovního prostředí	896 W
Tepelné ztráty větráním	297,5 W
Zátopový tepelný výkon	285,6 W
<b>Tepelné ztráty celkem</b>	<b>1479,1 W</b>

Tabulka č. 5: Tepelné ztráty místnosti

Tepelné zisky radiací	578,9 W
Tepelné zisky konvekcí	48,45 W
Tepelná zátěž stěn	118,86 W
Tepelné zisky od lidí	124 W
Tepelné zisky od osvětlení	357 W
<b>Tepelné zisky celkem</b>	<b>1228,2 W</b>

Tabulka č. 6: Tepelné zisky místnosti

## 4.9 Tepelné ztráty a zisky všech klimatizovaných místností

### 4.9.1 Přízemí

Místnost	Tepelné ztráty	Tepelné zisky
přednáškový sál	2734 W	4702 W
předsálí	2309 W	4711 W
vstupní hala	1178 W	1244 W
kavárna	8821 W	13668 W

Tabulka č. 7: Parametry prostorů v přízemí

### 4.9.2 Patro

Místnost	Tepelné ztráty	Tepelné zisky
pokoj 1	1175 W	1191 W
pokoje 2 až 6	1047 W	1185 W
pokoje 7 až 10	1047 W	1273 W
pokoj 11	1175 W	1225 W

Tabulka č. 8: Parametry místností v 2. a 3. podlaží

Místnost	Tepelné ztráty	Tepelné zisky
pokoj 1	1618 W	1248 W
pokoje 2 až 6	1479 W	1229 W
pokoje 7 až 10	1479 W	1317 W
pokoj 11	1618 W	1282 W

Tabulka č. 9: Parametry místností ve 4. podlaží

## 5 VRV SYSTÉM

### 5.1 Volba VRV systému

Na trhu existuje velké množství různých VRV systémů, určených pro instalaci do velkých budov, od několika firem. Většina z nich dokáže pouze chladit – tyto jednotky pro potřeby hotelu využít nelze, jelikož je nutné v hotelových pokojích také topit a vytápění pouze elektrickými přímotopy by nebylo energeticky efektivní. Novější typy VRV systémů podporují již chlazení a vytápění, ovšem pouze odděleně (buď všechny jednotky topí, nebo všechny chladí). Tento systém by už byl použitelný, ovšem pro potřeby hotelu, kdy si každý host chce zajistit komfort přesně podle svých požadavků, byl zvolen nejnovější VRV systém firmy Daikin (VRV III), který díky funkci Heat Recovery umožňuje některým jednotkám chladit a některým topit – to vše zároveň. Systém funguje na principu přečerpávání tepla (chlada) z místnosti, kde jej není potřeba do místnosti, kde již potřeba je. Díky inverterové technologii, kdy se reguluje dodávka chladiva do jednotlivých jednotek, je zároveň vytápění nebo chlazení efektivní.

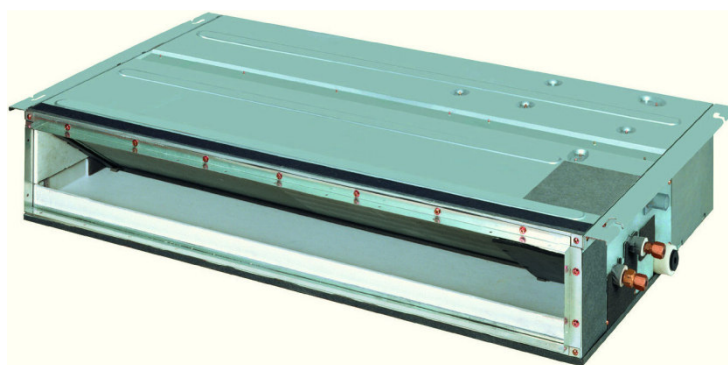
Venkovní jednotky pracují na principu tepelného čerpadla vzduch – vzduch a koeficient jejich účinnosti se pohybuje okolo hodnoty 3, to znamená, že za 1 kW vložené energie získáme 3 kW. Potom ve srovnání s elektrickými přímotopy, které by jinak hotelové pokoje vytápěly, dochází až k dvoutřetinovým úsporám nákladů.

### 5.2 Vnitřní jednotky

Pro potřeby hotelových pokojů byly navrženy vnitřní jednotky typu FXDQ Slim Duct (typ FXDQ07VJU), konkrétně nejslabší dostupný typ, který ale bude pro potřeby pokoje naprosto dostatečný. Jednotky se umístí nad vstupní dveře do pokoje. Jednotky obsahují vlastní čerpadlo kondenzátu, který bude sveden potrubím do odpadu. Těchto jednotek bude v hotelu nainstalováno 33.

<b>Typ</b>	FXDQ07MVJU
<b>Výkon chlazení</b>	2,2 kW
<b>Výkon vytápění</b>	2,5 kW
<b>Váha</b>	22 kg
<b>Maximální příkon</b>	92 W
<b>Hlučnost</b>	33 dB
<b>Cena</b>	33 000 Kč

*Tabulka č. 10: Parametry vnitřní jednotky FXDQ*



*Obrázek č. 16: Vnitřní jednotka FXDQ*

Ve vstupní hale bude instalována jednotka o stejném výkonu, ovšem v nástěnném provedení. Bude umístěna nad průchodem ke schodišti.

<b>Typ</b>	FXAQ07MVJU
<b>Výkon chlazení</b>	2,2 kW
<b>Výkon vytápění</b>	2,5 kW
<b>Váha</b>	11 kg
<b>Maximální příkon</b>	29 W
<b>Hlučnost</b>	35 dB
<b>Cena</b>	21 000 Kč

*Tabulka č. 11: Parametry vnitřní jednotky FXAQ*





Obrázek č. 17: Vnitřní jednotka FXAQ

V přízemí v přednáškovém sále, v předsálí a v kavárně budou umístěny podstropní jednotky typu FXFQ. Vzhledem k velké ploše kavárny zde budou umístěny 3 jednotky o menších výkonech, jejichž celkový výkon ale bude dostatečný a tím pádem bude vytápění a chlazení rovnoměrné v celé místnosti. Ve všech místnostech budou umístěny jednotky stejného typu, celkem tedy 5 kusů.

<b>Typ</b>	FXFQ24MVJU
<b>Výkon chlazení</b>	7 kW
<b>Výkon vytápění</b>	7,9 kW
<b>Váha</b>	25 kg
<b>Maximální příkon</b>	133 W
<b>Hlučnost</b>	34 dB
<b>Cena</b>	52 000 Kč

Tabulka č. 12: Parametry vnitřní jednotky FXFQ



Obrázek č. 18: Vnitřní jednotka FXFQ

### 5.3 Venkovní jednotky

Jak bylo řečeno výše, jsou zvoleny jednotky s funkcí Heat Recovery, které jsou sice o 20% dražší, ovšem dokážou zajistit větší komfort a také větší úspory nákladů. Každé patro bude

mít svou vlastní venkovní jednotku (typ REYQ96 pro patra a REYQ120 pro přízemí). Jednotky se připojují jednofázově, každá bude mít vlastní jistič 50 A.

Typ	REYQ96MVJU	REYQ120MVJU
Výkon chlazení	28 kW	35 kW
Výkon vytápění	31,6 kW	39,5 kW
Váha	300 kg	300 kg
Maximální příkon	9 kW	11,2 kW
Hlučnost	60 dB	60 dB
Cena	320 000 Kč	340 000 Kč

Tabulka č. 13: Parametry venkovních jednotek



Obrázek č. 19: Venkovní jednotka REYQ

## 5.4 Příslušenství

### 5.4.1 Filtr

Určen do podstropních klimatizačních jednotek ke zvýšení čistoty vzduchu. S extra dlouhou životností.

Cena: 18 000 Kč

## 6 SILNOPROUDÉ ROZVODY

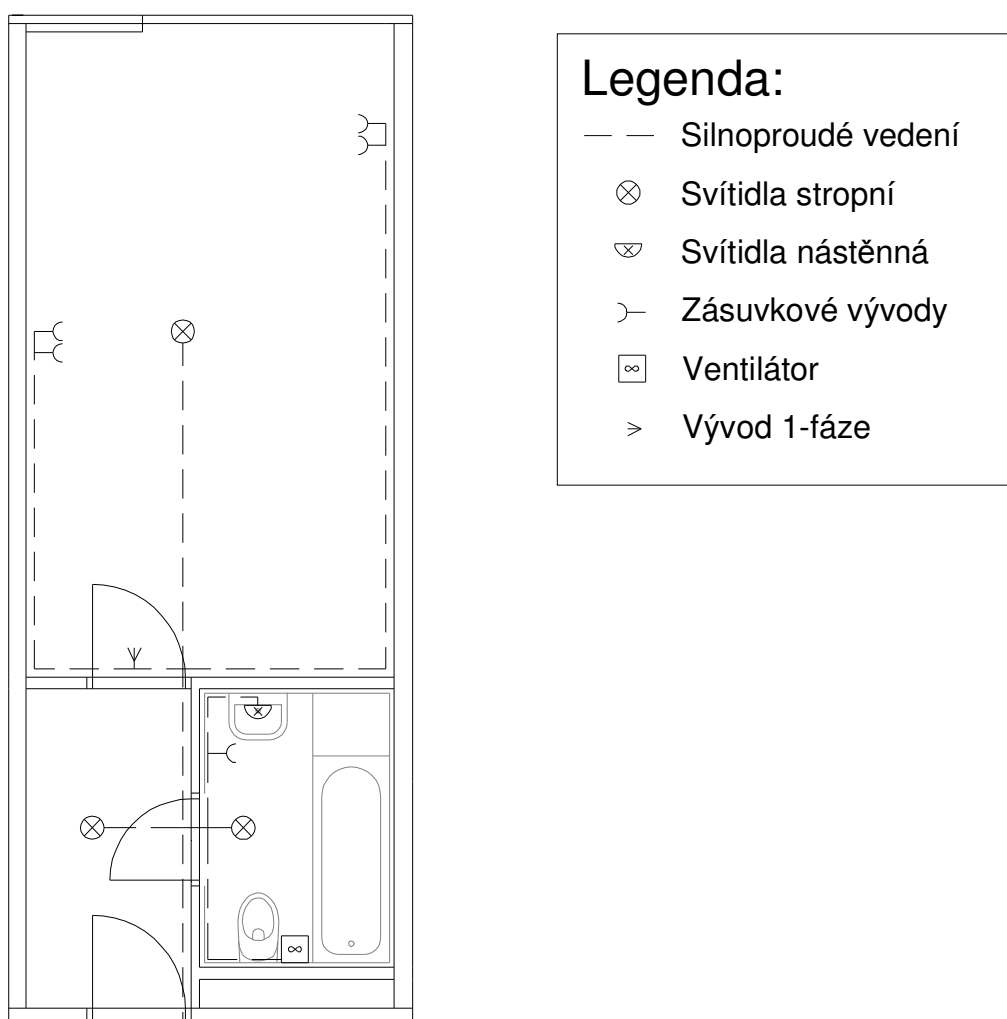
Silnoproudými rozvody rozumíme rozvody, které slouží k napájení spotřebičů elektrickou energií. Veškerá schémata silnoproudých rozvodů viz příloha P II.

### 6.1 Připojení hotelu a rozvaděčů

Před objektem bude osazena přípojková skříň, a od ní bude natažen hlavní přívod pro hotel do elektroměrového rozvaděče RE (rozvaděč elektro), který bude umístěn v technické místnosti v přízemí. Z něj bude napájen hlavní rozvaděč hotelu RH (rozvaděč hotel) a k němu připojený elektroměr a HDO. Rozvaděč bude montován na omítku, vývody budou provedeny horem, přívody spodem. Z tohoto rozvaděče budou napojeny všechny podružné rozvaděče v jednotlivých patrech a elektrické rozvody v přízemí hotelu, dále odtud bude napájen výtah, VRV systém na střeše a slaboproudý rozvaděč. Podružné rozvaděče v jednotlivých patrech budou napájeny z hlavního rozvaděče a budou rovněž montovány na omítku v technických místnostech na daném patře. Zde budou také umístěny zdroje pro napájení KNX prvků.

### 6.2 Popis řešení silnoproudých rozvodů

Jednotlivá patra jsou tvořena podle stejného schématu, rozvody v přízemí jsou díky jinému půdorysu odlišné. V každém hotelovém pokoji budou čtyři dvozásuvky, jeden vývod pro osvětlení a jeden vývod pro připojení klimatizační jednotky. V koupelně se počítá s jednou zásuvkou, dvěma světly (jedno pro osvětlení místnosti a jedno nad zrcadlem) a připojením odtahového ventilátoru, který bude vázán na sepnutí vypínače osvětlení místnosti. V předsíni pak bude instalován jeden vývod pro osvětlení. Každému pokoji je přiřazen jeden světelný a jeden zásuvkový okruh.



Obrázek č. 20: Ukázka silnoproudých rozvodů v hotelovém pokoji

Dále se na každém patře nachází místnosti pro sklad prádla a pro úklid. Ve skladu bude vývod pro dvě dvozásuvky, jedno stropní svítidlo a odtahový ventilátor, v místnosti pro úklid pak svítidlo, odtahový ventilátor a třífázový vývod pro připojení bojleru pro ohřev TUV. Na chodbách jsou pak 3 vývody pro zásuvky a 6 vývodů pro osvětlení. Dále jsou zde svítidla nouzového osvětlení, které mají vlastní zdroj napájení, který se aktivuje při odpojení elektrické sítě. Poslední místností každého patra je technická místnost, kde jsou umístěny silnoproudé a slaboproudé rozvaděče. Tato místnost má vyveden pouze vývod pro osvětlení. Z podružných rozvaděčů je také napájeno osvětlení schodiště.

V pravé části přízemí se nachází přednáškový sál, kde budou vyvedeny zásuvky u stolku pro přednášejícího, dále pak na zadní stěně pro připojení notebooků posluchačů. Zvláštní zásuvkový vývod na stropě je určen pro připojení projektoru. Dalším zvláštním vývodem na stropě bude vývod pro připojení podstropní klimatizační jednotky. Bude zde také

dostatek vývodů pro osvětlení celého sálu. U oken bude navíc vývod pro pohon žaluzií. Vedle přednáškového sálu se nachází technická místnost, kde je kromě rozvaděčů také umístěna vzduchotechnika a je zde vyvedeno pouze osvětlení. Vedle technické místnosti je předsálí, kde je opět vývod pro klimatizaci, čtyři dvojjáskovky a potřebné osvětlení.

Ve střední části přízemí se nachází zádveří se vstupní halou a recepcí, kde je vyveden jeden světelný okruh, zásuvky pro úklid a především dvě dvojjáskovky u recepčního pultu. Je zde také vývod pro klimatizační jednotku. Na chodbách hotelu a schodišti jsou vyvedeny světelné okruhy, na chodbách navíc zásuvky pro úklid. Na toaletách je kromě světelných vývodů a vývodů pro ventilátor také vývod pro připojení vysoušečů rukou, na pánských záchodech jsou to ještě vývody pro automatické splachování pisoárů. Dále se v přízemí nachází místnost pro úklid a šatna se sprchou pro personál, kde jsou použity stejné prvky, jako v hotelových koupelnách. Poslední místností ve střední části přízemí je přípravná pokrmů, která je specifická tím, že každý zásuvkový vývod má svůj vlastní jistič (je jich celkem osm), navíc jsou zde ještě umístěny tři vývody pro připojení sporáků a myčky nádobí.

V levé části přízemí se nachází kavárna, kde budou tři vývody pro klimatizační jednotky a dva světelné okruhy. V barové části je pak 10 zásuvkových vývodů, některé opět s vlastním jističem. Speciální přípojka je zřízena pro myčku sklenic. V celém přízemí je také dostatečný počet nouzových svítidel s vlastním zdrojem napájení.

Všechny rozvody jsou vedeny pod omítkou ve zdi, ve stropu nebo v podlaze. Obvody, na které je připojena koupelna, toalety nebo přípravná pokrmů, jsou napojeny přes proudový chránič s vybavovacím proudem 30 mA. Zásuvky jsou osazeny se středem ve výšce 30 cm nad podlahou, vypínače ve výšce 120 cm. Ve všech sociálních zařízeních jsou umístěny ventilátory, napojené přes světelný obvod a spínané se zpožděným vypnutím.

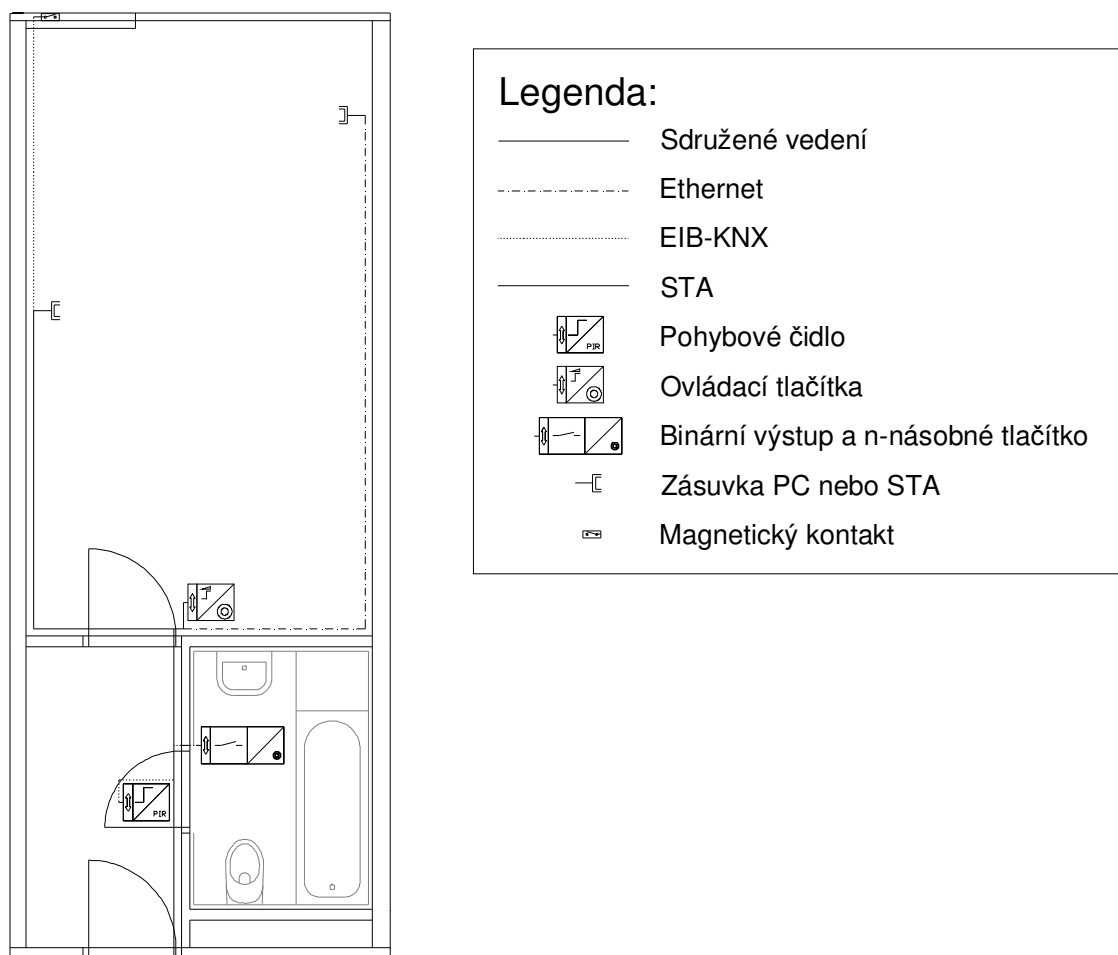
### 6.3 Zapojení rozvaděčů

Na každém patře, kde jsou hotelové pokoje, se nachází 13 zásuvkových okruhů, 12 světelných okruhů (plus jeden pro osvětlení schodiště a jeden pro nouzové osvětlení), 1 okruh pro odtahové ventilátory, 1 okruh pro připojení klimatizačních jednotek a 1 okruh pro připojení ohřevu TUV. V přízemí to pak je 20 zásuvkových okruhů, 6 světelných okruhů, 1 okruh pro nouzové osvětlení, 10 speciálních okruhů (2x sporák, 2x myčka, 2x vysoušeč rukou, 1x pisoáry, 1x pohony žaluzií, 1x klimatizační jednotky a 1x rozvaděč

SLP). Zásuvkové okruhy, klimatizační jednotky, vysoušeče, pisoáry a žaluzie jsou jištěny jističi 16 A, světelné okruhy, okruhy nouzového osvětlení a okruh pro odtahové ventilátory budou jištěny 10 A, okruh pro připojení ohřevu TUV, sporáky a myčky 20 A.

## 7 SLABOPROUDÉ ROZVODY

Slaboproudými rozvody můžeme rozumět rozvody malého napětí – nejčastěji datové sítě, komunikační rozvody nebo signalizační zařízení. Schéma slaboproudých rozvodů viz příloha P III. Ukázka zapojení pro jeden pokoj je na následujícím obrázku:



Obrázek č. 21: Zapojení slaboproudých rozvodů

### 7.1 Datová a telefonní síť

V celém hotelu jsou rozvedeny kabely UTP kategorie 5e, zajišťující přístup k telefonním službám, datové síti LAN a k Internetu. V každém pokoji je k dispozici dvojjádrová zásuvka pro PC a pro telefon. V přízemí jsou zásuvky v přednáškovém sále, na recepci a v kavárně. Kabely jsou vedeny do technické místnosti daného patra, kde se nachází patch panely s 32 pozicemi, některé tedy zůstanou nevyužity. Z daných pater jsou svedeny do technické místnosti v přízemí, kde se nachází rozvaděč SLP, ve kterém bude instalovaná zásuvka, do které se následně připojí přepěťová ochrana a do ní poté aktivní prvky.

### 7.1.1 Připojení k Internetu

Připojení k internetu je realizováno bezdrátově fullduplexním spojem v pásmu 10,5 GHz. Garantovaná rychlost je 10 Mbit/s bez jakéhokoliv omezení za 15990 Kč bez DPH. Garance servisního zásahu v případě poruchy do 24 hodin. Anténa je umístěna na střeše hotelu, společně s přístupovým access pointem. Odtud je signál sveden UTP kabelem do slaboproudého rozvaděče v technické místnosti v přízemí.

### 7.1.2 Prvky datové sítě

#### Koncová zásuvka

Slouží k připojení telefonu a PC do datové sítě, lze k ní připojit dva kabely.

Cena: 130 Kč



Obrázek č. 22: Koncová zásuvka

#### Patch panel

Slouží k připojení všech kabelů daného patra a umožňuje jim propojení se switchem v technické místnosti v přízemí. Pro každé podlaží bude postačovat panel se 24 pozicemi. Je určen pro UTP kabely kategorie 5e a připraven na propojení s aktivním prvkem.

Cena: 600 Kč



Obrázek č. 23: Patch panel



## Switch

Pro potřeby hotelu bude instalován 24-portový switch pro každé podlaží. Budou umístěny v technické místnosti v přízemí. Byl vybrán switch Asus, který lze montovat do 19“ skříně. Podporuje rychlosti 10/100 Mbit/s a také full-duplexní mód, který umožňuje až dvojnásobnou průchodnost dat. Můžou být připojeny křížené i nekřížené kabely. Ve skříní bude navíc ještě umístěn jeden switch jako rezervní.

Cena: 2 600 Kč



*Obrázek č. 24: Switch Asus*

## Router

Bude instalován Profi-Router v2 společnosti Lynx, který má vysoký výkon a široké možnosti nastavení. Má integrovaný firewall, DHCP server, překladač adres, podporu IP telefonie a řízení šířky pásma. Obsahuje 2 porty RJ 45.

Cena: 7 500 Kč



*Obrázek č. 25: Router Lynx*

### 7.1.3 Prvky telefonní sítě

#### Telefon

Ve všech pokojích a pobytových místnostech bude k dispozici telefon Well 3130IF, připojený přes ethernetové rozhraní. Obsahuje NAT a DHCP server, firewall a 2 ethernetové porty, přičemž do jednoho se připojí vývod datové sítě hotelu a k druhému se

může připojit PC. Telefon má adresář pro 99 záznamů a umožňuje také identifikaci volajícího.

Cena: 1 200 Kč

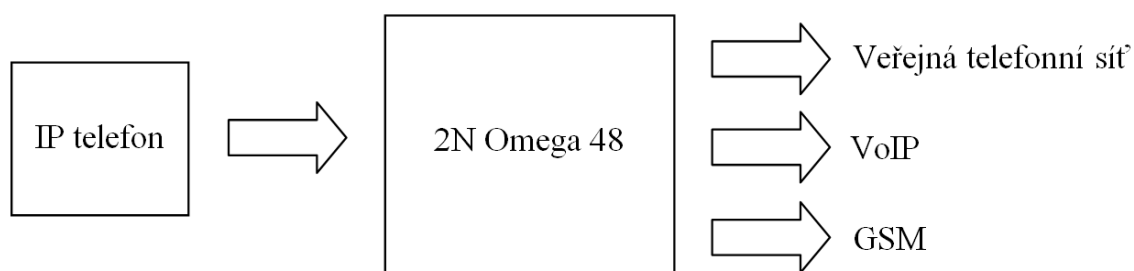


Obrázek č. 26: IP telefon Well 3130IF

### Ústředna

Všechny telefony budou napojeny na pobočkovou ústřednu 2N Omega 48, která nabízí připojení do všech pevných či mobilních telefonních sítí. Hovory ve vnitřní síti jsou samozřejmě zdarma. Obsahuje 48 portů pro interní telefonní linky, podporu VoIP a také automatický výběr nejlevnější cesty odchozího hovoru LCR. Ústřednu je možno ovládat také vzdáleně a je podporován monitoring veškerého provozu.

Cena: 11 400 Kč



Obrázek č. 27: Schéma funkce LCR



Obrázek č. 28: Ústředna 2N Omega 48

#### 7.1.4 Přepět'ová ochrana

Pro ochranu prvků, umístěných ve slaboproudém rozvaděči, zde bude do zásuvky zapojena přepět'ová ochrana, která má za úkol chránit všechna zařízení před poškozením. Byla vybrána přepět'ová ochrana společnosti APC, obsahující ochranu 8 zásuvek, telefonní linky (RJ 11), ethernetu (RJ 45) a koaxiálního kabelu (připojení TV).

Cena: 850 Kč



Obrázek č. 29: Přepět'ová ochrana APC

## 7.2 KNX

Sběrnice KNX tvoří ovládací a řídicí část hotelu. Jedná se o dvojici vodičů, která napájí a zajišťuje komunikaci mezi jednotlivými prvky tohoto systému. Sběrnice je napájena ze zdroje, který je společně s dalšími prvky (akční členy, liniové spojky, atd.) uložen v technické místnosti na každém patře. Zdroj je pak napájen klasicky rozvodem nízkého napětí (230 V) a obsahuje tlumivku, která zabraňuje úniku telegramů mimo sběrnici.

V každém pokoji jsou umístěny tyto prvky: detektor pohybu, ovládací tlačítka pro klimatizaci a osvětlení, binární výstup s tlačítkem, okenní a dveřní kontakty. Na chodbách a schodištích dále budou detektory pohybu pro spínání osvětlení. V přízemí pak budou ovládací tlačítka, binární výstupy s tlačítky na toaletách a spínací kontakty ve dveřích.

### 7.2.1 Prvky systému KNX

Jednotlivé prvky KNX mohou být díky otevřenosti protokolu tvořeny zařízeními různých výrobců. Kvůli jednodušší údržbě a také možnému snížení ceny prvků při hromadné objednávce jsem se snažil volit prvky pouze jednoho výrobce – GIRA.

#### Detektory pohybu

V předsíních u hotelových pokojů, na chodbách, schodištích a ve vstupní hale budou nainstalovány detektory pohybu (GIRA 0880 03), které budou spínat osvětlení. Rozsah detekce přítomnosti je 180°, stupeň ochrany IP 20, pokrytí 6 metrů na každou stranu a až 12 metrů před sebe.

Cena: 2 400 Kč



Obrázek č. 30: Detektor pohybu

#### N-násobná tlačítka

V hotelových pokojích budou použita pouze jedno- nebo dvou-násobná tlačítka pro ovládání osvětlení, v přízemí pak navíc ještě troj-násobná. Jedná se o tlačítka typových řad

GIRA 2011 112, GIRA 2062 112 a GIRA 1063 100, která dokážou fungovat v režimech přepínání nebo stmívání a mají také paměť na světelné scény. Dokážou také indikovat svůj status pomocí LED diod.

Ceny: 1-násobné tlačítko 1 200 Kč; 2-násobné 2 200 Kč; 3-násobné 2 500 Kč



Obrázek č. 31: N-násobná tlačítka

### Ovládací tlačítka

V každém hotelovém pokoji a v pobytových místnostech budou kombinovaná tlačítka pro ovládání teploty vzduchu v místnosti a pro ovládání osvětlení (GIRA 2052 112). Modul obsahuje vlastní snímač teploty, ale je možno připojit také snímač externí. Tlačítka pro ovládání osvětlení podporují režimy stmívání nebo světelných scén.

Cena: 5 800 Kč



Obrázek č. 32: Ovládací tlačítka

### Stmívače

Stmívání je k dispozici pouze v přednáškovém sále. Stmívač GIRA 1043 00 obsahuje integrovanou sběrnicovou spojku, má 4 nezávislé výstupy a disponuje širokými možnostmi nastavení. Dokáže ovládat svítidla až do výkonu 210 W. Instalace na DIN lištu.

Cena: 13 400 Kč



Obrázek č. 33: Stmívač

### Akční členy

Slouží ke spínání k nim připojených zařízení. Použité akční členy (GIRA 1006 00 a GIRA 1038 00) dokáže spínat až 8 (resp. 16) nezávislých zařízení (světla až do souhrnného výkonu 2500 W, resp. 3000 W), jak v reálném čase, tak i s časovým zpožděním. Mají paměť na světelné scény, umožňují také měření času sepnutí. Montáž na DIN lištu.

Cena: pro 8 zařízení 11 300 Kč, pro 16 zařízení 17 800 Kč



Obrázek č. 34: Akční členy

### Aktor žaluzií

Slouží k ovládání žaluzií (typ GIRA 1050 00). Toto bude aplikováno pouze v přednáškovém sále. Má 4 nezávislé výstupy pro ovládání, ovládá pohony žaluzií napětím 230 V. Obsahuje integrovanou sběrnicovou spojku, montáž na DIN lištu.

Cena: 7 000 Kč



Obrázek č. 35: Aktor žaluzií

### Dveřní a okenní kontakty (binární vstup)

Slouží pro detekci otevření okna nebo dveří. Montáž do elektroinstalačních krabic (typ GIRA 1118 00). Obsahuje dva binární vstupy, které umožní detekci u bezpotenciálových kontaktů.

Cena: 1 600 Kč



Obrázek č. 36: Binární vstup

### Sběrnice spojky

Sběrnice spojky slouží k připojení požadovaného aplikačního modulu na sběrnici KNX. V katalogu firmy GIRA je najdeme pod číslem 0570 00. Maximální příkon zařízení je 150 mW, stupeň ochrany IP 20, hloubka 32 mm.

Cena: 2 200 Kč



Obrázek č. 37: Sběrnice spojka

### Zdroje

Napájecí zdroj slouží k napájení sběrnice KNX. Na každém patře bude umístěn jeden zdroj v slaboproudém rozvaděči. Vzhledem k vyššímu počtu prvků na patře jsou voleny zdroje s nejvyšším výkonem, tedy 640 mA (typ GIRA 1087 00). Zdroj obsahuje integrovanou tlumivku, která odděluje jednotlivé linie s jedním napájecím zdrojem mezi sebou. Zdroj je připojen na síť 230 V/50 Hz a na výstupu dává stejnosměrné napětí v rozsahu 28 až 31 V při proudu až 640 mA. Je určen do vnitřního prostředí, čemuž odpovídá stupeň ochrany IP 20. Samozřejmostí je ochrana proti zkratu. Instalace na DIN lištu.

Cena: 9 600 Kč



Obrázek č. 38: Napájecí zdroj KNX

### Liniové/oblastní spojky

Slouží k propojení jednotlivých linií nebo i celých oblastí a zajišťují elektrickou izolaci mezi těmito liniemi. Instalace na DIN lištu (typ GIRA 1023 00).

Cena: 9 800 Kč



Obrázek č. 39: Liniová spojka

### USB rozhraní

Slouží k připojení PC pro programování, adresování a diagnostiku všech zařízení KNX, je podporováno programem ETS3. Kompatibilní s USB 2.0. Zařízení má integrovanou sběrniceovou spojku a montuje se na DIN lištu (GIRA 1080 00).

Cena: 6 300 Kč





Obrázek č. 40: USB rozhraní

### IP router

Slouží k propojení sběrnice KNX s IP sítí. Může sloužit i jako sběrnicová spojka, transformující telegramy z KNX a přeposílající přes Ethernet na jinou linii. Jeho další funkce je jako spojka mezi sběrnicí KNX a Home Serverem. Je napájen externím napětím 24 V a Ethernet se připojuje klasickým konektorem RJ45. V katalogu GIRA je označen GIRA 1030 00.

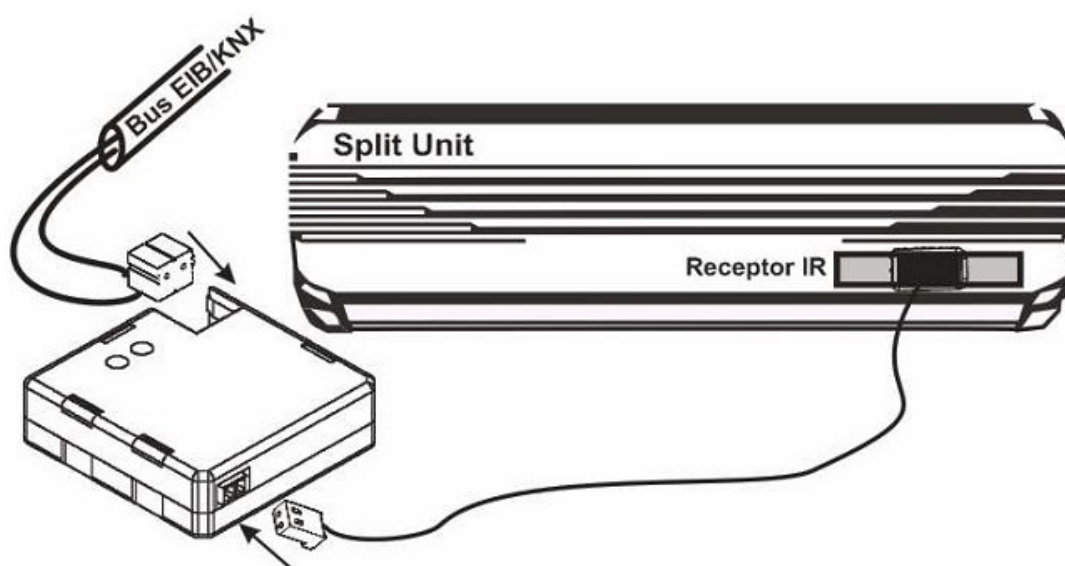
Cena: 16 200 Kč



Obrázek č. 41: IP router

### Ovládání klimatizačních jednotek

Vzhledem k tomu, že VRV systémy nejsou kompatibilní se sběrnici KNX (většinou je podporován pouze vlastní BMS systém, síť BACnet nebo LonWorks), je nutné tyto jednotky ovládat trochu jiným způsobem. Bylo by možné použít infračervený převodník firmy Zennio, který se ale vyplatí spíše u menších systémů. Převodník umožňuje přímé ovládání klimatizačních jednotek přes sběrnici KNX. Toto se děje prostřednictvím infračerveného rozhraní, které je součástí klimatizační jednotky. Na toto rozhraní se pak přímo připojí tento převodník (viz *Obrázek č. 42*).



*Obrázek č. 42: Připojení klimatizační jednotky na sběrnici KNX*

Proto jsem použil řešení se dvěma převodníky. Prvním je převodník z firemního protokolu (v tomto případě firmy Daikin) na jiný protokol (LonWorks) a z tohoto protokolu pak dalším převodníkem na KNX. Toto řešení umožňuje plné ovládání klimatizačního systému přes sběrnici KNX bez jakýchkoliv omezení.

Převodník firmy Daikin v základní verzi umí obsloužit až 64 klimatizačních jednotek, což je pro navržený VRV systém plně dostačující.

Cena: 106 000 Kč



Obrázek č. 43: Převodník z protokolu firmy Daikin na LonWorks

Dalším použitým převodníkem je převodník firmy Intesis z protokolu LonWorks na síť KNX. Výrobce jej navíc přímo doporučuje pro ovládání klimatizačních jednotek firmy Daikin, vybavených samozřejmě převodníkem na LonWorks. Stejně jako předchozí převodník, i tento podporuje až 64 různých LonWorks zařízení.

Cena: 62 000 Kč



Obrázek č. 44: Převodník z LonWorks na KNX

### 7.3 Rozvody STA

Rozvody společné televizní antény budou realizovány externí firmou, prvky tohoto systému pak budou umístěny v jednotlivých technických místnostech. V pokojích a pobytových místnostech pak budou vyvedeny výstupy v podobě účastnických zásuvek.

## 8 VIZUALIZACE

Vizualizací můžeme rozumět možnost monitorování, zobrazování a řízení všech veličin v plně grafickém prostředí.

### 8.1 Hardwarová část

DataLab PC 810 slouží jako hardwarová část pro vizualizační software. Obsahuje procesor VIA 800 MHz, 512 MB DDR400 SDRAM paměti, čipovou sadu VIACN400. Jako rozhraní jsou zde k dispozici 4 USB 2.0 porty, 2x Ethernet 10/100 Mbit, Audio In/Out, 1 RS 232C, slot pro paměťovou kartu Compact Flash Type I, 2 PS2 pro připojení klávesnice a myši a analogový VGA výstup. Pracuje také jako server pro ovládání všech prvků přes Internet a při připojení GSM brány také přes mobilní telefon.

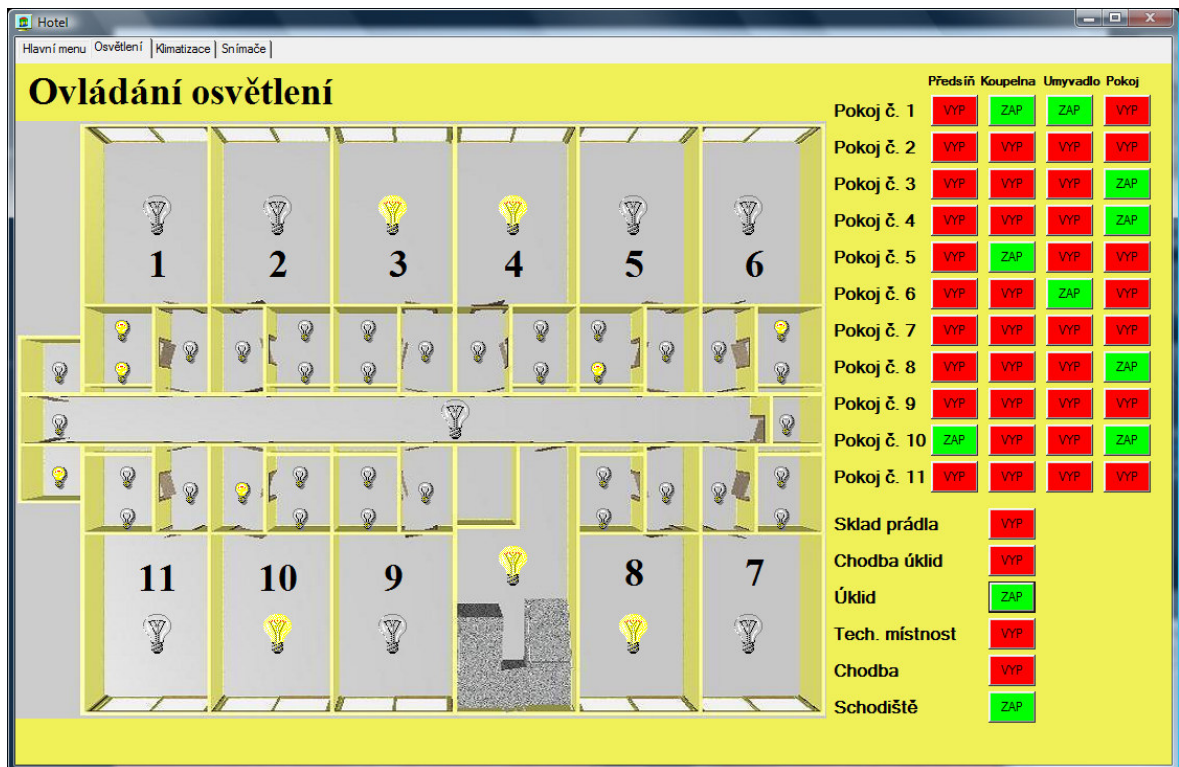
Cena: 15 800 Kč



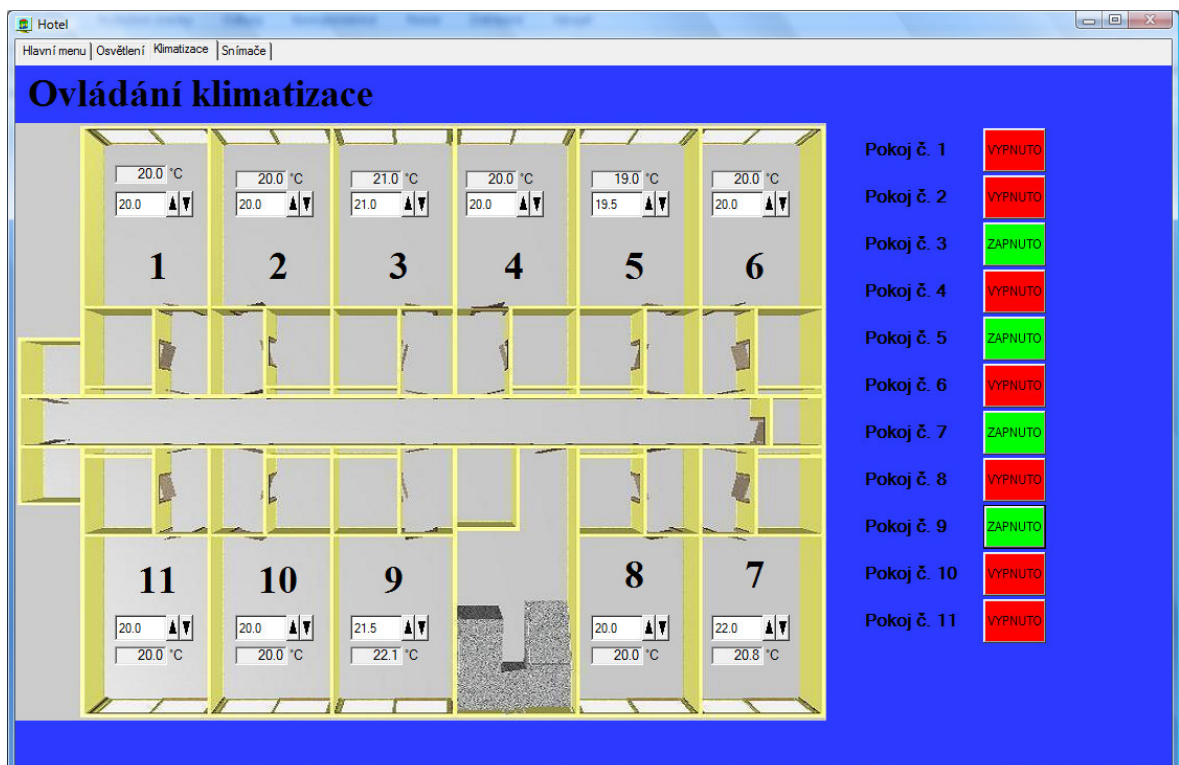
Obrázek č. 45: Průmyslový počítač DataLab

### 8.2 Ukázky řešení

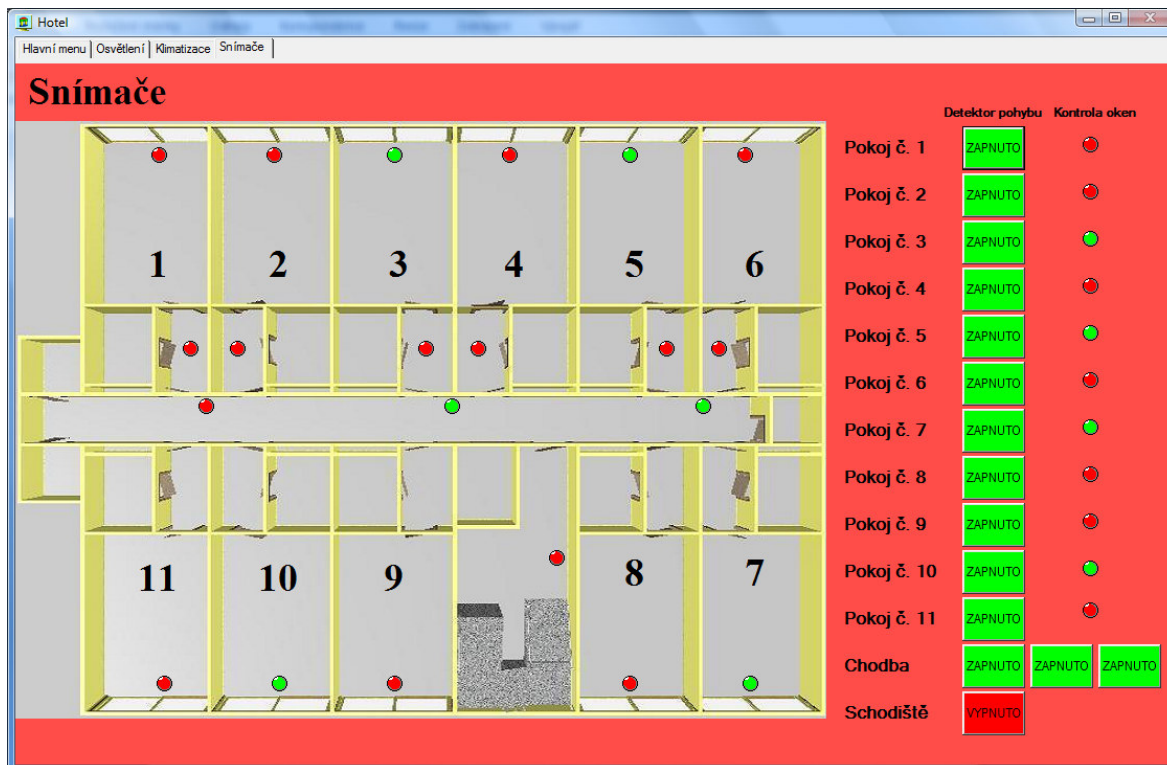
Vizualizační software bude založen na aplikaci Control Web společnosti Moravské přístroje. Tím je zaručena kompatibilita s průmyslovým PC DataLab stejného výrobce.



Obrázek č. 46: Ovládání osvětlení na patře



Obrázek č. 47: Ovládání klimatizace



Obrázek č. 48: Monitorování stavu detektorů pohybu a okenních kontaktů

Na předchozích třech obrázcích je vidět kompletní vizualizace všech prvků pro vybrané podlaží. Ovládání osvětlení je řešeno pomocí přepínačů, kdy se mohou samy přepínat ty, u kterých jsou světla napojena na detektory pohybu.

U ovládání klimatizace je možné nastavit teplotu v příslušných pokojích. Pomocí šipek se dá teplota regulovat po kroku 0,5 °C. Aktuální teplota v pokoji je zobrazena v textovém poli. V pravém panelu je možné pomocí přepínačů zapínat/vypínat klimatizační jednotky. Zároveň lze vidět, které jsou v provozu a které ne.

V záložce Snímače je pak vizualizace pro detektory pohybu a okenní kontakty. Zelená kontrolka v případě detektoru pohybu značí, že detektor zachytil nějaký pohyb. Detektory můžeme v případě potřeby vypnout příslušným tlačítkem. U okenních kontaktů červená kontrolka signalizuje zavřené a zelená otevřené okno. To je signalizováno i v ovládacím menu.

### 8.3 Vzdálené řízení

Průmyslový počítač DataLab bude připojen na pobočkovou ústřednu, která bude tvořit GSM bránu. Tím bude umožněno ovládat všechna zařízení vzdáleně přes mobilní telefon.

Průmyslové PC se také připojí ethernetovým kabelem přímo do switchu, čímž bude umožněno ovládání přes Internet.

Ovládání přes mobilní telefon může být realizováno jak formou servisních SMS zpráv, tak i zmenšenou formou vizualizace (pro PDA), která bude dostupná skrze internetový prohlížeč.

## 9 TECHNICKO – EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

### 9.1 Srovnání s jinými způsoby klimatizace

Vzhledem k tomu, že navržený VRV systém firmy Daikin umožňuje současně chladit i vytápět, ve srovnání můžeme rovnou zahrnout starší typy VRV systémů, umožňujících pouze chlazení. Navíc tím, že VRV systém může fungovat jako náhrada elektrických přímotopů, které by jinak byly v pokojích umístěny, dochází k dalším úsporám energie.

Nejlépe to demonstruje příklad vytápění jednoho pokoje při započítání poměrné části nákladů na VRV systém. Pro sjednocení cen bylo bráno nepřetržité vytápění po dobu trvání nízkého tarifu (20 hodin) přes celé otopné období (216 dní), sazba pro přímotopy a tepelné čerpadlo. Cena za 1 kWh je pak 2,88 Kč pro VRV systém a 3,3 Kč pro přímotop.

Typ	Cena zařízení	Spotřebovaná energie za rok	Cena za rok
VRV systém	62 000 Kč	3,89 MWh	11 000 Kč
Přímotop	2 000 Kč	6,48 MWh	21 000 Kč

Tabulka č. 14: Náklady na vytápění jednoho pokoje

Jak je patrné z předchozí tabulky, i přes vyšší pořizovací náklady VRV systému dokáže tento způsob vytápění ušetřit téměř 50% nákladů na elektrickou energii. Další výhodou VRV systému je, že výkon klimatizační jednotky je pro vytápění roven hodnotě 2,5 kW oproti přímotopu, jehož výkon je 1,5 kW. Tím bude zajištěno, že VRV systém dokáže pokoj vytopit v kratším čase a dále už pak teplotu pouze udržovat, což povede k další úspoře nákladů.

Cena za chlazení pak vychází z počtu dní, kdy není potřeba topit (tj. 149 dní) a spotřeby, která je určena spotřebou klimatizační jednotky při chlazení. V úvahu vezmeme stejné počáteční podmínky, jako při výpočtu nákladů na vytápění. Spotřeba energie bude poté 2,74 MWh a roční náklady při vypočítané ceně 3,71 Kč/kWh budou přibližně 10000 Kč.

Z těchto výpočtů je pak patrné, že cena za spotřebovanou energii VRV systému za celý rok je přibližně stejná se spotřebou elektrických přímotopů, které ovšem fungují pouze v režimu vytápění. VRV systém oproti nim navíc dokáže v létě chladit a zajistit tak komfortní prostředí pro hosty.



## 9.2 Ovládání klimatizačních jednotek

Jak už bylo řečeno u popisu řešení pomocí převodníků, mohlo by být také použito řešení formou infračervených senzorů. Cena jednoho z nich je přibližně 4000 Kč, takže v celkovém součtu by cena těchto prvků dosáhla prakticky stejné výše, jako při řešení pomocí převodníků. Nevýhodou by ovšem byla jistá omezenost při ovládání systému a také nutnost pořizovat infračervené snímače pro klimatizační jednotky, které nejsou ve standardní výbavě (cena 7000 Kč za kus). Takové řešení je tedy vhodné při ovládání menšího počtu jednotek.

Typ	Cena zařízení	Cena IR přijímačů	Počet kusů	Celková cena
Převodníky	168 000 Kč	0 Kč	1	168 000 Kč
IR rozhraní	4 000 Kč	7000 Kč	39	429 000 Kč

Tabulka č. 15: Porovnání možností ovládání klimatizačních jednotek

## 9.3 Sběrnice KNX

Jak je vidět u ceny použitých prvků, instalace sběrnice KNX je poměrně nákladná, obzvláště pro hotel. Ovšem díky této sběrnici můžeme ušetřit náklady na elektrickou energii (kontrola rozsvícených světel), náklady na vytápění (při otevření okna vypnutí klimatizace) a náklady na personál (vzdálené řízení systému). Největším přínosem tohoto systému je zvýšení komfortu ubytovaných hostů, ale také usnadnění práce personálu, který se díky tomu může věnovat jiným činnostem. Toto zvýšení komfortu ovšem nelze vyčíslit, jediným ukazatelem by mohla být vyšší cena za ubytování, kterou by mohl provozovatel požadovat. I tak bude návratnost této investice vysoká a záleží na investrovi, zda je ochoten toto zvýšení nákladů akceptovat.

## 9.4 Cenové přehledy všech prvků

### 9.4.1 Prvky VRV systému

Prvek	Počet kusů	Cena za kus	Celková cena
Vnitřní jednotka pokojová	34	33 000 Kč	1 089 000 Kč
Nástěnná jednotka	1	21 000 Kč	21 000 Kč
Vnitřní jednotka sálová	5	52 000 Kč	260 000 Kč

Vnější jednotka pro patra	3	320 000 Kč	960 000 Kč
Vnější jednotka přízemí	1	340 000 Kč	340 000 Kč
Filtr	5	18 000 Kč	90 000 Kč

Tabulka č. 16: Cenový přehled prvků VRV systému

Celková cena za VRV systém je pak 2 760 000 Kč.

#### 9.4.2 Prvky pro sběrnici KNX

Prvek	Počet kusů	Cena za kus	Celková cena
Detektory pohybu	53	2 400 Kč	127 200 Kč
1-násobná tlačítka	22	1 200 Kč	26 400 Kč
2-násobná tlačítka	33	2 200 Kč	72 600 Kč
3-násobná tlačítka	2	2 500 Kč	5 000 Kč
Ovládací tlačítka	39	5 800 Kč	226 200 Kč
Stmívače	1	13 400 Kč	13 400 Kč
Akční členy 8 zařízení	3	11 300 Kč	33 900 Kč
Akční členy 16 zařízení	11	17 800 Kč	195 800 Kč
Aktor žaluzií	1	7 000 Kč	7 000 Kč
Binární vstupy	36	1 600 Kč	57 600 Kč
Sběrníkové spojky	149	2 200 Kč	327 800 Kč
Zdroje	4	9 600 Kč	38 400 Kč
Liniové spojky	3	9 800 Kč	29 400 Kč
USB rozhraní	2	6 300 Kč	12 600 Kč
IP router	1	16 200 Kč	16 200 Kč
Převodník Daikin	1	106 000 Kč	106 000 Kč
Převodník Intesis	1	62 000 Kč	62 000 Kč
Vizualizační PLC	1	15 800 Kč	15 800 Kč

Tabulka č. 17: Cenový přehled prvků KNX

Celková cena všech prvků KNX činí 1 373 300 Kč.

**9.4.3 Prvky hlasových a datových služeb**

<b>Prvek</b>	<b>Počet kusů</b>	<b>Cena za kus</b>	<b>Celková cena</b>
IP telefon Well	37	1 200 Kč	44 400 Kč
Ústředna 2N Omega 48	1	11 400 Kč	11 400 Kč
Koncová zásuvka	43	130 Kč	5 590 Kč
Patch panel 24-port	3	600 Kč	1 800 Kč
Switch 24-port	5	2 600 Kč	13 000 Kč
Router Lynx	1	7 500 Kč	7 500 Kč
Přepěťová ochrana	1	850 Kč	850 Kč

*Tabulka č. 18: Cenový přehled prvků hlasových a datových služeb*

Cena všech prvků je pak dohromady 84 540 Kč.

## ZÁVĚR

Cílem mé práce bylo navrhnout klimatizaci, elektroinstalaci a rozvody sběrnice KNX v hotelu a pomocí těchto prvků zvýšit komfort ubytovaných hostů a usnadnit správu hotelu.

V první části práce jsem se zabýval návrhem klimatizačního systému, který měl být realizován VRV systémem. Výstup tohoto systému v podobě klimatizačních jednotek měl být umístěn v hotelových pokojích a dále ve společných pobytových prostorách – v přednáškovém sále, v předsálí, ve vstupní hale a v kavárně. Pro návrh tohoto systému bylo ovšem nutné znát tepelné ztráty a tepelné zisky výše zmíněných místností. V práci jsou pak uvedeny výsledky těchto výpočtů, kdy celková tepelná ztráta místností byla přibližně 44 kW a tepelné zisky přibližně 65 kW. Na tyto hodnoty byl pak navržen VRV systém. Tato čísla jsou poměrně vysoká, což je ovšem způsobeno tím, že hotel je z větší části prosklený. Vlastní VRV systém se pak skládá ze čtyř jednotek, pro každé patro jedna.

Dalším úkolem bylo navrhnout elektroinstalaci, což v tomto případě znamenalo světelné a zásuvkové okruhy a dále okruhy pro připojení dalších spotřebičů a zařízení. Světla jsou ovládána buď tlačítky, umístěnými vždy u vstupních dveří do dané místnosti, nebo pohybovými snímači – ty jsou umístěny na chodbách a schodištích, v předsíních hotelových pokojů a na toaletách a ve vstupní hale v přízemí.

Slaboproudé rozvody jsou charakterizovány především sběrnicí KNX, která je určena k monitorování a řízení prvků, které na ni jsou připojeny – světla, klimatizační jednotky, snímače pohybu, magnetické kontakty, žaluzie. Tyto prvky je možné ovládat z recepcce – to umožňuje průmyslový počítač DataLab.

Mezi slaboproudé rozvody dále patří také datová síť hotelu, jejímž úkolem není pouze připojení k Internetu, ale také zajišťuje telefonní spojení. Prvky datové sítě jsou pak umístěny v technických místnostech na každém obytném podlaží (patch panely) a dále v technické místnosti v přízemí, kde jsou umístěny aktivní prvky (switche, router, telefonní ústředna).

Posledním úkolem, kterým se má práce zabývala, bylo navrhnout ovládání a monitoring jak z recepcce, tak i vzdáleně. Toto je řešeno skrz průmyslový počítač DataLab, na kterém také běží vizualizace, realizované pomocí programu Control Web. Počítač je také připojen

na telefonní ústřednu a do switche, čímž je zajištěno vzdálené řízení jak přes mobilní telefon, tak i přes Internet.

Poslední částí mé diplomové práce je technicko-ekonomické hodnocení, kde je srovnání navrženého systému s jinými variantami – to se týká VRV systému, kde je vyjádřena úspora při vytápění oproti elektrickým přímotopům, které by jinak byly v pokoji umístěny, a také ovládání klimatizací skrz sběrnici KNX, kde je naznačena výhodnost řešení pomocí dvou převodníků. Přímé a plně podporované ovládání klimatizací Daikin přes KNX totiž na trhu není k dispozici, muselo být tedy zvoleno alternativní řešení. Na závěr hodnocení je zde cenový přehled všech použitých prvků.

Do budoucna je možné rozšíření tohoto systému, které by díky sběrnici KNX mělo být bezproblémové. Celý systém by se dal rozšířit například o ovládání větrací jednotky v přízemí, instalaci čteček přístupových karet nebo integraci kompletního zabezpečovacího systému. Všechna tato rozšíření jsou ovšem otázkou financí, takže záleží na investoru, kolik je ochoten do pohodlí svých hostů investovat.

## ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The goal of my thesis was to propose air-conditioning, electrical wiring and bus KNX in the hotel and using these elements to increase the comfort of guests and facilitate the management of the hotel.

In the first part of the work I dealt with the design of air-conditioning system. It was being implemented by VRV system. The output of this system in the form of air conditioning units should be placed in hotel rooms and in common residential areas – in the lecture hall, in the vestibule, at the entrance hall and the café. For the design of this system was necessary to know the heat loss and heat gain of the rooms mentioned before. Later there are given the results of these calculations, the total heat loss rooms was about 44 kW and heat gain of approximately 65 kW. On these values was lately designed the VRV system. These values are relatively high which is due to the fact that the hotel is mostly made of glass. The VRV system is composed of four units for each floor one.

Another task was to propose a wiring which in this case meant the lighting and socket circuits and lines to connect with other appliances and equipment. Luminaires are controlled by the button, always located at the entrance door of the room, or by motion sensors – these are located in the corridors and stairways, in the atria of the hotel rooms and toilets and at the entrance hall on the ground floor.

Low-voltage distributions are characterized primarily bus KNX, which is intended to monitor and control elements that are connected to it – light, air conditioning, movement sensors, magnetic contacts, blinds. These elements can be controlled from the desk – it allows industrial computer DataLab.

The low-voltage distribution systems also include a data network of the hotel whose task is not only an Internet connection but also provides a phone connection. Data network elements are placed in the technical rooms on each residential floor (patch panels) and in the technical room on the ground floor where are located the active elements (switches, routers, telephone exchanges).

The last task of this thesis dealt with suggestion of controlling and monitoring from the reception or remotely. This is addressed through the industrial computer DataLab where also runs the visualization, implemented using Control Web. The computer is also

connected to the telephone switchboard and switches thus ensuring remote management via mobile phone and the Internet.

The last part of my thesis is a technical-economic evaluation where the proposed system compared with other options - this applies VRV system which is reflected in savings compared to electric heating which would be placed in the room otherwise, and control air-conditioning through the bus KNX where is indicated the benefit by using two converters. Direct and fully supported by Daikin air-conditioning control over KNX is not available, it would have to be chosen alternatives. Finally, there is a price list of all the elements.

In the future it is possible to extend this system which should be smooth because of KNX bus. The whole system could be extended for example the ventilation control unit on the ground floor, installation of access card readers or the integration of complete security system. All these extensions are just question of finances, so it all depends on the investor how much he is willing to invest for the comfort of their guests.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] *TZB-info - stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. c2001-2009 [cit. 2009-02-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.tzb-info.cz>>.
- [2] *KNX Association [Official website]* [online]. c2009 [cit. 2009-02-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.knx.org>>.
- [3] VOJÁČEK, Antonín. *Sběrnice KNX pro řízení budov – 1. část*. <http://automatizace.hw.cz> [online]. 2006 [cit. 2009-02-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.automatizace.hw.cz/clanek/2006061001>>.
- [4] VOJÁČEK, Antonín. *Sběrnice KNX pro řízení budov – 2. část – kabely, propojení a EIB*. <http://automatizace.hw.cz> [online]. 2006 [cit. 2009-02-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.automatizace.hw.cz/clanek/2006082701>>.
- [5] BASTIAN, Peter, et al. *Praktická elektrotechnika*. Praha : Europa-Sobotáles, 2004. 295 s. ISBN 8086706079.
- [6] DANIELS, Klaus. *Technika budov*. Bratislava : Jaga, 2003. 520 s. ISBN 80-88905-60-5
- [7] KNX Association. *Handbook for Home and Building Control : Basic Principles*. 5th rev. edition.: ZVEI, 2006. 185 s.
- [8] PROCHÁZKA, Miroslav. *Návrh úloh měření parametrů prvků systému v laboratoři Technologie budov*. [s.l.], 2007. 127 s. FAI UTB ve Zlíně. Vedoucí diplomové práce Ing. Martin Zálešák, CSc.
- [9] VOJÁČEK, Antonín. *Sběrnice LonWorks - 1.část - Úvod*. <http://automatizace.hw.cz> [online]. 2006 [cit. 2009-02-01]. Dostupný z WWW: <<http://automatizace.hw.cz/mereni-a-regulace/ART151-sbernice-lonworks--1cast--uvod.html>>.
- [10] VOJÁČEK, Antonín. *Sběrnice LonWorks - 2.část - LonTalk protokol*. <http://automatizace.hw.cz> [online]. 2006 [cit. 2009-02-01]. Dostupný z WWW: <<http://automatizace.hw.cz/mereni-a-regulace/ART152-sbernice-lonworks--2cast--lontalk-protokol.html>>.
- [11] VOJÁČEK, Antonín. *Sběrnice LonWorks - 2.část – Neuron chip & ostatní hardware*. <http://automatizace.hw.cz> [online]. 2006 [cit. 2009-02-01]. Dostupný z



- WWW: <<http://automatizace.hw.cz/mereni-a-regulace/ART164-sbernice-lonworks-3cast--neuron-chip-%2526-ostatni-hardware.html>>.
- [12] *BACnet Website* [online]. [cit. 2009-02-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.bacnet.org>>.
- [13] *EnOcean – Self-powered Wireless Sensors* [online]. c2009 [cit. 2009-02-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.enocean.com>>.
- [14] *Klima Pro s.r.o co je klimatizace* [online]. [cit. 2009-02-01]. Dostupný z WWW: <http://www.klimapro.cz/klimatizace.htm>
- [15] *Daikin AC: Absolute Comfort* [online]. [cit. 2009-02-01]. Dostupný z WWW: <http://www.daikinac.com>
- [16] *The KNXshop catalogue* [online]. c2009 [cit. 2009-02-01]. Dostupný z WWW: <http://www.knxshop.co.uk>
- [17] GEBAUER, Günter, HIRŠ, Jiří. *Vzduchotechnika v příkladech 1 : Prostředí budov*. 1. vyd.: Akademické nakladatelství CERM, 2006. 230 s. ISBN 80-7204-486-9.
- [18] ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu
- [19] ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostor
- [20] ČSN 33 2000-7-701 Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 7: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Oddíl 701: Prostory s vanou nebo sprchou a umývací prostory
- [21] ČSN 33 2130 Změna 2 – Elektrotechnické předpisy. Vnitřní elektrické rozvody

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

ANSI	American National Standards Institute
APCI	Application Layer Protocol Control Information
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
BMS	Building Management System
CCTV	Circuit Closed Television
CPU	Central Processing Unit
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
DALI	Digital Addressable Lighting Interface
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DIN	Deutsche Industrie Norm
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
EIB	European Installation Bus
FSK	Frequency-shift keying
GSM	Groupe Spécial Mobile
I/O	Input/Output
ISO	International Organization for Standardization
kbit/s	Kilobites per sekund
kbps	Kilobites per second
KNX	Konnex
LAN	Local Area Network
LCR	Least Cost Routing
LED	Light Emitting Diode
Mbps	Megabites per second
NAT	Network Address Translation

---

OSI	Open Systems Interconnection
PC	Personal Computer
PCO	Pult centralizované ochrany
SELV	Secured Extra-Low Voltage
SLP	Slaboproud
STA	Společná televizní anténa
TP	Twisted pair
TPCI	Transport Layer Protocol Control Information
TUV	Teplá užitková voda
UTP	Unshielded Twister Pair
VoIP	Voice Over IP
VRV	Variable Refrigeration Volume

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obrázek č. 1: Okenní jednotka</i> .....	14
<i>Obrázek č. 2: Mobilní klimatizace</i> .....	14
<i>Obrázek č. 3: Klimatizace bez vnější jednotky</i> .....	15
<i>Obrázek č. 4: Split systém</i> .....	15
<i>Obrázek č. 5: Příklad zapojení a funkce VRV systému</i> .....	16
<i>Obrázek č. 6: Graficky znázorněná struktura standardu KNX</i> .....	20
<i>Obrázek č. 7: Struktura rámce pro komunikaci na KNX</i> .....	21
<i>Obrázek č. 8: Jedna linie sítě KNX</i> .....	23
<i>Obrázek č. 9: Topologie sítě KNX</i> .....	24
<i>Obrázek č. 10: Adresa prvků v síti</i> .....	24
<i>Obrázek č. 11: Telegram na silovém vedení</i> .....	27
<i>Obrázek č. 12: Struktura rámce LonWorks</i> .....	29
<i>Obrázek č. 13: Přístup na sběrnici</i> .....	30
<i>Obrázek č. 14: Architektura systému EnOcean</i> .....	33
<i>Obrázek č. 15: Půdorys hotelového pokoje</i> .....	48
<i>Obrázek č. 16: Vnitřní jednotka FXDQ</i> .....	56
<i>Obrázek č. 17: Vnitřní jednotka FXAQ</i> .....	57
<i>Obrázek č. 18: Vnitřní jednotka FXFQ</i> .....	57
<i>Obrázek č. 19: Venkovní jednotka REYQ</i> .....	58
<i>Obrázek č. 20: Ukázka silnoproudých rozvodů v hotelovém pokoji</i> .....	60
<i>Obrázek č. 21: Zapojení slaboproudých rozvodů</i> .....	63
<i>Obrázek č. 22: Koncová zásuvka</i> .....	64
<i>Obrázek č. 23: Patch panel</i> .....	64
<i>Obrázek č. 24: Switch Asus</i> .....	65
<i>Obrázek č. 25: Router Lynx</i> .....	65
<i>Obrázek č. 26: IP telefon Well 3130IF</i> .....	66
<i>Obrázek č. 27: Schéma funkce LCR</i> .....	66
<i>Obrázek č. 28: Ústředna 2N Omega 48</i> .....	67
<i>Obrázek č. 29: Přepěťová ochrana APC</i> .....	67
<i>Obrázek č. 30: Detektor pohybu</i> .....	68
<i>Obrázek č. 31: N-násobná tlačítka</i> .....	69
<i>Obrázek č. 32: Ovládací tlačítka</i> .....	69

<i>Obrázek č. 33: Stmívač .....</i>	<i>70</i>
<i>Obrázek č. 34: Akční členy.....</i>	<i>70</i>
<i>Obrázek č. 35: Aktor žaluzií.....</i>	<i>70</i>
<i>Obrázek č. 36: Binární vstup.....</i>	<i>71</i>
<i>Obrázek č. 37: Sběrníková spojka .....</i>	<i>71</i>
<i>Obrázek č. 38: Napájecí zdroj KNX .....</i>	<i>72</i>
<i>Obrázek č. 39: Liniová spojka.....</i>	<i>72</i>
<i>Obrázek č. 40: USB rozhraní .....</i>	<i>73</i>
<i>Obrázek č. 41: IP router .....</i>	<i>73</i>
<i>Obrázek č. 42: Připojení klimatizační jednotky na sběrnici KNX.....</i>	<i>74</i>
<i>Obrázek č. 43: Převodník z protokolu firmy Daikin na LonWorks .....</i>	<i>75</i>
<i>Obrázek č. 44: Převodník z LonWorks na KNX .....</i>	<i>75</i>
<i>Obrázek č. 45: Průmyslový počítač DataLab .....</i>	<i>76</i>
<i>Obrázek č. 46: Ovládání osvětlení na patře.....</i>	<i>77</i>
<i>Obrázek č. 47: Ovládání klimatizace.....</i>	<i>77</i>
<i>Obrázek č. 48: Monitorování stavu detektorů pohybu a okenních kontaktů.....</i>	<i>78</i>

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tabulka č. 1: Vlastnosti kabelu TP1 .....</i>	<i>25</i>
<i>Tabulka č. 2: Porovnání technologií pro BACnet .....</i>	<i>31</i>
<i>Tabulka č. 3: Rozměry místností v přízemí .....</i>	<i>37</i>
<i>Tabulka č. 4: Rozměry místností v jednotlivých patrech .....</i>	<i>37</i>
<i>Tabulka č. 5: Tepelné ztráty místnosti .....</i>	<i>53</i>
<i>Tabulka č. 6: Tepelné zisky místnosti .....</i>	<i>53</i>
<i>Tabulka č. 7: Parametry prostorů v přízemí .....</i>	<i>54</i>
<i>Tabulka č. 8: Parametry místností v 2. a 3. podlaží .....</i>	<i>54</i>
<i>Tabulka č. 9: Parametry místností ve 4. podlaží .....</i>	<i>54</i>
<i>Tabulka č. 10: Parametry vnitřní jednotky FXDQ .....</i>	<i>56</i>
<i>Tabulka č. 11: Parametry vnitřní jednotky FXAQ .....</i>	<i>56</i>
<i>Tabulka č. 12: Parametry vnitřní jednotky FXFQ .....</i>	<i>57</i>
<i>Tabulka č. 13: Parametry venkovních jednotek .....</i>	<i>58</i>
<i>Tabulka č. 14: Náklady na vytápění jednoho pokoje .....</i>	<i>80</i>
<i>Tabulka č. 15: Porovnání možností ovládní klimatizačních jednotek .....</i>	<i>81</i>
<i>Tabulka č. 16: Cenový přehled prvků VRV systému .....</i>	<i>82</i>
<i>Tabulka č. 17: Cenový přehled prvků KNX .....</i>	<i>82</i>
<i>Tabulka č. 18: Cenový přehled prvků hlasových a datových služeb .....</i>	<i>83</i>

## **SEZNAM PŘÍLOH**

P I: Tabulky výpočtových koeficientů

P II: Schéma VRV systému v hotelu

P III: Schéma silnoproudých rozvodů

P IV: Schéma slaboproudých rozvodů

## PŘÍLOHA PI: TABULKY VÝPOČTOVÝCH KOEFICIENTŮ

Tabulka pro výpočet zátopového činitele pro obytné budovy:

Zátopový čas v hodinách	$f_{RH}$ (W/m <sup>2</sup> )		
	Předpokládaný pokles vnitřní teploty během teplotního útlumu a)		
	1 K	2 K	3 K
	Hmotnost budovy vysoká	Hmotnost budovy vysoká	Hmotnost budovy vysoká
1	11	22	45
2	6	11	22
3	4	9	16
4	2	7	13

a) v dobře tepelně izolovaných a utěsněných budovách není obvyklý předpokládaný pokles vnitřní teploty o více než 2 až 3 K. Pokles závisí na klimatických podmínkách a tepelné hmotě budovy.

Tabulka pro výpočet stínícího součinitele:

Druh zasklení	s	Stínící prostředek	s
Jednoduché sklo	1,00	Vnitřní žaluzie, lamely světlé	0,56
Dvojité sklo	0,90	Vnitřní žaluzie, lamely střední	0,65
Jednoduché determální sklo	0,70	Vnitřní žaluzie, lamely tmavé	0,75
Vnější determální, vnitřní obyčejné sklo	0,60	Vnější žaluzie, lamely světlé	0,15
Reflexní sklo	0,70	Vnější markýzy	0,30
Reflexní sklo dvojité	0,24	Meziokenní žaluzie	0,50
Vnější reflexní sklo	0,60	Závěsy – bavlna, umělá vlákna	0,80
Reflexní fólie tmavá	0,25	Reflexní záclony světlé	0,60
Barevné vrstvy stříkané světlé	0,80	Barevné vrstvy stříkané střední	0,70