

# **Inteligentní RD III.**

Intelligent family house III.

Bc. Petr Hrbáček



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2009/2010

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr HRBÁČEK**  
Osobní číslo: **A08453**  
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Inteligentní RD III.**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte studii energeticky úsporných budov zahrnující možné způsoby tvorby mikroklimatu.
2. Popište možnosti řízení, monitorování a komunikace systémů techniky budov.
3. Nízkoenergetický dům.
4. Rodinný dům řízený sběrníkovým systémem Inels .
5. Systém vytápění řešte pomocí teplovodního systému s otopnými tělesy a podlahovým vytápěním s využitím možnosti chlazení v letním období a využitím obnovitelných zdrojů (tepelné čerpadlo) energie s využitím dešťové vody a VZT systému s chladicími trácemi.
6. Zpracujte řešení elektroinstalace.
7. Navrhněte a integrujte systém EPS, EZS.
8. Navrhněte SCADA systém a komunikační bránu s protokolem TCP/IP vzdálené ovládní přes GSM.
9. Zpracujte technicko-ekonomické hodnocení projektu.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. AULICKÝ, Václav, et al. Inteligentní budovy a ekologické stavby. Michal Janata. 1. vyd. Praha : Nakladatelství Dr. Josef Raabe, s.r.o, 2008. 280 s. ISBN 1803-4322
2. HERMANN, Merz, HANSEMAN, Thomas, HUBNER, Christof. Automatizované systémy budov : Sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, a.s, 2008. 264 s. ISBN 978-80-247-2367-9
3. KŘEČEK, Stanislav, et al. Příručka zabezpečovací techniky. 4. aktualiz. vyd. [s.l.] : Cricetus, 2002. 350 s. ISBN 80-902938-2-4.
4. HUMM, Othman. Nízkoenergetické domy. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, a.s, 1999. 353 s. ISBN 80-7169-657-9.
5. SCHRAMEK, Ernst-Rudolf. Taschenbuch fur Heizung und Klimatechnik : Einschliesslich Warmwasser und Kaltetechnik. 1. Auflage. Munchen : Oldenbourg Industieverlag, 2007. 2030 s. ISBN 3-8356-3104-7.
6. CHYSKÝ, J., et al. Větrání a Klimatizace. Praha : Česká Matice Technická, 1993. 490 s. ISBN 80-901574-0-8.
7. Inteligentní dům / Miroslav Valeš. -- 1. vyd.. -- Brno : ERA, 2006. -- viii, 123 s. : il. (některé barev.) ; 22 cm ISBN: 80-7366-062-8.
8. Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie / Dušan Petráš a kolektiv ; [překlad Markéta Teuchnerová]. -- 1. vyd.. -- Bratislava : Jaga, 2008. -- 207 s. : il. ; 31 cm ISBN: 978-80-8076-069-4.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Martin Zálešák, CSc.**

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání diplomové práce:

**19. února 2010**

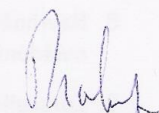
Termín odevzdání diplomové práce:

**8. června 2010**

Ve Zlíně dne 19. února 2010

  
prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



  
prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá inteligentními systémy v tzv. nízkoenergetických domech, které umožňují vytvořit komfortní a moderní bydlení s nízkými provozními náklady. Jedná se o aplikaci informačních technologií pro monitorování a řízení systémů v objektu. Popisuje požadavky, které jsou kladeny na nízkoenergetické domy z hlediska energetické náročnosti. Tyto systémy se stávají stále rozšířenějšími, jelikož výrazně šetří energii, umožňují řízení celého systému na dálku a zpříjemňují bydlení.

Klíčová slova: inteligentní dům, nízkoenergetický dům, tepelné čerpadlo, SCADA, inteligentní elektroinstalace, tepelné ztráty, chladící trámce

## **ABSTRACT**

This diploma thesis, deals with intelligent systems in the so-called low-energy houses, which allow creating comfortable and modern housing with low operating costs. It is an application of the information technologies for monitoring and management of systems in the building. The document describes the requirements that are placed on low-energy houses, in terms of energy consumption. These systems are becoming more frequent nowadays, because it saves a lot of energy, enables management of the entire system remotely and make the housing more comfortable.

Keywords: an intelligent building, low-energy house, heat pump, SCADA, an intelligent electrical-installation, heat loses, cooling beams

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Martinu Zálešákovi, CSc. za odborné vedení a cenné rady udílené při tvorbě této práce. Dále bych chtěl poděkovat celé mojí rodině a mé přítelkyni za podporu při studiu.

**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.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....  
Podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 ENERGETICKY ÚSPORNÉ BUDOVY A JEJICH HODNOCENÍ</b> .....	<b>12</b>
1.1 TYPY ENERGETICKY ÚSPORNÝCH BUDOV .....	12
1.1.1 Nízkoenergetické budovy.....	12
1.1.2 Pasivní budovy .....	13
1.1.3 Nulové budovy .....	13
1.2 HODNOCENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV .....	13
1.2.1 Průkaz energetické náročnosti budovy.....	13
1.2.2 Energetický štítek obálky budovy .....	14
1.3 POŽADAVKY NA KVALITU VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ BUDOV .....	15
1.3.1 Operativní teplota .....	16
1.3.2 Rychlost proudění vzduchu .....	17
1.3.3 Relativní vlhkost vzduchu .....	17
1.3.4 Index PMV a PPD .....	18
1.4 SYSTÉMY PRO TVORBU VNITŘNÍHO MIKROKLIMATU.....	20
1.4.1 Chladicí trámce.....	21
1.4.2 Tepelné čerpadlo.....	22
1.5 VYUŽITÍ DEŠŤOVÉ VODY .....	27
1.5.1 Popis funkce.....	28
1.5.2 Druhy zásobníků .....	30
<b>2 ŘÍZENÍ A KOMUNIKACE POMOCÍ SBĚRNIC</b> .....	<b>31</b>
2.1 SBĚRNICE KNX .....	31
2.1.1 Topologie systému KNX.....	32
2.1.2 Komunikace v rámci systému KNX.....	33
2.1.3 Komunikační média .....	35
2.2 SBĚRNICE LONWORKS .....	36
2.2.1 Protokol LONTalk .....	37
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>42</b>
<b>3 NÁVRH SYSTÉMŮ NÍZKOENERGETICKÉHO DOMU</b> .....	<b>43</b>
3.1 POPIS DOMU.....	43
3.2 POSOUZENÍ PLÁŠTĚ BUDOVY .....	45
3.3 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY.....	48
3.4 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT .....	51
3.5 CELKOVÁ NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VYTÁPĚNÉHO PROSTORU.....	52
3.5.1 Návrhová tepelná ztráta postupem tepla.....	53
3.5.1.1 Tepelné ztráty do venkovního prostředí .....	54
3.5.1.2 Tepelné ztráty do přilehlé zeminy .....	55
3.5.1.3 Tepelné ztráty do, nebo z vytápěných prostor při různých teplotách.....	57
3.5.2 Návrhová tepelná ztráta větráním .....	58
3.5.3 Výpočet tepelného zátopového výkonu.....	59

3.5.4	Celková tepelná ztráta objektu .....	60
<b>4</b>	<b>NÁVRH SYSTÉMU PRO OHŘEV TUV A VYTÁPĚNÍ .....</b>	<b>62</b>
4.1	NÁVRH TEPELNÉHO ČERPADLA .....	62
4.1.1	Dimenzování zásobníku TUV .....	62
4.1.2	Hydraulické schéma topného (chladicího) okruhu .....	62
4.2	SYSTÉM VYTÁPĚNÍ (CHLAZENÍ) OBJEKTU .....	64
4.2.1	Okruh s otopnými tělesy .....	64
4.2.1.1	Dimenzování otopných těles .....	65
4.2.2	Okruh s podlahovým vytápěním (chlazením) .....	67
4.2.2.1	Dimenzování podlahového vytápění .....	68
<b>5</b>	<b>NÁVRH SYSTÉMU VZDUCHOTECHNIKY .....</b>	<b>76</b>
5.1	NÁVRH ROZVODŮ VZDUCHU .....	76
<b>6</b>	<b>NÁVRH CHLADICÍHO SYSTÉMU .....</b>	<b>79</b>
6.1	VÝPOČET TEPELNÝCH ZISKŮ .....	79
6.2	NÁVRH SYSTÉMU S CHLADICÍMI TRÁMCI .....	79
6.2.1	Hydraulické schéma systému s chladicími trámcí .....	80
6.2.2	Dimenzování výměníku .....	81
6.3	NÁVRH ZÁSOBNÍKU NA DEŠŤOVOU VODU .....	82
6.3.1	Dimenzování velikosti zásobníku .....	83
6.3.2	Výběr vhodného čerpadla .....	84
<b>7</b>	<b>NÁVRH SILNOPROUDÉ ELEKTROINSTALACE .....</b>	<b>85</b>
7.1	SVĚTELNÉ OKRUHY .....	85
7.2	ZÁSUVKOVÉ A SPECIÁLNÍ OKRUHY .....	87
<b>8</b>	<b>NÁVRH INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE POMOCÍ SYSTÉMU INELS .....</b>	<b>91</b>
8.1	POPIS A TOPOLOGIE SYSTÉMU INELS .....	91
8.2	NÁVRH OSVĚTLENÍ .....	93
8.3	NÁVRH ŘÍZENÍ VYTÁPĚNÍ .....	95
8.4	NÁVRH SYSTÉMU EZS A EPS .....	97
8.5	NÁVRH SCADA SYSTÉMU, KOMUNIKAČNÍ BRÁNY S PROTOKOLEM TCP/IP A VZDÁLENÉ OVLÁDÁNÍ PŘES GSM .....	99
8.5.1	Komunikace pomocí GSM .....	99
8.5.2	Komunikace přes Internet .....	101
8.5.3	Návrh SCADA systému .....	102
<b>9</b>	<b>TECHNICKO EKONOMICKÉ HODNOCENÍ .....</b>	<b>107</b>
9.1	NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ OBJEKTU .....	107
9.2	POROVNÁNÍ NÁKLADŮ NA VYUŽITÍ DEŠŤOVÉ VODY .....	110
9.3	INVESTIČNÍ NÁKLADY DO INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE .....	111
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>114</b>
	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>116</b>



<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>118</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>121</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>122</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>124</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>126</b>

## ÚVOD

V dnešní době, kdy je kladen důraz na zajištění komfortu a energeticky hospodárného provozu bydlení, se můžeme stále častěji setkávat s pojmem inteligentní dům. Inteligentní dům je vybaven počítačovou a komunikační technikou, která reaguje na potřeby jeho obyvatel s cílem zvýšit jejich pohodlí, bezpečnost a hlavně snížit spotřebu energie na provoz domu. Inteligentní dům je vybaven moderními technologiemi, které zpřijemňují bydlení a zajišťují zábavu v tomto domě. Takový dům je ideálním řešením při hledání komfortního bydlení, a zároveň dosažení úspory energie.

Jak již bylo zmíněno hlavním úkolem inteligentního domu je zpřijemnit bydlení, ale i zajistit co nejvyšší bezpečí a snížit náklady na jeho provoz. Pro zajištění maximálního pohodlí jsou veškeré systémy v domě ovládány z jednoho zařízení (dotykový panel v domě), nebo pomocí vzdáleného přístupu, přes internet nebo mobilním telefonem. Tudiž je umožněna komunikace s domem na dálku, a také dům může naopak informovat obyvatele o jednotlivých stavech systému. Úspory energie lze docílit automatickou regulací systému (vytápění, klimatizace) a využitím obnovitelných zdrojů energie (tepelné čerpadlo). Jednotlivé systémy jsou hospodárně využívány díky vzájemné komunikaci mezi sebou.

Inteligentní dům umožňuje řízení osvětlení, vytápění a chlazení v jednotlivých místnostech, ovládání žaluzií, ohřev vody a v neposlední řadě i ovládání zabezpečení. Umožňuje ovládat a řídit jednotlivé systémy v závislosti na čase, počasí, teplotě a momentální náladě. Díky možnosti řízení jednotlivých systémů a jejich vzájemné komunikaci lze dosáhnout úspory energie a přitom zajistit vysoký komfort.

Tato diplomová práce přibližuje technologie, které se používají v inteligentních domech, a zároveň se zabývá samotným návrhem nízkoenergetického inteligentního domu.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 ENERGETICKY ÚSPORNÉ BUDOVY A JEJICH HODNOCENÍ

Energeticky úsporný dům je takový dům, který je navržen a postaven tak, že náklady na zajištění jeho provozu jsou nižší, než stanoví normy a předpisy. Pro zajištění provozu se počítají zejména náklady na vytápění a chlazení objektu, větrání, ohřev teplé užitkové vody, spotřebu elektrické energie a vody.

Především vzhledem ke stále rostoucím cenám energií se investice do energeticky úsporných domů vyplatí. Roční spotřeba u těchto domů je téměř o polovinu nižší než u běžných novostaveb s parametry na úrovni zavedených norem.

### 1.1 Typy energeticky úsporných budov

Jednotlivé budovy lze zařadit do několika kategorií podle stanovených pravidel. Hodnotícím kritériem je měrná potřeba tepla na vytápění, která udává spotřebu tepla v kWh na vytápění 1 m<sup>2</sup> podlahové plochy budovy za 1 rok. Kategorie rozdělení budov jsou uvedeny v následující tabulce (Tab. 1).

<b>kategorie</b>	<b>potřeba tepla na vytápění [kWh/(m<sup>2</sup>.rok)]</b>
domy běžné v 70. a 80. letech	nad 200
současné novostavby	80 - 140
nízkoenergetický dům	méně než 50
pasivní dům	méně než 15
nulový dům	méně než 5

*Tab. 1. Rozdělení budov podle energetické potřeby*

#### 1.1.1 Nízkoenergetické budovy

Nízkoenergetické domy považuje ČSN 730540-2 [1] za budovy s roční měrnou potřebou tepla na vytápění nepřesahující 50 kWh na 1 m<sup>2</sup> podlahové plochy za rok, s využitím velmi účinné otopné soustavy. Toto kritérium se používá bez ohledu na tvar budovy, avšak při výhodném kompaktním tvaru budovy je snadněji splnitelné, než při tvaru velmi členitém. Používá se otopná soustava s nižším teplotním spádem. Větrání zajišťuje vzduchotechnická jednotka a využívají se obnovitelné zdroje energie. V případě ceny stavby je nízkoenergetický dům cca o 8 až 10 % dražší než obvyklý dům. [2]

### 1.1.2 Pasivní budovy

Za pasivní domy jsou označovány objekty s roční měrnou potřebou energie na vytápění nepřesahující hodnotu 15 kWh na 1 m<sup>2</sup> podlahové plochy za rok. Dalším požadavkem je roční limit primární energie ve výši 120 kWh/m<sup>2</sup> za rok, platný pro celkovou spotřebu energie, nezbytnou pro provoz budovy a celková neprovzdušnost budovy s hodnotou  $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$ . Tepelné ztráty pasivního domu lze po větší část zimního období pokrýt z tepelných zisků ze slunečního záření a z vnitřních tepelných zisků. Obalová konstrukce pasivního domu je tvořena mohutnou tepelně izolační vrstvou. V budově jsou použita okna s vysokou tepelně izolační schopností. Větrání objektu musí zajišťovat vzduchotechnická jednotka s rekuperací tepla. Objekt je vytápěn pomocí teplovzdušného vytápění a to jen po omezenou část zimního období. Nárůst ceny pasivního domu činí, v porovnání s objektem stejného rozsahu a běžných energetických vlastností, obvykle až 20 %. Tyto investiční náklady jsou ovšem velmi rychle vykompenzovány výraznou úsporou nákladů na provoz objektu.

### 1.1.3 Nulové budovy

Na rozdíl od výše zmíněných typů budov, lze tzv. nulové domy označit za budovy, jejichž vývoj zdaleka ještě není v takovém stádiu, aby bylo technicky možné a ekonomicky výhodné je běžně realizovat. Tento typ budov má vybalancovány tepelné ztráty a tepelné zisky takovým způsobem, že kromě zcela specifických situací nepoužívá energie z topného zdroje a pracuje především se solárními a vnitřními tepelnými zisky. Za limitní hodnotu roční měrné potřeby energie je pro nulové domy udávána úroveň 5 kWh na 1 m<sup>2</sup> podlahové plochy za rok. Je tedy zřejmé, že nulové domy nebudou i nadále běžně realizovány a že jejich širší využití lze spíše očekávat ve vzdálené budoucnosti. [2]

## 1.2 Hodnocení energetické náročnosti budov

### 1.2.1 Průkaz energetické náročnosti budovy

Průkaz energetické náročnosti budovy je podle novely energetického zákona (177/2006 Sb.) od 1. 1. 2009 povinnou součástí dokumentace při výstavbě nových budov, nebo při energeticky významných změnách stávajících budov (například výměna oken, zateplení či

rekonstrukce budovy) s podlahovou plochou nad 1000 m<sup>2</sup>. Průkaz je také povinnou součástí při prodeji nebo nájmu těchto budov, nebo jejich částí. Průkaz energetické náročnosti budovy přitom nesmí být starší 10 let.

Průkaz energetické náročnosti budovy nehodnotí pouze potřebu energie na vytápění, ale také ostatní oblasti spotřeby energie, jako je chlazení, potřeba tepla na ohřev teplé vody, potřeba energie na osvětlení nebo větrání. Průkaz naopak nehodnotí domácí spotřebiče, které nejsou pevnou součástí budovy.[13]

Jednotlivé vypočtené energie se sečtou a podělí podlahovou plochou budovy. Tím získáme měrnou roční potřebu energie na 1 m<sup>2</sup> podlahové plochy. Dle této výsledné hodnoty pak můžeme budovu zařadit do kategorie energetické náročnosti. Zákon definuje kategorie A až G. Vyhovující je pouze zařazení do kategorie A, B nebo C. Budova o kategorii horší by ani neměla vzniknout. Většina stávajících objektů (například i bytových domů), které nebyly v posledních letech rekonstruovány, bude spadat svou spotřebou do kategorie D a horší. [4]

Třída energetické náročnosti budovy	Slovní vyjádření energetické náročnosti budovy
A	Mimořádně úsporná
B	Úsporná
C	Vyhovující
D	Nevyhovující
E	Nehospodárná
F	Velmi nehospodárná
G	Mimořádně nehospodárná

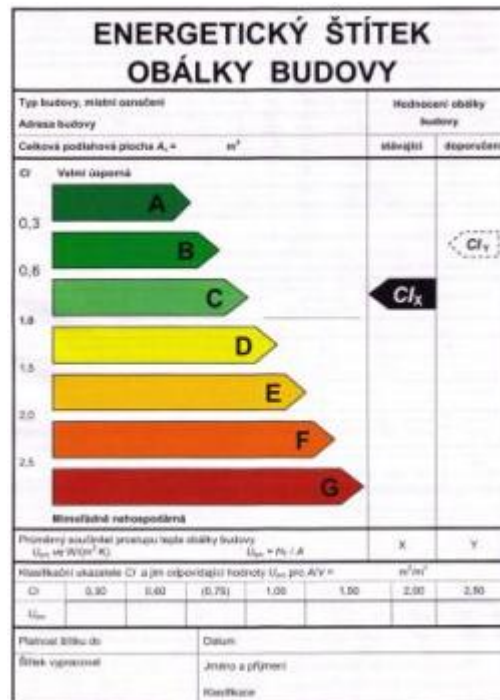
Tato budova nemá samostatný		Hodnotící budova	
Adresní budova		Měrná roční potřeba tepla na vytápění	
Celková požadovaná potřeba		Měrná roční potřeba tepla na ohřev teplé vody	
A		C	
B		D	
C		E	
D		F	
E		G	
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m <sup>2</sup> /rok		21	21
Celková vypočtená roční spotřeba energie v GJ		21	21
Příslušná roční spotřeba energie v kWh/m <sup>2</sup> /rok			
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda
%	%	%	%
Ostatní podmínky průkazu		Jména a příjmení	
Podpis vypracovatele		Datum vydání	

Obr. 1. Slovní a grafické vyjádření energetické náročnosti budovy

### 1.2.2 Energetický štítek obálky budovy

Energetický štítek obálky budovy je hodnotící dokument budovy. Hodnotí tepelně izolační vlastnosti obálky budovy na základě tzv. průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy. Toto hodnocení vypovídá z velké části o potřebě tepla na vytápění budovy. Energetický štítek obálky budovy podle revidované technické normy, ČSN 730540-2 [1], platné od května 2007, nahrazuje původní Energetický štítek budovy.[13]

Energetický štítek klasifikuje budovy do sedmi kategorií A – G od velmi úsporných (A) až po mimořádně neekonomické (G). Za vyhovující jsou považovány budovy v kategoriích A – C. Klasifikační třída A odpovídá pasivním domům, třída B nízkoenergetickým domům. Třída C se podrobněji dělí na C1 (budova vyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla), a C2 (budova vyhovuje požadované úrovni součinitele prostupu tepla). Rozmezí tříd D a E odpovídá průměrnému stavu stavebního fondu ČR do roku 2006. [4]



Obr. 2. Energetický štítek obálky budovy

### 1.3 Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí budov

Pro vytvoření správného klimatu a zajištění tepelné pohody v objektu je nutné znát některé faktory, které kvalitu vnitřního klimatu ovlivňují:

- operativní teplota
- rychlost proudění vzduchu
- relativní vlhkost vzduchu
- indexy PMV a PPD

Veličina	Zimní období	Letní období
operativní teplota	20 až 24 °C	23 až 26 °C
Rozdíl teploty vzduchu v místě hlavy a kotníků	< 3 K	< 3 K
Teplota podlahy	19 až 26 °C	-
Povrchová teplota podlahového vytápění	29 °C	-
Střední rychlost proudění vzduchu	0,13 – 0,20 m/s	0,16 – 0,25 m/s
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu	30 až 70 %	30 až 70 %

Tab. 2. Optimální mikroklimatické podmínky pro obytné prostory

### 1.3.1 Operativní teplota

Operativní teplota  $\theta_o$  [°C] je vypočítaná hodnota, která je výsledkem působení všech tepelných složek prostředí a vlivu rychlosti proudění vzduchu. Při známé střední radiační teplotě  $\theta_r$  [°C] (tj. účinné teplotě okolních ploch) a teplotě vzduchu  $\theta_a$  [°C], se určí operativní teplota z výrazu:

$$\theta_o = \theta_r + A (\theta_a - \theta_r) \quad (1)$$

kde  $A$  je funkcí rychlosti proudění vzduchu, která se určí z tabulky (Tab. 3).

$v_a$ [m/s]	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,8</b>	<b>1,0</b>
$A$ [-]	0,50	0,60	0,65	<b>0,7</b>	<b>1</b>

Tab. 3. Závislost součinitele  $A$  na rychlosti proudění vzduchu  $v_a$

Při rychlostech proudění vzduchu  $v_a$ , menších než 0,2 m/s, lze nahradit operativní teplotu  $\theta_o$ , výslednou teplotou kulového teploměru  $\theta_g$  [°C]. Při jiných rychlostech proudění  $v_a$ , lze střední radiační teplotu  $\theta_r$ , pro výpočet operativní teploty  $\theta_o$ , stanovit ze vztahu:

$$\theta_r = [(\theta_g + 273)^4 + 2,9 \cdot 10^8 \cdot v_a^{0,6} \cdot (\theta_g - \theta_a)]^{1/4} - 273 \quad (2)$$

kde  $\theta_g$  je výsledná teplota kulového teploměru ve °C;

$\theta_a$  teplota vzduchu ve °C;

$v_a$  rychlost proudění vzduchu v m/s.



### 1.3.2 Rychlost proudění vzduchu

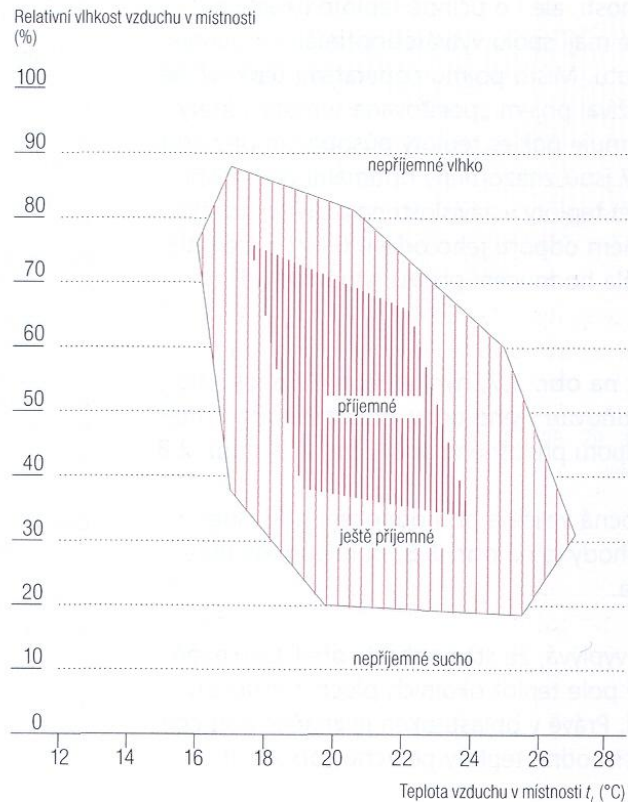
Rychlost proudění vzduchu má také nemalý vliv na pocit tepelné pohody. Proudění vzduchu v místnosti rychlostí vyšší než 0,2 m/s je často považováno za průvan. Na základě této skutečnosti by se rychlost proudění vzduchu měla pohybovat do 0,2 m/s.

### 1.3.3 Relativní vlhkost vzduchu

Relativní vlhkost vzduchu patří také mezi důležité faktory, které kvalitu vnitřního klimatu ovlivňují. Relativní vlhkost vnitřního vzduchu se doporučuje udržovat v rozmezí  $30\% < \varphi_i < 70\%$ . Za optimální hodnotu relativní vlhkosti se uvažuje hodnota  $\varphi_i = 50\%$ . Tyto meze jsou stanoveny tak, aby se snížilo riziko nepříjemně vlhké nebo naopak suché kůže, podráždění očí, statické elektřiny, růstu mikroorganismů a onemocnění dýchacích cest.

Při relativní vlhkosti vzduchu pod 35 % se projevuje zvýšená prašnost a navíc pod hodnotou 45 % se může vytvářet elektrostatický náboj, především na povrchu plastových materiálů. Vysoká relativní vlhkost však může vést k šíření plísní. Tolerance člověka k relativní vlhkosti je poměrně vysoká.

Vysoká teplota vzduchu spolu s vysokou relativní vlhkostí mohou vést k mokrému odpařování (pocení). Při měrné vlhkosti více než 12 g/kg suchého vzduchu se pociťuje tzv. dusno. Obecně lze konstatovat, že se zvyšující se teplotou vzduchu by se měla snižovat relativní vlhkost vzduchu. Pole tepelné pohody pro operativní teplotu a relativní vlhkost je uvedeno na obrázku níže (Obr. 3).



Obr. 3. Pole tepelné pohody pro operativní teplotu a relativní vlhkost

#### 1.3.4 Index PMV a PPD

Teplota je veličina velmi individuálně vnímaná a její vnímání je závislé na okamžitém zdravotním stavu i náladě člověka. Proto lze tepelnou pohodu hodnotit i subjektivně dotazováním lidí, kteří odpovídají na otázky týkající se převážně vnímání teploty, a současně se měří parametry vzduchu v místnosti. Tato metoda se používá především v interiérech obydlených lidmi při běžném provozu. [5]

Při posuzování tepelného stavu prostředí se používá sedmistupňová psychofyzikální stupnice s uvažováním kladné (teplé) a záporné (chladné) nepohody. Hodnoty PMV indexu jsou zobrazeny v následující tabulce (Tab. 4).

Index PMV	Tepelný pocit
3	horko
2	teplo
1	tepleji
0	neutrálně
-1	chladněji
-2	chladno
-3	zima

Tab. 4. Vyjádření tepelného pocitu člověka

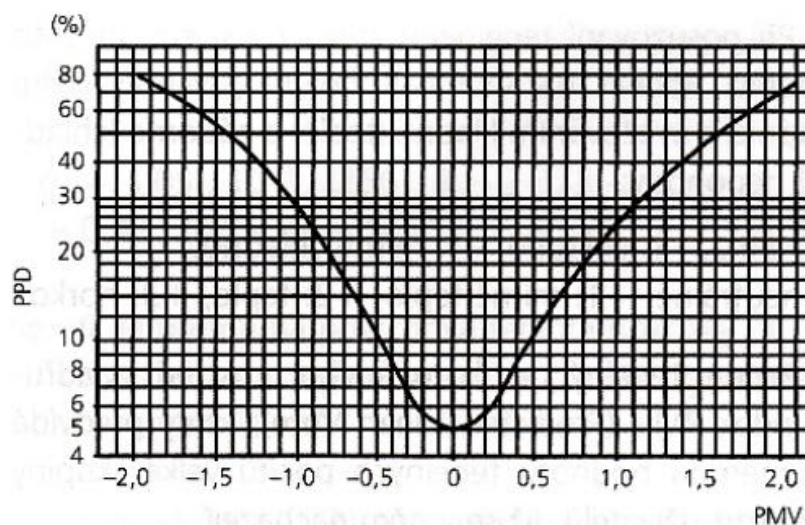
Tepelný stav konkrétního prostředí vyjadřuje index PMV, který předvídá průměrnou hodnotu tepelných pocitů velké skupiny subjektů (lidí), jež se v něm nacházejí.

Index PMV by se měl použít pouze pro hodnoty mezi -2 (chladno) a +2 (teplo), a když se hodnoty šesti hlavních faktorů tepelné pohody nacházejí v těchto rozpětích:

- teplota vzduchu,  $\theta_{ai}$  = 10 až 30 °C
- střední radiační teplota,  $\theta_{sr}$  = 10 až 40 °C
- rychlost proudění vzduchu,  $v_{ai}$  = 0 až 1 m/s
- tepelný odpor oděvu,  $I_{cl}$  = 0 až 0,31 m<sup>2</sup>.K/W
- tepelná produkce organismu,  $M$  = 46 až 232 W/m<sup>2</sup>
- parciální tlak vodní páry,  $p_{ai}$  = 0 až 2700 Pa

Index PMV sice předvídá průměrnou hodnotu tepelného pocitu velké skupiny lidí, kteří se nacházejí v daném prostředí, avšak individuální pocit každého jednotlivce se může pohybovat kolem této hodnoty. Z tohoto důvodu byl zaveden index PPD, jenž vyjadřuje předpokládané procento osob nespokojených s prostředím, tj. těch, kteří by v daném prostředí pociťovali nepohodu, nebo značnou nepohodu. [7]

Závislost indexu PMV a PPD vyjadřuje obrázek níže (Obr. 4).



Obr. 4. Závislost indexu PMV a PPD

#### 1.4 Systémy pro tvorbu vnitřního mikroklimatu

Tvoření vnitřního mikroklimatu představuje vytvoření požadovaného stavu vnitřního prostředí budov. Pro zajištění optimálního mikroklimatu v objektu nám slouží:

- vytápěcí (chladicí) systémy
- vzduchotechnické systémy

Základem je vhodná volba zdroje tepla, která závisí na dostupnosti paliva a velikosti objektu. Volit lze z plynových kotlů, kotlů na tuhá paliva, elektrických kotlů, nebo je možno zvolit ekologický způsob vytápění pomocí tepelného čerpadla.

Volba chladicího systému je také poměrně důležitá hlavně u nízkoenergetických a pasivních domů, kdy v letních měsících může docházet k přehřívání objektu a tím pádem vzniku nepříjemného mikroklimatu. Pro chlazení lze použít například klimatizační jednotky, chladicí trámce, nebo ekologický zdroj chlazení ve formě tepelného čerpadla, které v zimním období slouží jako zdroj tepla a v letním období jako zdroj chladu.

Základním technickým prostředkem celoroční tvorby vnitřního mikroklimatu je vzduchotechnika. Vzduchotechnika zajišťuje přívod čerstvého vzduchu do objektu a v zimním období může zajišťovat i vytápění objektu. Především se využívá u nízkoenergetických a pasivních objektů.

### 1.4.1 Chladicí trámce

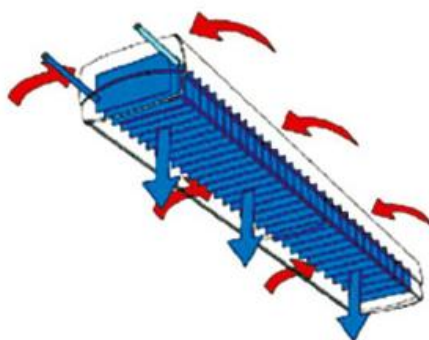
Jedná se o systém pro úpravu vnitřního klimatu v budovách. Tento systém se začíná u nás teprve prosazovat díky svým zajímavým vlastnostem. Tyto systémy jsou určeny pro větrání, chlazení, vytápění a případně i osvětlení, přičemž všechny tyto funkce jsou integrovány v jednom modulu. Typickou aplikací těchto systémů jsou hotely, kanceláře a obchody. Stále častěji se s nimi můžeme setkat i v rodinných domech, kde zajišťují vysoký komfort.

Chladicí trámce pracují na indukčním principu, kde chladicí (topná) voda udržuje správnou teplotu v místnosti a přívod upraveného primárního vzduchu zajišťuje přísun čerstvého vzduchu do místnosti. Chladicí trámce dělíme na:

- pasivní
- aktivní

#### *Pasivní chladicí trámce*

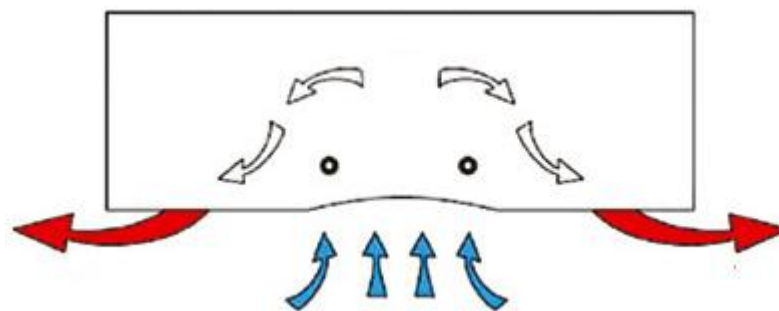
Pasivní chladicí trám tvoří chladicí výměník s lamelami uvnitř krytu, které jsou perforované pro snadnou cirkulaci vzduchu. Chladicí voda proudí výměníkem a vzduch mezi lamelami se ochlazuje na teplotu nižší, než je okolní vzduch. Takto ochlazený vzduch následně klesá dolů do prostoru místnosti. Chladicí výkon je závislý na rozdílu teplot mezi teplotou výměníku a teplotou v místnosti. Pasivní chladicí trám tedy ochlazuje vzduch v místnosti přirozenou konvekcí. Pasivní chladicí trámce v sobě nezahrnují přívod větracího vzduchu, ten je zajištěn jiným nezávislým způsobem. Chladicí trámce by měly být umístěny nad zdrojem tepla.



Obr. 5. Systém provozu pasivního chladicího trámu

### *Aktivní chladicí trámce*

Novějším typem oproti pasivním trámčům jsou tzv. aktivní trámce. Jsou tvořeny také výměníkem s lamelami uvnitř zakrytování, ale navíc je do nich přiváděn čerstvý vzduch z hlavní vzduchotechnické jednotky. Tento vzduch je prostřednictvím chladicího trámce vstříkován ven dvěma podélnými štěrbinami v jeho spodní části. Uvnitř trámce vzniká podtlak a přiváděný vzduch do sebe indukuje sekundární vzduch z větraného prostoru. Ten je pak nucen proudit přes tepelný výměník jednotky. Teplota ve větraném prostoru je regulována průtokem chladicího (topného) média přes tepelný výměník. Umístění aktivních chladicích trámců je méně citlivé na pozici v místnosti a zároveň chladicí výkon je podstatně vyšší než u pasivních trámců. [9], [11]



*Obr. 6. Systém provozu aktivního chladicího trámce*

### **1.4.2 Tepelné čerpadlo**

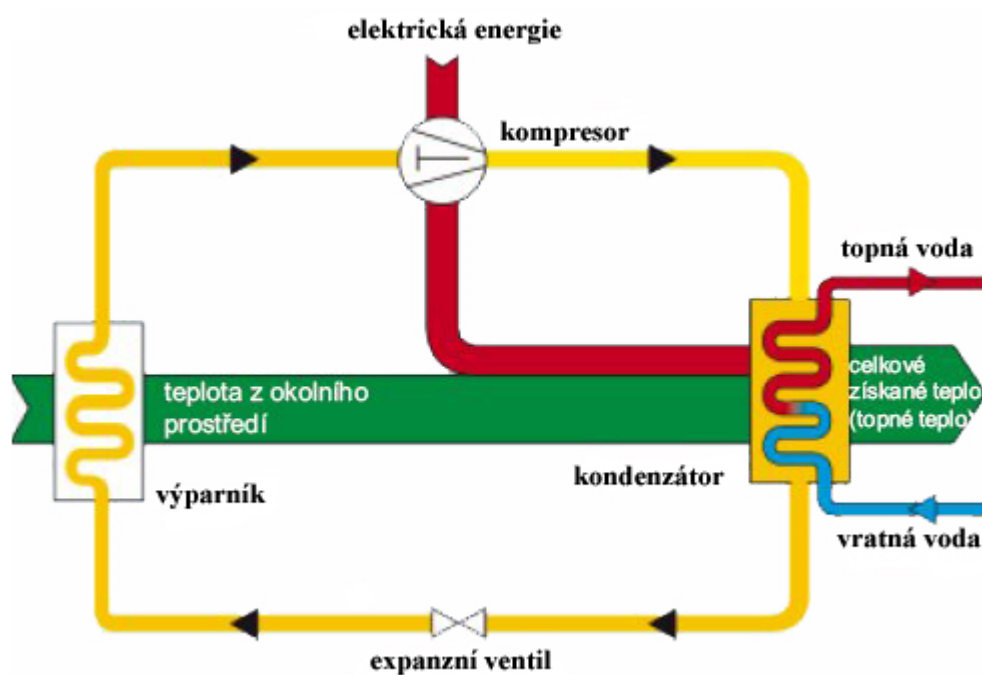
Tepelná čerpadla patří nejen mezi ekologické zdroje tepla, ale také jsou energeticky hospodárná, jelikož z 60 až 70% využívají přírodní energii. Činností tepelného čerpadla se nevyklučují žádné nečistoty a tím pádem přispívá ke snižování emisí.

Tepelné čerpadlo je zařízení, které dokáže využít přírodní teplo o nízké teplotě, které je obsaženo ve vodě, zemi nebo vzduchu. Toto přírodní teplo, které je obnovitelným a tedy ekologickým energetickým zdrojem může být převedeno pomocí tepelného čerpadla na teplo s vyšší teplotou vhodnou pro vytápění, nebo ohřev teplé užitkové vody (TUV). Aby mohlo dojít ke zvýšení přírodního tepla na teplo s vyšší teplotou, musí se dodat určitá energie kompresoru, který stlačuje pracovní látku. [11]

Typickým příkladem tepelného čerpadla může být chladnička. Ta odebírá teplo potravinám a v zadní části lednice topí. Na stejném principu pracuje i tepelné čerpadlo ovšem naopak a s mnohem větším výkonem.

Základem tepelného čerpadla je chladicí okruh, který se skládá z:

- výparníku
- kompresoru
- kondenzátoru
- škrťacího ventilu



Obr. 7. Princip tepelného čerpadla

Cyklus výroby tepla v tepelném čerpadle:

- 1) **Vypařování** - chladivo kolující v tepelném čerpadle odebírá teplo ze vzduchu, vody nebo země a tím se odpařuje (mění skupenství s kapalného na plynné).
- 2) **Kompres** - ohřáté plyny chladiva kompresor tepelného čerpadla stlačí, a tudíž na základě fyzikálního principu se při vyšším tlaku zvýší i teplota tohoto chladiva až na 65 °C.
- 3) **Kondenzace** - takto zahřáté chladivo předá teplo vodě ve vytápěcím okruhu, čímž se ochladí a zkondenzuje.
- 4) **Expanze** – ochlazené chladivo putuje k expanznímu ventilu, kde se sníží jeho tlak, teplota chladiva klesne a celý proces se opět opakuje od začátku.

Tepelné čerpadlo dokáže oproti klasickým kotlům ohřát vodu maximálně na 65 °C. S touto teplotou je možno jak vytápět, tak i ohřívat TUV.

### ***Topný faktor***

Velmi důležitým parametrem tepelného čerpadla je topný faktor. Vyjadřuje poměr elektrického příkonu kompresoru a tepelného výkonu, který z tepelného čerpadla získáme. Topný faktor se vypočítá jako podíl dodaného tepla ku množství spotřebované energie.

$$\varepsilon = \frac{Q}{E} \quad (3)$$

kde  $Q$  – teplo dodané do vytápění [W]

$E$  – příkon [W]

Topný faktor se u tepelných čerpadel pohybuje v rozmezí od 2 do 5. Je-li například topný faktor tepelného čerpadla  $\varepsilon = 2$ , tak pro každou spotřebovanou 1 kWh elektrické energie dostaneme 2 kWh energie tepelné. Velmi důležité je ovšem to, že topný faktor s klesající teplotou přírodního tepla (na straně výparníku) klesá.[11]



### *Druhy tepelných čerpadel*

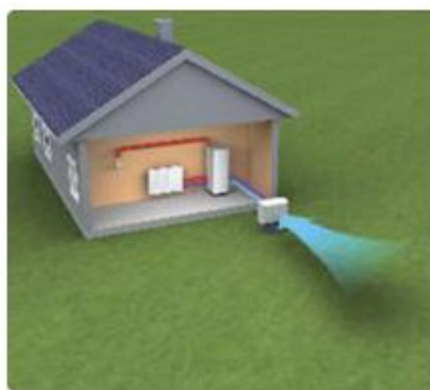
Tepelná čerpadla se rozdělují podle toho odkud přírodní (nizkopotenciální) teplo čerpají a kam se následně přenáší:

#### *vzduch - vzduch*

Teplo se získává ze vzduchu a následně se předává vzduchu, kterým se vytápí objekt. S klesající teplotou vzduchu účinnost čerpadla klesá, a tudíž v zimě je tepelný faktor nízký. Při instalaci tohoto typu čerpadla se předpokládá, že je v objektu instalováno teplovzdušné vytápění a větrání. Z hlediska montáže je tento systém jednoduchý. Tento typ čerpadla může být použit například pro vytápění pasivních domů.

#### *vzduch - voda*

Teplo se zde také odebírá ze vzduchu a poté se předává do vodního vytápěcího okruhu, kterým se objekt vytápí (podlahové vytápění, otopná tělesa). Topný faktor je závislý na teplotě venkovního vzduchu. Jedná se o nejpoužívanější typ tepelného čerpadla.

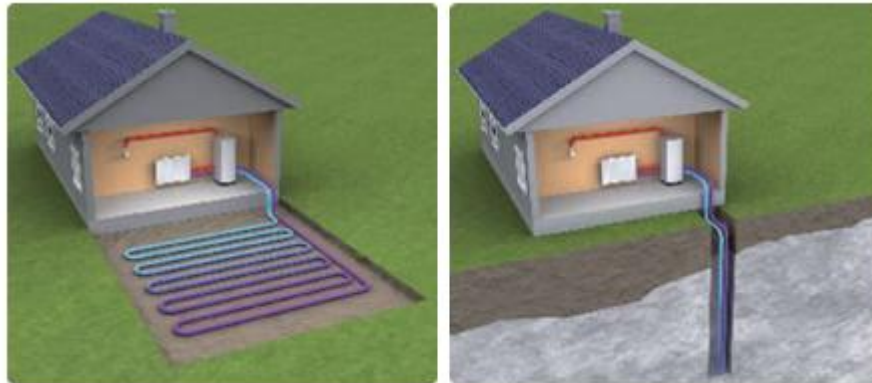


*Obr. 8. Tepelné čerpadlo vzduch-voda*

#### *země - voda*

Tepelné čerpadlo země – voda získává tepelnou energii buď pomocí hloubkových zemních vrtů, nebo pomocí zemního kolektoru. V případě zemního kolektoru je potřeba velkého pozemku pro umístění zemního kolektoru. Zemní kolektor se umísťuje asi 1,5m hluboko (aby nezamrzal). Hloubkové vrty jsou hluboké kolem 100 m a topný faktor se nemění ani

v největších mrazech. Velkou výhodou obou případů je, že se jedná o stabilní zdroj energie. Nevýhodou jsou vyšší investiční náklady.



Obr. 9. Tepelné čerpadlo země-voda (zemní kolektor a hloubkový vrt)

*voda - voda*

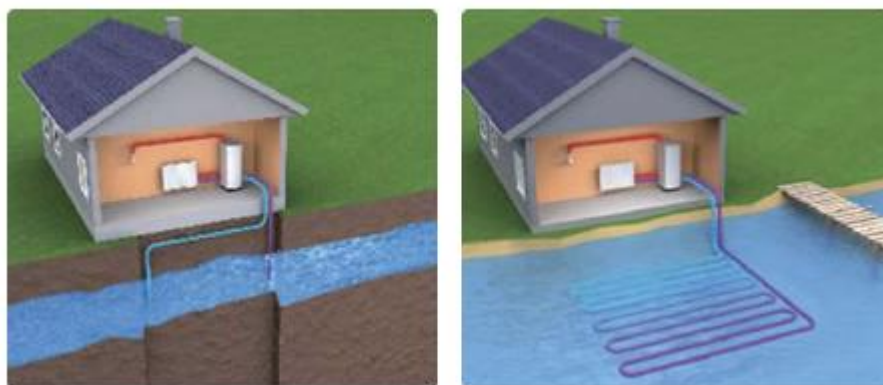
U tohoto systému je hlavním zdrojem tepelné energie voda. Jedná se o neúčinnější typ tepelného čerpadla, jelikož podzemní voda má stálou průměrnou teplotu cca 10 °C, která se nemění s teplotními změnami na povrchu. Tepelný faktor se u tohoto typu čerpadla pohybuje kolem hodnoty 5 i v případě velké zimy.

Z hlediska požadavků na přírodní zdroj existují tyto varianty:

- varianta studna
- varianta řeka, nebo rybník

U varianty studna se využívá dvou studní. Z první studny je čerpána spodní vody, které tepelné čerpadlo odebere teplo a ochlazená voda se navrácí do druhé studny. Topný faktor je závislý na teplotě spodní vody.

U varianty řeka, nebo rybník se opět využívá tepelná energie vody. Oproti předchozí variantě má však tu nevýhodu, že teplota vody je dlouhodobě nižší než 5 °C, což znemožňuje její přímé ochlazení. Proto se používá systém výměníků ve formě hadic, které jsou umístěny v korytu řeky.



Obr. 10. Tepelné čerpadlo voda-voda (varianta studna a rybník)

## 1.5 Využití dešťové vody

V převážné míře se dešťová voda nevyužívá, je tedy odvedena do kanalizace, popřípadě je zasáknuta do země. Tam kde není možno zasakování vody do půdy, nebo není možno odvádět vodu do kanalizace, se jeví jako jediné řešení akumulace této vody a následné využití na zahradě, popřípadě v domě.

Tento způsob využití dešťové vody je převážně ekologický. Nedochozí tak ke zbytečnému plýtvání pitnou vodou a vzhledem k neustále se zvyšujícím cenám vodného a stočného se stává i výhodným. Vezmeme-li v úvahu, že na naší planetě je 97% veškeré vody slané, a tím pádem pro člověka nepoužitelné, a přibližně 3% sladké vody, která je ještě k tomu z velké míry vázána v ledu, je namíste se využitím dešťové vody zabývat.

Průměrná spotřeba pitné vody na jednoho obyvatele činí asi 140 l denně. Přibližně asi 50% z této spotřeby není nutné mít ve formě kvalitní pitné vody, proto ji lze nahradit do jisté míry dešťovou vodou. Spotřeba pitné vody je zobrazena na obrázku níže (Obr. 11).



Obr. 11. Diagram spotřeby pitné vody

V různých částech domácnosti nejsou kladeny nároky na kvalitu vody vždy stejné. Proto můžeme dešťovou vodu využít na:

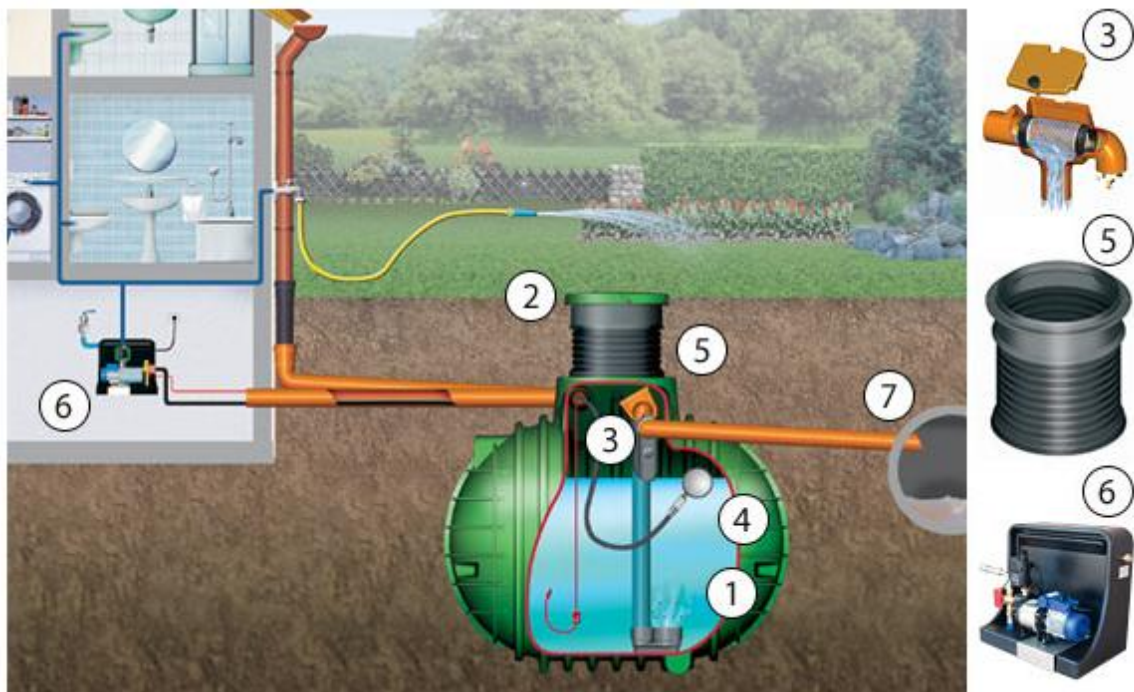
- zavlažování
- praní
- splachování WC
- údržbu (úklid, mytí aut)

### 1.5.1 Popis funkce

Dešťová voda, která stéká ze střechy okapovými svody je nejprve zbavena hrubých nečistot pomocí filtru, který je umístěn ve svislém okapovém svodu. Voda zbavená hrubých nečistot dále teče přes filtr v podobě nerezového síta do nátokového hrdla nádrže, ukončeného ukladujícím prvkem, který zabraňuje víření spodních sedimentů v nádrži. V případě přeplnění nádrže voda odtéká přes zpětnou klapku potrubím do kanalizace, nebo zasakovacího koše.

Odběr vody z nádrže je zajištěn sací soupravou, která odebírá z nádrže čistou vodu zhruba 20 cm pod hladinou. Čerpací zařízení (vodárna) je umístěno v objektu a je součástí automatické doplňovací jednotky s řídicí jednotkou, která v případě nedostatku dešťové vody v nádrži přepne, pomocí hladinového spínače, odebírání vody z vodovodního řádu. Z automatické doplňovací jednotky je následně voda potrubím dopravována k místu využití.

Umístění a použití jednotlivých druhů filtrů na čištění dešťové vody je závislé na tom, na co bude voda používána. Jiné požadavky na čistotu budou například v případě využití k zalévání a samozřejmě zcela odlišné požadavky budou v případě, že má být voda používána pro zásobování systémů v objektu. [11]



Obr. 12. Sestava podzemní nádrže na dešťovou vodu pro dům a zahradu

- 1 - podzemní nádrž
- 2 - víko s dvojitou stěnou
- 3 - filtrační sada (s filtračním sítkem)
- 4 - plovoucí sání
- 5 - teleskopická šachtová kopule
- 6 - čerpání a regulace
- 7 - bezpečnostní přepad (kanál nebo vsakovací koš)

Pro celoroční provoz jsou určeny jen podzemní zásobníky. Tyto zásobníky včetně veškerých přívodů a filtrace musí být umístěny v nezamrzající hloubce.

### 1.5.2 Druhy zásobníků

Zásobníky mohou být nadzemní, ale i podzemní. Nevýhodou nadzemních zásobníků je to, že nemohou být provozovány v zimě. Velikost zásobníku se navrhuje vzhledem k velikosti střešní plochy. Zásobník musí být navržen tak, aby nebyl příliš velký, ale zase aby pokryl spotřebu vody. V případě velkého zásobníku, kde je voda dlouhodobě uskladňována může docházet k zasmrádnutí vody (převážně v letních měsících).

Materiály používané na výrobu nádrží se odvíjejí od jejich velikostí a umístění. Používají se nádrže:

- plastové
- betonové
- sklolaminátové
- ocelové

Cenově nejvýhodněji vycházejí monolitické betonové jímky. Tyto betonové jímky ale vyžadují velký manipulační prostor. Nejčastěji se ale setkáme s plastovými zásobníky, z důvodu méně náročné instalace a příznivé ceny. [11]



Obr. 13. Plastová a sklolaminátová nádrž na dešťovou vodu

## 2 ŘÍZENÍ A KOMUNIKACE POMOCÍ SBĚRNIC

Pro vytvoření maximálního komfortu z hlediska řízení objektu, je potřeba, aby jednotlivé systémy mohly mezi sebou komunikovat. Pro zajištění komunikace mezi těmito jednotlivými systémy v budově se využívají sběrnice systémy. Sběrnice systémy lze rozdělit na dva základní typy:

- centralizované
- decentralizované

Centralizované systémy obsahují jednu centrální řídicí stanici, ke které jsou připojeny všechny senzory a akční členy. Veškerá komunikace, která probíhá na sběrnici je typu Master - Slave. V případě rozsáhlé sítě s mnoha prvky je tento druh komunikace pomalý. Proto je tento systém vhodný pro menší objekty (rodinné domy), kde je nižší počet prvků na sběrnici. Příkladem centralizovaného systému může být systém INELS.

Decentralizovaný systém neobsahuje centrální řídicí stanici, ale řídicí prvky jsou součástí senzorů nebo akčních členů. Komunikační sběrnice je tvořena vodiči, na které jsou připojeny senzory, aktory a systémové přístroje. Nevýhodou tohoto systému jsou vyšší pořizovací náklady na jednotky, ale oproti centralizovaným systémům je komunikace mnohem rychlejší. Tento systém je vhodný jak pro malé aplikace, tak pro rozsáhlé projekty. Příkladem decentralizovaného systému může být sběrnice systém KNX ,nebo LONWorks.

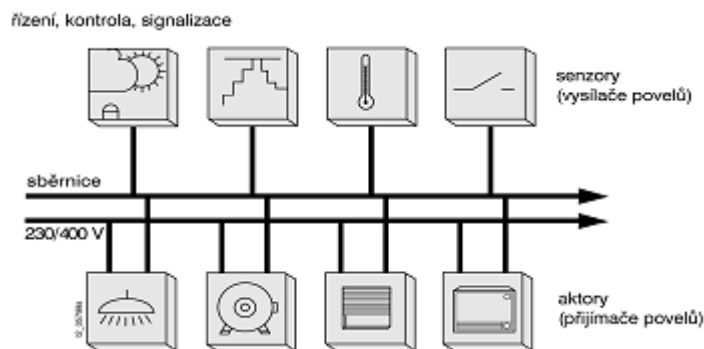
Senzory jsou prvky, které reagují na události v systému (stisk tlačítka), zatímco aktory zajišťují vykonání určité operace (rozsvícení žárovky), jako důsledek změny v systému. [14]

### 2.1 Sběrnice KNX

Asociace Konnex (KNX) vznikla v roce 1999 sdružením tří evropských standardů pro vývoj systémů inteligentních budov BCI, EHS a hlavně systémové instalační sběrnice EIB. Jedná se o decentralizovaný systém skládající se z inteligentních prvků (senzorů a aktorů), přičemž všechny prvky jsou na jedné sběrnici bez závislosti na jejich funkci.

Výhodou sběrnice systému KNX je kompatibilita komponent různých výrobců, snadné přizpůsobení elektroinstalace a možnost připojení k internetu.

Počet účastníků na sběrnici může být teoreticky až přes 60 000. Díky tomu lze KNX použít jak pro malé aplikace, tak i pro velké projekty.



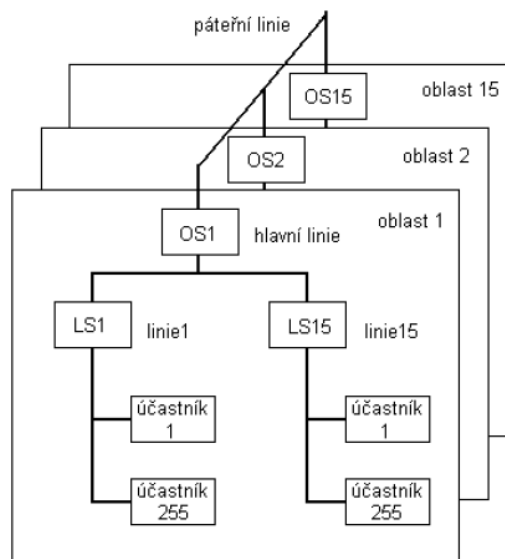
Obr. 14. Příklad zapojení sítě KNX

Komunikace probíhá zejména po kroucené dvojince, která se vede v budově souběžně se silovým vedením. Kroucená dvojlinka slouží zároveň jako napájení účastníků 24 V a zároveň pro přenos dat.

### 2.1.1 Topologie systému KNX

Z hlediska struktury jsou účastníci rozděleni do linií a oddílů. Celou síť lze rozdělit do několika oblastí, kde základním prvkem topologie je linie. První oblast tvoří tzv. páteřní linie, na kterou lze připojit až 15 hlavních linií. Na každou hlavní linii lze napojit až 15 dalších linií (podsítí). Na každou z těchto linií (podsítí) lze připojit až 255 účastníků. Každá hlavní linie vytváří tzv. oblast. Struktura sítě je zobrazena na obrázku níže (Obr. 15).





Obr. 15. Oblasti sítě KNX

Páteřní linie je propojena s hlavní linií pomocí oblastní spojky (OS) a jednotlivé linie jsou připojeny k hlavní linii pomocí liniové spojky (LS). Jednotliví účastníci mohou být připojeni i přímo na hlavní linii nebo páteřní linii. Pak je počet možných účastníků 61 455.

### 2.1.2 Komunikace v rámci systému KNX

Komunikační model systému KNX vychází z modelu ISO OSI, ale neobsahuje všechny jeho vrstvy. Komunikace na sběrnici probíhá na základě telegramů. Účastník může začít komunikovat pouze v případě, že sběrnice není obsazená. V případě, že v daný okamžik chce komunikovat více účastníků, vzniká kolize, která je následně ošetřena metodou CSMA/CA. Každý odeslaný telegram má definovanou prioritu (nízkou, vysokou, poplachovou) a prioritu určenou svou skupinovou adresou (počet nul na začátku). Pokud tedy dojde ke kolizi na sběrnici, tak pokračuje ve vysílání ten, který má vyšší prioritu.

Telegram se skládá ze sběrnice specifických informací a vlastní užitečné informace, ve které se sděluje událost (např. stisk tlačítka). Celá informace je při vysílání přenášena po znacích, vždy po 8 bitech. V telegramu se také přenáší kontrolní informace pro rozpoznání přenosových chyb. Struktura telegramu je znázorněna na následujícím obrázku (Obr. 16).



Obr. 16. Struktura telegramu

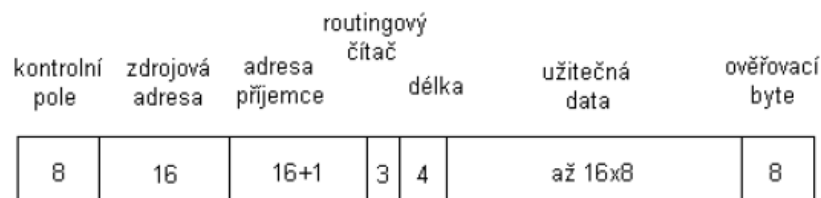
Je-li sběrnice po dobu t1 (50 bitů) volná, začne komunikace (vyšle se rámec). Po odeslání rámce následuje doba t2 (13 bitů), pro potvrzení správnosti příjmu. Potvrzení může mít tři formy:

ACK - příjem v pořádku

BUSY - příjemce zaneprázdněn

NACK - příjem není v pořádku

Neobdrží-li vysílací účastník žádné potvrzení, bude telegram až třikrát zopakován. Samotná informace je přenášena v rámci, jehož struktura je zobrazena na obrázku níže (Obr. 17).



Obr. 17. Struktura rámce

Kontrolní pole obsahuje informace o prioritě a přenosovém módu (standardní, rozšířený). Adresa příjemce může být skupinová, nebo fyzická adresa. Aby příjemce věděl, o kterou adresu jde, tak se tato informace přenáší v 17 bitu (0 – fyzická adresa. 1 – skupinová adresa). Routingový čítač dekrementuje hodnotu při každém průchodu routerem (je-li hodnota 0, odstraní rámec). Ověřovací byte slouží k rozpoznání chyb při přenosu telegramu. Kontrolní údaje se zasílají formou paritního bitu. [15]

### 2.1.3 Komunikační média

U systému KNX lze pro přenos informace využít například tato komunikační média:

#### *Kroucený pár vodičů (TP)*

Tento typ komunikačního média se používá nejčastěji. Nelze použít libovolný kabel, ale pouze certifikované kabely s označením KNX. Tyto kabely mají tyto specifické vlastnosti:

- není potřeba koncový odpor
- vzdálenost dvou napáječů minimálně 200m
- vzdálenost dvou zařízení od sebe maximálně 700m
- celková délka všech kabelů v linii maximálně 1000m

Používají se například kabely typu YCYM 2x2x0.8 nebo J-Y(St)Y 2x2x0.8. Komunikační kabel KNX obsahuje čtyři vodiče, ale pro komunikaci se využívají pouze dva vodiče, a to červený (+) a černý (-), které slouží jak pro přenos signálu, tak i pro napájení zařízení 20 až 30 Vss. Bílý a žlutý vodič jsou záložní pro případ přerušení vedení. Maximální přenosová rychlost sběrnice s využitím kroucené dvojlinky je 9,6 kb/s. To znamená, že 1 bit zaneprázdní sběrnici na 1/9600s (104us).

#### *Silové vedení (PL 110)*

Při komunikaci se využívá silového vedení 230V AC. Přenos dat po silovém vedení je dán normou CENELEC EN 500065. Výhodou je, že není nutno v již postaveném objektu vést nové vedení. Přesto se ale využívá zřídka, a to ještě jen u aplikací jakými jsou ovládání žaluzií, osvětlení a podobně. Během přenášení informace totiž může dojít k neočekávaným změnám v rozvodné síti a přenášená informace se může po cestě ztratit. Pro přenos informace se používá kódování SFSK a frekvence 105,6 kHz (logická 0) a 115,2 kHz (logická 1). Maximální přenosová rychlost u tohoto druhu komunikace je 1,2 kb/s.

### ***Rádiová komunikace (RF)***

Rádiová komunikace je realizována v rámci systému KNX na frekvenci 686 MHz. Pro kódování dat se používá metoda FSK. Maximální vzdálenost komunikujících jednotek je v domě 30 m a ve volném prostoru 300 m. Tato vzdálenost se ovšem může v závislosti na stavebních materiálech domu měnit. V případě potřeby lze použít zesilovač. Maximální počet komunikujících zařízení v systému je 64 a maximální rychlost komunikace 16,4 kb/s s přístupem na sběrnici CSMA. Bezdrátový přenos umožňuje větší volnost při zavedení systému, především v již existujících objektech, bez jakéhokoliv zásahu do stavebních konstrukcí.

## **2.2 Sběrnice LONWorks**

Technologii LONWorks je průmyslová sběrnice navržena především pro potřeby automatizace budov. Byla vyvinuta americkou firmou Echelon v letech 1989 až 1992 ve spolupráci s firmami Toshiba a Motorola, přičemž v roce 1992 byla uvedena na trh. Ta vychází z obecné definice sítě zvané Local Operating Networks (LON), tj. místní datová síť. Ta je obecně složena z inteligentních zařízení a uzlů, které jsou propojeny jedním nebo více komunikačními médii a komunikují spolu jedním komunikačním protokolem. Uzly jsou naprogramovány na vysílání zpráv při změně různých stavů a podmínek nebo jako reakci na přijatou zprávu. Samotný Echelon nabízí velké množství hardwarových i softwarových komponent pro vystavění distribuované sítě LONWorks. Technologie je však již přijata mnoha výrobci a komponenty dnes už vyrábí a podporuje i tisíce dalších firem včetně výrobců a distributorů u nás. [18]

Výhodou této sítě je možnost použití téměř libovolného přenosového média včetně RS-485, síťového rozvodu 230V, kabelové televize nebo rádiového přenosu. Tím je vhodná nejen pro řízení spotřebičů a automatizaci budov (klimatizace, topení, světlo apod.), ale i pro dálkové sběry dat nebo regulaci v průmyslu. LONWorks využívá architekturu peer-to-peer a pro komunikaci v síti protokol LONTalk, který je navržený podle modelu ISO OSI. Tento protokol je nezávislý na topologii sítě, lze tedy použít například topologii kruhovou, sběrníkovou atd. Nejčastěji se ale používá topologie sběrníková a na ni jsou napojeny přes routery podsítě s libovolnou topologií.

Síť LONWorks je tvořena inteligentními uzly (nody), jejichž základem jsou Neuron chipy (speciální mikropočítače). Celkový počet připojených uzlů do sítě může být více než 32 000. Některá přenosová média a jejich rychlosti jsou popsány v tabulce níže (Tab. 5).

Přenosové medium	Přenosová rychlost
EIA – 485	do 1Mbps
kroucená dvojlinka (TP)	78 kbps, 1,25 Mbps
koaxiální kabel	1,25 Mbps
síťový rozvod (PL)	2 - 10 kbps
radiový přenos (RF)	1,2 - 9,6 kbps
infračervený přenos (IR)	78 kbps
optický kabel	1,25 Mbps

*Tab. 5. Přenosová média a jejich rychlosti*

Díky univerzální a otevřené formě lze síť LONWorks použít například v těchto aplikacích:

- Řízení a automatizace budov - výtah, klimatizace, topení, zapínání / vypínání osvětlení
- Řízení domácích spotřebičů
- Sledování spotřeby energií - odečty elektroměrů, plynůměrů, vodoměrů a spotřebičů tepla
- Telekomunikace, metropolitní sítě
- Dálkové řízení libovolných procesů
- Řízení v oblasti dopravy
- Bezpečnostní zařízení
- Měření a Regulace

### 2.2.1 Protokol LONTalk

LONTalk protokol je součástí každého Neuron chipu a umožňuje přenos dat v libovolné topologii. Tento protokol byl navržen podle ISO OSI modelu a je standardizován jako EIA 709.1.

vrstva	funkce
fyzická	zajišťuje přenos signálu komunikačním kanálem mezi jednotlivými uzly na bitové úrovni
linková	definuje přístupovou metodu ke sdílené komunikační sběrnici a kódování dat
síťová	určuje adresování a způsob směrování paketů zpráv od zdrojového zařízení k cílovým zařízením
transportní	zajišťuje segmentaci zpráv a spolehlivé doručení paketů
relační	navazuje a řídí spojení mezi jednotlivými komunikujícími aplikacemi a definuje autentizační protokol
prezentační	provádí konverzi datových typů a struktur mezi komunikační a aplikační vrstvou
aplikační	poskytuje aplikačnímu programu přístup ke komunikačním službám nižších vrstev

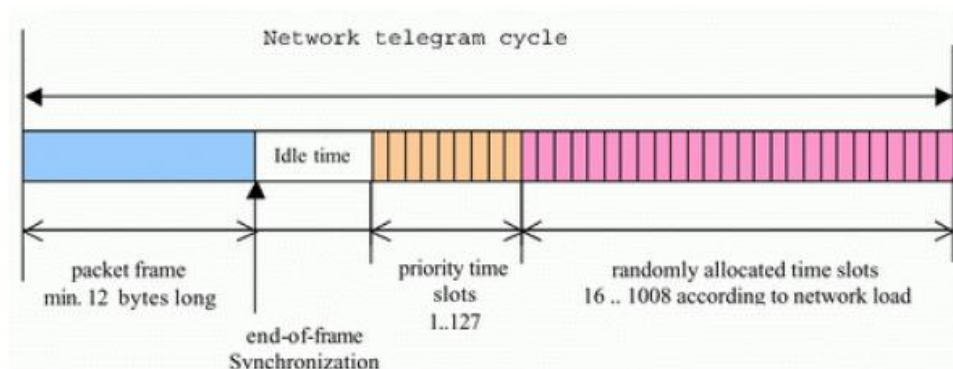
Tab. 6. Model protokolu LONTalk

### *Fyzická vrstva*

Zajišťuje propojení mezi jednotlivými uzly sítě LONWorks pomocí fyzického přenosového média na binární úrovni. Každý uzel obsahuje transceiver (kombinaci vysílače a přijímače) nezávislý na ostatních částech uzlu.

### *Linková vrstva*

Linková vrstva definuje přístupovou metodu ke sdílené komunikační sběrnici a kódování dat. Pro přístup na sběrnici se používá metoda CSMA/CA, která je popsána pomocí obrázku níže (Obr. 18).

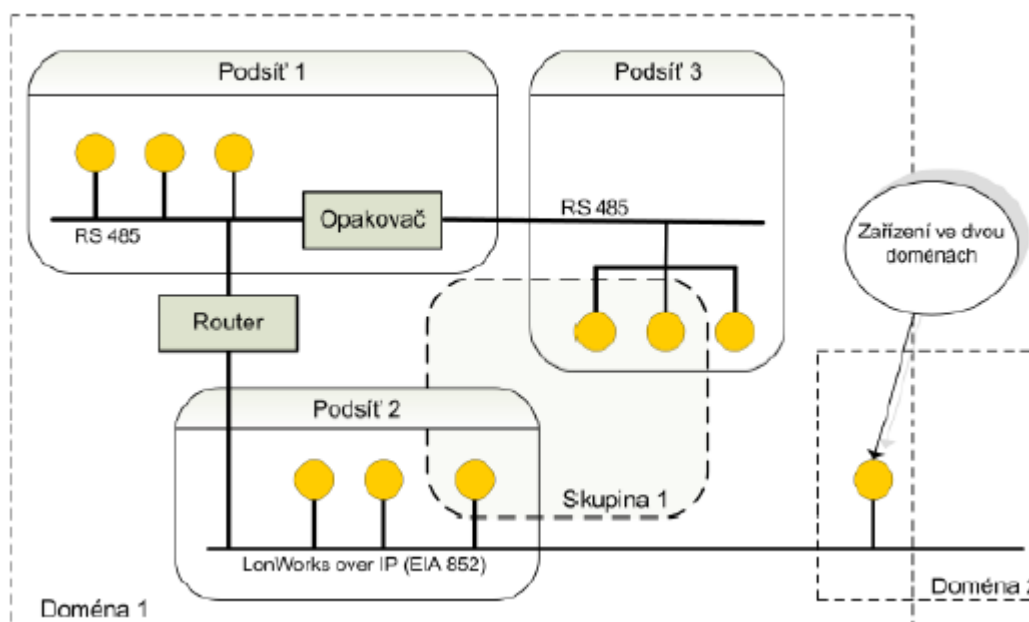


Obr. 18. Přístup na sběrnici

Všechny uzly sledují přenos po síti a čekají na stav nečinnosti, aby mohli začít vysílat. Vysílání minulého uzlu je ukončeno synchronizačním bitem (end-of-frame), který ukončuje přenášený rámeček. Poté následuje stav nečinnosti, a každý uzel odpočítává (priority time) 1...127. Pakety s vyšší prioritou odpočítávají kratší čas, a proto se mohou dostat na síť dříve. Pak následuje čekání v závislosti na vygenerované délce (Randomly allocated time), jestliže bude poté síť volná, vyšle uzel svůj telegram. Počet vygenerovaných časových intervalů se zvyšuje s vytížením sítě.

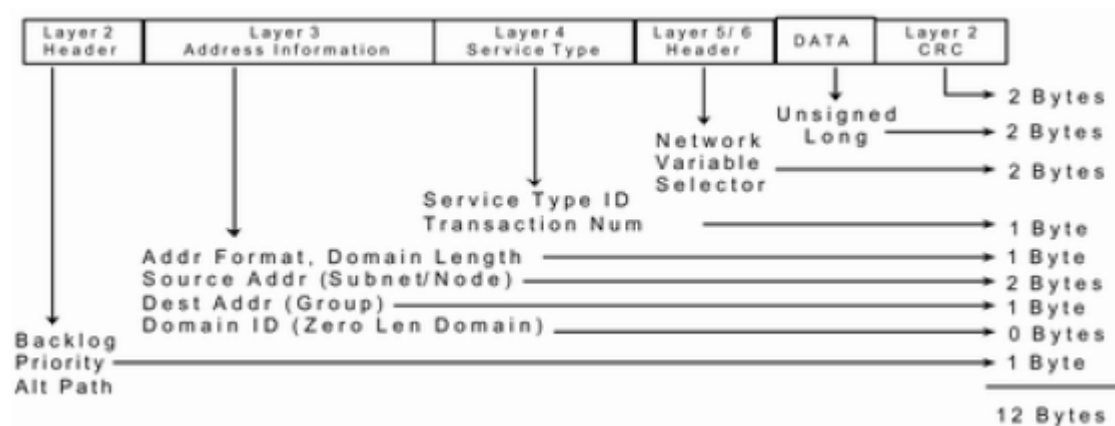
### *Síťová vrstva*

Síťová vrstva určuje adresování a způsob směrování paketů zpráv od odesílatele k příjemci. Pro možnost adresování, je každému účastníkovi již při výrobě přiřazen jedinečný 48 bitový kód tzv. Neuron-ID. Tento identifikační údaj je neměnný a představuje fyzickou adresu. Tato adresa se ovšem používá jen pro adresování. Častěji než fyzická adresa se používá adresa zařízení, která je přiřazena při instalaci sítě. Každá adresa zařízení se skládá ze tří základních částí *Domain-ID*, *Subnet-ID*, *Node-ID* (doména, skupina, člen skupiny).



Obr. 19. Logické rozmístění sítě

Logickou síť lze rozdělit do tří částí (doména, podsít', uzly). Jedna doména může obsahovat 255 podsítí. Každá podsít' může obsahovat 127 uzlů. Celkem tedy může být 32385 zařízení v doméně. Každé zařízení může patřit maximálně dvou doménám. Komunikaci mezi nimi zajišťuje brána. Délka adresy domény závisí na struktuře sítě a může mít délku 0, 1, 3, nebo 6 bytů. Adresa podsítě má délku 8 bitů a délka adresy uzlu 7 bitů. Speciální logické seskupení uzlů se nazývá skupina. Ve skupině může být buď 64 uzlů v případě potvrzování zprávy, nebo libovolný počet uzlů v případě nepotvrzování příjmu zprávy. Počet skupin v jedné doméně je maximálně 256. Jeden uzel může příslušet maximálně patnácti skupinám. Komunikace mezi jednotlivými uzly probíhá pomocí rámců. Rámec protokolu LONTalk je zobrazen na obrázku níže (Obr. 20).



Obr. 20. Rámec protokolu LONTalk

### **Transportní a relační vrstva**

Tyto vrstvy zajišťují obsluhu a doručování zpráv mezi účastníky. Parametry lze nastavovat pomocí jednotlivých služeb. Lze nastavit například potvrzované zprávy (potvrzení příjmu zprávy), nepotvrzované zprávy, opakované vysílání (používá se při odesílání zpráv velkému množství účastníků), autentizovaný přenos (ověření zda je odesílatel oprávněn vysílat).



### *Prezenční vrstva*

Zajišťuje vyměňování zpráv mezi aplikacemi a to tak, že příchozí paket zprávy označí jako:

- síťovou proměnou
- explicitní zprávu
- cizí rámeček

Jako cizí rámeček jsou označena data, která nesouvisí s touto vrstvou a jsou poslána na původní místo určení. Explicitní zprávy jsou určeny pro prezentaci dat, která se nehodí do některého typu síťových proměnných. Tyto zprávy se dělí na dvě části, z nichž jedna obsahuje data a druhá obsahuje informace pro jejich interpretaci. Nejběžnější zprávy jsou však data interpretovatelná některou standardizovanou síťovou proměnnou.

### *Aplikační vrstva*

V aplikační vrstvě běží samotný aplikační program, který deklaruje používané typy síťových proměnných, nebo kódy explicitních zpráv. Mohou se využívat standardní síťové proměnné, aby obě aplikace na obou stranách sítě pracovaly například se stejnými jednotkami a data stejně interpretovaly. Stejně tak lze i definovat nové proměnné pro společné aplikace. [19]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 NÁVRH SYSTÉMŮ NÍZKOENERGETICKÉHO DOMU

Navrhované systémy v nízkoenergetickém domě budou obsahovat nejmodernější technologie pro dosažení maximálního komfortu. Pro vytápění objektu bude použito podlahové vytápění v kombinaci s otopnými tělesy. Větrání objektu bude zajišťovat vzduchotechnická jednotka. Ohřev TUV a vody pro vytápění bude řešen pomocí tepelného čerpadla typu vzduch-voda, popřípadě pomocí jiného alternativního zdroje energie. V letním období se bude objekt chladit pomocí podlahového chlazení a chladících trámů. Jelikož chceme dosáhnout ekologického provozu, tak u domu v zemi bude umístěn zásobník pro skladování dešťové vody, která bude následně používána v domě.

Jednotlivé systémy budou propojeny inteligentním sběrníkovým systémem INELS. Systém INELS bude použit pro ovládání a monitorování osvětlení, vytápění, systému EZS a EPS. Systémy v domě bude možno řídit pomocí Internetu, nebo pomocí mobilního telefonu. Jako uživatelské rozhraní pro ovládání systémů v domě bude vytvořen SCADA systém.

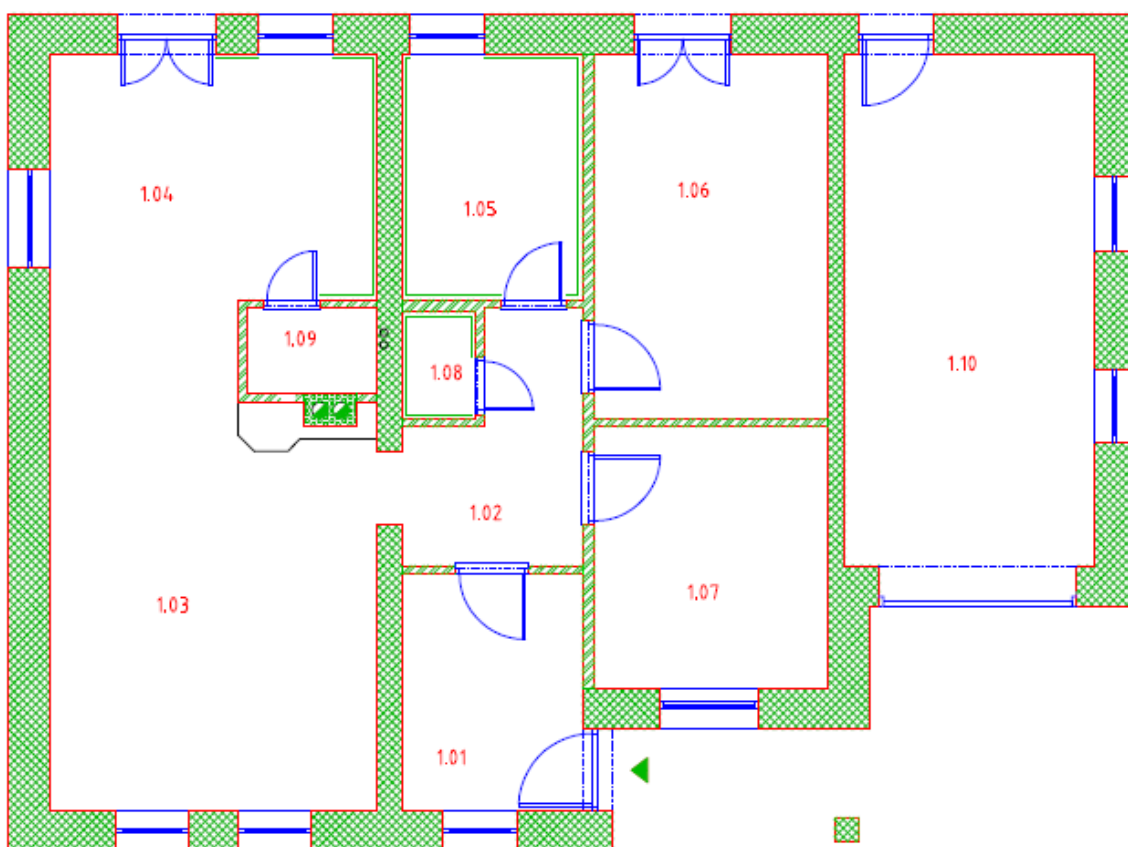
#### 3.1 Popis domu

Navrhovaný objekt je typu nízkoenergetického přízemního domu bez sklepa (tzv. bungalovu). Tento dům bude stát v okrajové části Přerova a bude obýván 3 – 4 obyvateli. Dům je navržen jako nízkoenergetický, čímž chceme dosáhnout toho, aby náklady na provoz domu byly co nejnižší a zároveň zajistit, aby pobyt v tomto domě byl co nejpříjemnější. Pro dosažení požadavků, které jsou kladeny na nízkoenergetické domy, je nutné zvolit co nejlepší orientaci domu tak, aby byla nejvíce prosklená část domu natočena na slunečnou stranu (jižní stranu), a tím bylo zajištěno prohřátí domu slunečními paprsky.

Pro stavbu obvodových stěn domu bude použit materiál na bázi plynosilikátu od výrobce Ytong typ Lambda, jehož hodnota součinitele tepelné vodivosti je nízká (0,085 W/m.K), a není již nutné další zateplení domu zvenčí. Výhodou tohoto materiálu při stavbě nízkoenergetických domů je, že není nutné používat sendvičové zdivo. Důležitou součástí je stanovení okrajových podmínek, které v nemalé míře ovlivňují stavbu. Tyto okrajové podmínky jsou popsány v tabulce (Tab. 7) a půdorys objektu včetně popisu jednotlivých místností je zobrazen na obrázku (Obr. 21) a v tabulce (Tab. 8).

délka otopného období	218 dní
výpočtová venkovní teplota	-12 °C
průměrná roční venkovní teplota	3,5 °C
celková zastavěná plocha	120,75 m <sup>2</sup>
celková obytná plocha	79,07 m <sup>2</sup>
celkový vytápěný prostor	205,58 m <sup>3</sup>
celkový nevytápěný prostor	53,84 m <sup>3</sup>
výška místností (garáž)	2,6 m (2,65 m)

Tab. 7. Okrajové podmínky



Obr. 21. Půdorys navrhovaného domu

číslo místnosti	účel místnosti	plocha místnosti $A_i$ [m <sup>2</sup> ]
1.01	zádveří	6,67
1.02	předsíň	5,22
1.03	obývací pokoj	23,65
1.04	kuchyně	13,00
1.05	koupelna	7,48
1.06	ložnice	12,68
1.07	pokoj	9,20
1.08	WC	1,17
1.09	spíž	1,75
1.10	garáž	18,60

Tab. 8. Popis jednotlivých místností

Vytápění je zajištěno ve všech místnostech kromě garáže a spíže. U těchto místností je vytápění zbytečné.

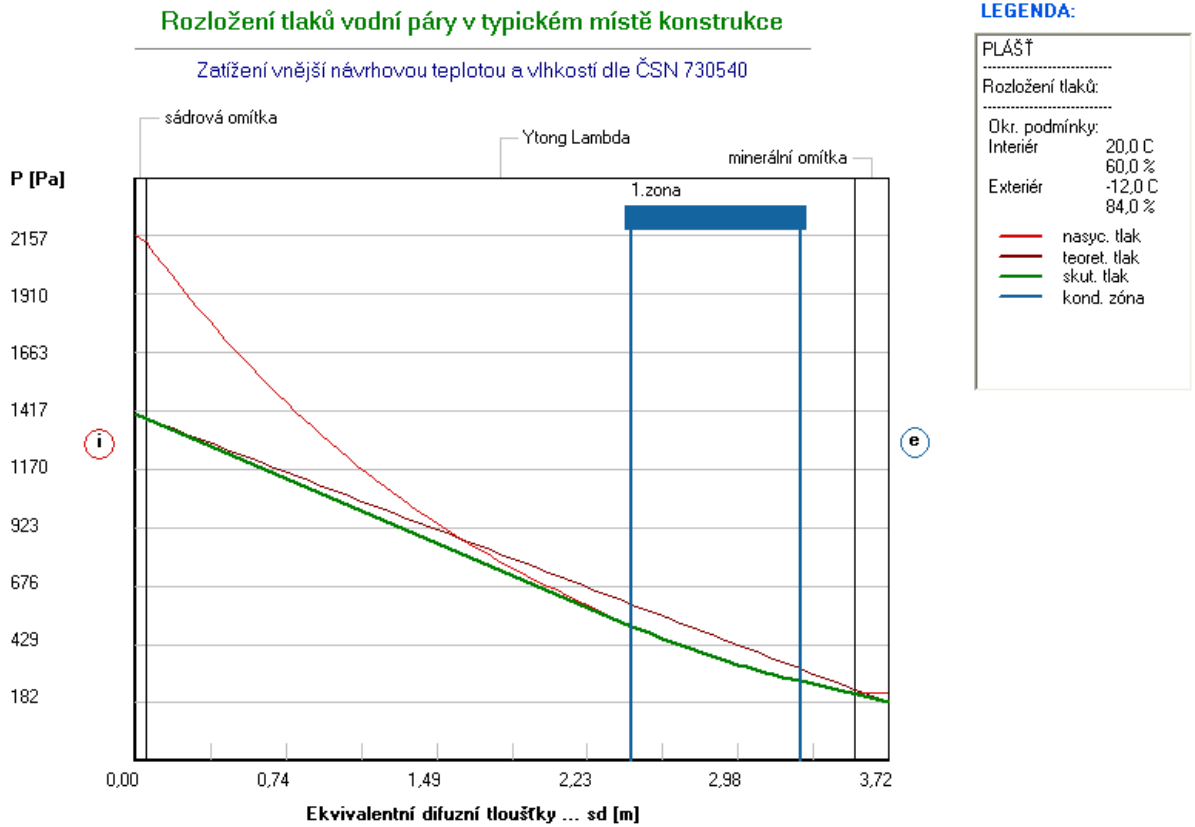
Na základě výše uvedených údajů o navrhovaném objektu, je nutné navrhnout výkon vytápěcího systému pro vytápění jednotlivých místností. Tato činnost je velmi důležitá z hlediska toho, aby nebyl zdroj vytápění příliš předimenzovaný, popřípadě poddimenzován a aby vyhovoval požadavkům kladeným na nízkoenergetické domy. Pro návrh optimálního vytápěcího systému se musí nejprve vypočítat ztrátový tepelný výkon objektu a následně na základě ztrátového tepelného výkonu se navrhne optimální výkon zdroje vytápění. Ještě před samotným výpočtem ztrátového tepelného výkonu se musí provést kontrolní výpočet, zda nedochází ke kondenzaci vodních par v obvodovém zdivu (plášti) budovy. V případě, že by docházelo, musel by se změnit materiál zdiva, popřípadě změnit složení vrstev stěny.

### 3.2 Posouzení pláště budovy

Plášť budovy musí splňovat normu ČSN 730540 [20] z hlediska kondenzace vodních par v plášti budovy. Roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce musí být nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce. V případě, že by požadavky normy nebyly dodrženy, mohlo by docházet v průběhu roku ke kondenzaci vodních par ve zdivu. Následkem toho by mohlo docházet například k objevování plísní na zdivu a tím by byla narušena tepelná pohoda objektu.

Pro výpočet byl použit program Teplo 2008. Tento program zpracovává data v rámci několika norem. Výsledkem je grafický a datový výstup. Graf znázorňuje, zdali dochází ke

kondenzaci vodních par při difuzi v průběhu celého roku a v případě, že ano, zobrazí místa (zóny) konstrukce, kde by mohlo ke kondenzaci docházet. Graf je zobrazen na obrázku (Obr. 22) a datový výstup na obrázku (Obr. 23).



Obr. 22. Zóna kondenzace vodních par

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 18.71 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.960

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		$T_{si}[C]$	$f_{Rsi}$	$RH_{si}[%]$
	$T_{si},m[C]$	$f_{Rsi},m$	$T_{si},m[C]$	$f_{Rsi},m$	$T_{si}[C]$	$f_{Rsi}$	$RH_{si}[%]$
1	3.0	2.235	-0.1	0.949	-0.1	0.960	99.8
2	3.0	-----	-0.1	-----	-0.0	0.960	99.1
3	3.0	-----	-0.1	-----	0.1	0.960	97.9
4	3.0	-----	-0.1	-----	0.4	0.960	96.5
5	3.0	-----	-0.1	-----	0.6	0.960	95.1
6	3.0	-----	-0.1	-----	0.7	0.960	94.2
7	3.0	-----	-0.1	-----	0.7	0.960	93.9
8	3.0	-----	-0.1	-----	0.7	0.960	94.0
9	3.0	-----	-0.1	-----	0.6	0.960	95.0
10	3.0	-----	-0.1	-----	0.4	0.960	96.4
11	3.0	-----	-0.1	-----	0.1	0.960	97.9
12	3.0	-----	-0.1	-----	-0.0	0.960	99.2

Poznámka:  $RH_{si}$  je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  
 $T_{si}$  je vnitřní povrchová teplota a  $f_{Rsi}$  je teplotní faktor.

**Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)**

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	e
tepl.[C]:	18.7	18.5	-11.7	-11.8
p [Pa]:	1402	1386	238	182
p,sat [Pa]:	2157	2134	222	221

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/m <sup>2</sup> s]
1	0.3532	0.4718	3.145E-0008

**Celoroční bilance vlhkosti:**

Množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a}$ : 0.037 kg/m<sup>2</sup>,rok  
 Množství vypařitelné vodní páry  $M_{ev,a}$ : 3.201 kg/m<sup>2</sup>,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

**Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:****Roční cyklus č. 1**

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Obr. 23. Část datového výstupu

Z grafu je patrné, že ke kondenzaci v plášti budovy může docházet. Z datového výstupu lze ovšem zjistit, že množství zkondenzované vodní páry za rok je minimální, a to  $0,037 \text{ kg/m}^2$ , kdežto množství vypařené vodní páry činí  $3,201 \text{ kg/m}^2$ . Na základě těchto hodnot lze usoudit, že ke kondenzaci sice dochází (v nepatrné míře), ale naproti tomu množství vypařené vodní páry z konstrukce několikanásobně převyšuje množství zkondenzované vodní páry. Můžeme tedy tvrdit, že v ročním cyklu nedochází ke kondenzaci vodních par v konstrukci (dle normy ČSN 73 0540 [20]). Je tedy možno použít navrženou skladbu obvodového zdiva a vypočítat tepelné ztráty objektu.

### 3.3 Energetický štítek obálky budovy

Energetický štítek obálky budovy je grafickým vyjádřením stavebně-energetických vlastností konstrukcí domu. Štítek hodnotí pouze kvalitu parametrů jednotlivých obvodových konstrukcí budovy (stěny, okna, dveře, podlaha apod.).

Základním hodnotícím parametrem je průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy  $U_{em}$ , který je pak srovnáván s požadovanou a doporučenou hodnotou tohoto součinitele (podle normy ČSN 73 0540 [20]). Projektovaný nový nebo rekonstruovaný objekt musí spadat nejhůře do třídy C.

Energetický štítek obálky budovy umožňuje jednoduché srovnání budov z hlediska kvality obalových konstrukcí (lze tedy přibližně určit náklady na provoz budovy).

Výpočet Energetického štítku obálky budovy u navrhovaného objektu byl proveden dle normy ČSN 73 0540 [20]. Celý výstupní protokol je zobrazen na následujícím obrázku (Obr. 24).



### Protokol k energetickému štítku obálky budovy

#### Charakteristika budovy

Objem budovy $V$ - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahnuje lodžie, římsy, atiky a základy	259,64 m <sup>3</sup>
Celková plocha $A$ obálky budovy - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	265,12 m <sup>2</sup>
Objemový faktor tvaru budovy $A/V$	1,02 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Převažující vnitřní teplota v topném období $\theta_{im}$	20 °C
Venkovní návrhová teplota v zimním období $\theta_e$	-12 °C

#### Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha $A_i$ [m <sup>2</sup> ]	Součinitel (činitel) prostupe tepla $U_i$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupe tepla $U_{N,rq}$ ( $U_{N,rc}$ ) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Činitel teplotní redukce $b_i$ [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla $H_{Ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$ ( $\sum \psi_k \cdot \ell_k + \sum \chi_l$ ) [W/K]
Okna a prosklené dveře	16	0,75	1,7 (1,2)	1	12
Vchodové dveře	2,07	1,1	3,5 (2,3)	1	2,28
Strop k půdě s netěsněnou krytinou	79	0,13	0,3 (0,2)	0,83	8,52
Podlaha přilehlá k zemině	79	0,27	0,45 (0,3)	0,4	8,53
Vnitřní stěna	18,85	0,39	0,6 (0,4)	0,49	3,6
Vnější stěna	70,2	0,16	0,38 (0,25)	1	11,23
<b>Tepelné vazby mezi konstrukcemi</b>	$\sum A_i$ [m <sup>2</sup> ]	$\sum \psi_k \cdot \ell_k + \sum \chi_l / A_i$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	-	$b_i$ [-]	$\sum \psi_k \cdot \ell_k + \sum \chi_l$ [W/K]
Souhrnný vliv tepelných vazeb	265,12	0,09		1,0	23,86
<b>Celkem</b>	<b>265,12</b>				<b>70,03</b>

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle této normy.

## Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$	W/K	70,03
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,26
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,34
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,45
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,05

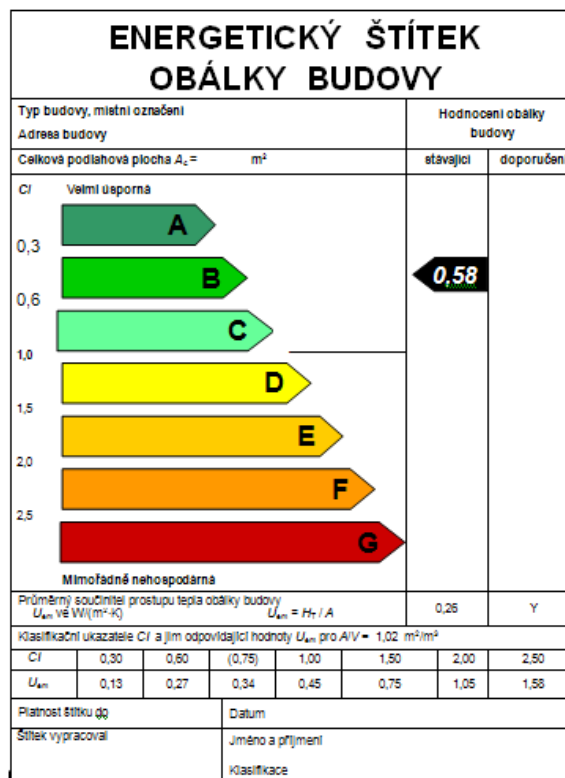
Požadavek na prostup tepla obálkou budovy je splněn.

## Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel $C_i$ pro hranice klasifikačních tříd	$U_{em}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A – B	0,3	$0,3 \cdot U_{em,rq}$	0,13
B – C	0,6	$0,6 \cdot U_{em,rq}$	0,27
(C1 – C2)	(0,75)	$(0,75 \cdot U_{em,rq})$	0,34
C - D	1,0	$U_{em,rq}$	0,45
D - E	1,5	$0,5 \cdot (U_{em,rq} + U_{em,s})$	0,75
E - F	2,0	$U_{em,s} = U_{em,rq} + 0,6$	1,05
F - G	2,5	$1,5 \cdot U_{em,s}$	1,58

Klasifikace: **B – úsporná**

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a CSN EN 15217. Byl vypracován v souladu s CSN 73 0540-2 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.



Obr. 24. Výpočet energetického štítku obálky budovy

Obálka navrhované budovy odpovídá klasifikaci B – úsporná. Klasifikační třída B odpovídá nízkoenergetickým domům. Na základě energetického štítku budovy lze předpokládat, že navrhovaný objekt je nízkoenergetický.

### 3.4 Výpočet tepelných ztrát

Pro výpočet tepelných ztrát se používá norma ČSN EN 12831 [21] (nahrazující normu ČSN 06 0210 [22]). Tato norma stanoví postup výpočtu dodávky tepla nutného k bezpečnému dosažení výpočtové vnitřní teploty.

Norma popisuje výpočet návrhového topného výkonu (tepelné ztráty):

- pro jednotlivé místnosti nebo vytápěný prostor pro dimenzování otopných ploch.
- pro celou budovu nebo její funkční část pro dimenzování tepelného výkonu.

Je také základním dokumentem pro stanovení tepelné ztráty obálkovou metodou při výpočtu potřeby tepla na vytápění pro modelové řešení budovy.

Norma udává postupy pro výpočet návrhové tepelné ztráty a návrhového tepelného výkonu pro standardní případy při návrhových podmínkách. [21]

Standardní případy zahrnují všechny budovy s výškou místnosti nepřesahující 5m a s vytápěním do ustáleného stavu při návrhových podmínkách.

Pro výpočet tepelných ztrát je velmi důležité znát venkovní výpočtovou teplotu a vnitřní výpočtovou teplotu jednotlivých místností. Pro Přerov byla stanovena venkovní výpočtová teplota, dle výše zmíněné normy, na hodnotu  $\theta_e = -12$  °C. Vnitřní výpočtové teploty jednotlivých místností jsou také stanoveny z této normy a jsou obsaženy v tabulce (Tab. 9). Skladby jednotlivých stěn a jejich součinitele prostupu tepla jsou uvedeny v příloze P I.

číslo místnosti	účel místnosti	plocha místnosti $A_i$ [m <sup>2</sup> ]	objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$ [°C]
1.01	zádveží	6,67	17,34	15
1.02	předsíň	5,22	13,57	20
1.03	obývací pokoj	23,65	61,49	20
1.04	kuchyně	13,00	33,80	20
1.05	koupelna	7,48	19,45	24
1.06	ložnice	12,68	32,97	20
1.07	pokoj	9,20	23,92	20
1.08	WC	1,17	3,04	24

Tab. 9. Vnitřní výpočtové teploty

### 3.5 Celková návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru

Celková tepelná ztráta se stanoví z tepelné ztráty prostupem a tepelné ztráty větráním. Při výpočtu se používá jednoho teplotního spádu, a to rozdílu výpočtové vnitřní teploty a výpočtové vnější teploty. Korekce na jiné teplotní spády se provedou úpravou součinitele prostupu tepla (např. v případě sousedícího nevytápěného prostoru).[21]

Celkovou návrhovou tepelnou ztrátu vytápěného prostoru  $\Phi_i$  [W] vypočítáme z rovnice:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \quad (4)$$

kde  $\Phi_{T,i}$  je návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru (W);

$\Phi_{V,i}$  návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru (W).

Výpočet celkové návrhové tepelné ztráty vytápěného prostoru:

$$\Phi_i = 2419 + 1120$$

$$\Phi_i = 3,539 \text{ kW}$$

### 3.5.1 Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla

Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla  $\Phi_{T,i}$  [W] se stanoví ze vztahu:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\Theta_{int,i} - \Theta_e) \quad (5)$$

kde  $H_{T,ie}$  je součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí pláštěm budovy (W/K);

$H_{T,iue}$  součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí nevytápěným prostorem (W/K);

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

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

$\Theta_{int}$  výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru (°C);

$\Theta_e$  výpočtová venkovní teplota (°C).

Výpočet celkové tepelné ztráty prostupem tepla vypočítáme součtem jednotlivých tepelných ztrát:

	Tepelné ztráty do venkovního prostředí [W]	Tepelné ztráty do přilehlé zeminy [W]	Tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostor při různých teplotách [W]	<b>Tepelná ztráta prostupem tepla <math>\Phi_{T,i}</math> [W]</b>
zádveří	198,990	30,030	62,720	291,740
předsíň	-	33,720	-	33,720
obývací pokoj	371,634	152,773	-	524,407
kuchyně	389,336	83,977	-	473,313
koupelna	131,666	60,033	53,342	245,041
ložnice	305,833	81,910	-	387,743
pokoj	238,548	59,430	-	297,978
WC	-	9,390	64,351	73,741
			<b>celkem</b>	<b>2,327 kW</b>

Tab. 10. Tepelné ztráty

### 3.5.1.1 Tepelné ztráty do venkovního prostředí

Součinitel tepelné ztráty  $H_{T,ie}$  z vytápěného do vnějšího prostředí, zahrnuje všechny stavební části a lineární tepelné mosty, které oddělují vytápěný prostor od venkovního prostředí, jako jsou stěny, podlaha, strop, dveře a okna.  $H_{T,ie}$  [W/K] se stanoví ze vztahu: [21]

$$H_{T,ie} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k \quad (6)$$

kde  $A_k$  je plocha stavební části (m<sup>2</sup>);

$U_{kc}$  součinitel prostupu tepla stavební části (W/m<sup>2</sup>.K)

$e_k$  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. Jinak je základní hodnota pro korekční činitele,  $e_k = 1$ .

Pro výpočet lineárních tepelných ztrát je možno použít zjednodušenou metodu:

$$U_{kc} = U_k + \Delta U_{tb} \quad (7)$$

kde  $U_{kc}$  je korigovaný součinitel prostupu tepla stavební části, který zahrnuje lineární tepelné mosty (W/m<sup>2</sup>.K);

$U_k$  součinitel prostupu tepla stavební části (W/m<sup>2</sup>.K);

$\Delta U_{tb}$  korekční činitel (W/m<sup>2</sup>.K) závisící na druhu stavební části, který se určí z tabulek v příloze P II.

Hodnoty výpočtu tepelných ztrát do venkovního prostředí jsou uvedeny v tabulce níže (v případě stěny mezi pokoji a garáží byla uvažována teplota nevytápěné garáže 5 °C).

Doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla jsou uvedeny v příloze P III. Tyto hodnoty jsou doporučeny normou ČSN 73 0540 [20]. V případě konstrukce nízkoenergetického domu musí být dodrženy hodnoty doporučené, nikoliv požadované.

účel místnosti	druh	plocha $A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$U_{kc}$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]	$H_{T,ie}$ [W/K]	Tepelné ztráty [W]
zádveří	hlavní dveře	2,070	1,6	3,312	198,990
	okno	1,350	1,25	1,687	
	stěna	7,175	0,21	1,507	
	strop	6,670	0,13	0,867	
kuchyně	zadní dveře	2,760	1,15	3,174	389,336
	okno 1	1,800	1,25	2,250	
	okno 2	1,350	1,25	1,687	
	strop	13,000	0,13	1,690	
	stěna	16,025	0,21	3,365	
obývací pokoj	okno 1	1,125	1,25	1,406	371,634
	okno 2	1,350	1,25	1,687	
	stěna	25,930	0,21	5,445	
	strop	23,650	0,13	3,075	
koupelna	okno	1,350	1,25	1,687	131,666
	stěna	4,750	0,21	0,998	
	strop	7,480	0,13	0,972	
ložnice	vnitřní stěna 2	11,570	0,62	7,173	107,601
	zadní dveře	2,760	1,15	3,174	198,232
	stěna	6,535	0,21	1,372	
	strop	12,680	0,13	1,648	
pokoj	vnitřní stěna 2	4,680	0,62	2,902	43,524
	okno	2,160	1,15	2,484	195,024
	stěna	11,490	0,21	2,413	
	strop	9,200	0,13	1,196	
				<b>celkem</b>	<b>1,636 kW</b>

Tab. 11. Výpočty tepelných ztrát do venkovního prostředí

### 3.5.1.2 Tepelné ztráty do přilehlé zeminy

Tepelné ztráty podlahami, základovými stěnami a přímým nebo nepřímým stykem s přilehlou zeminou závisí na více činitelích. Zahrnují plochu a obvod podlahové desky, hloubku podzemního podlaží pod úroveň zeminy a tepelné vlastnosti zeminy. [21]

Hodnota tepelné ztráty prostupem do zeminy v ustáleném stavu  $H_{T,ig}$  [W/K] z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g) se stanoví ze vztahu:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \left( \sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \right) \cdot G_w \quad (8)$$

kde  $f_{g1}$  je korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty. Používá se hodnota  $f_{g1} = 1,45$ ;

$f_{g2}$  teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou;

$A_k$  plocha stavebních částí, které se dotýkají zeminy ( $m^2$ );

$U_{equiv,k}$  ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební částí ( $W/m^2 \cdot K$ );

$G_w$  korekční činitel zohledňující vliv spodní vody. Tento vliv se musí uvažovat, je-li vzdálenost mezi předpokládanou vodní hladinou spodní vody a úrovní podlahy podzemního podlaží (podlahové desky) menší než 1 m. Jinak je  $G_w = 1$ .

Redukční teplotní činitel  $f_{g2}$  se stanoví ze vztahu:

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e}; \quad (9)$$

Průměrná teplota pro oblast, kde bude objekt stát je podle normy ČSN EN 12831 [21]  $\Theta_{m,e} = 3,5$  °C. Ekvivalentní součinitel prostupu tepla  $U_{equiv,k}$  byl pro navrhovaný objekt, který má podlahovou desku na zemině, určen jako  $U_{equiv,k} = 0,27$   $W/m^2 \cdot K$ . Vypočtené tepelné ztráty do přilehlé zeminy jsou uvedeny v tabulce (Tab. 12).

účel místnosti	$f_{g2}$	plocha $A_k$ [ $m^2$ ]	$H_{T,IUE}$ [W/K]	Tepelné ztráty [W]
zádveří	0,426	6,67	1,112	30,030
předsíň	0,516	5,22	1,054	33,720
obývací pokoj	0,516	23,65	4,774	152,773
kuchyně	0,516	13,00	2,624	83,977
koupelna	0,569	7,48	1,668	60,033
ložnice	0,516	12,68	2,560	81,910
pokoj	0,516	9,20	1,857	59,430
WC	0,569	1,17	0,261	9,390
			<b>celkem</b>	<b>0,511 kW</b>

Tab. 12. Výpočty tepelných ztrát do přilehlé zeminy



### 3.5.1.3 Tepelné ztráty do, nebo z vytápěných prostor při různých teplotách

Součinitel tepelné ztráty  $H_{T,ij}$  vyjadřuje tok tepla prostupem z vytápěného prostoru do sousedního prostoru vytápěného na výrazně odlišnou teplotu. Může to být sousední místnost uvnitř funkční části budovy (např. koupelna, lékařské ordinace a vyšetřovna, skladové místnosti), místnost patřící do sousední funkční části budovy (např. byt) nebo nevytápěná místnost v sousedící funkční části budovy. [21]

Součinitel tepelné ztráty  $H_{T,ij}$  se vypočítá ze vztahu:

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{i,j} \cdot A_k \cdot U_k \quad (10)$$

kde  $f_{ij}$  je redukční teplotní činitel. Činitel koriguje teplotní rozdíl mezi teplotou sousedního prostoru a venkovní výpočtové teploty. Spočítat jej můžeme následovně:

$$f_{i,j} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{vytápěného\ sousedního\ prostoru}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad (11)$$

$A_k$  plocha stavební části ( $m^2$ );

$U_k$  součinitel prostupu tepla stavební části ( $W/(m^2 \cdot K)$ ).

účel místnosti	druh	$A_k$ [ $m^2$ ]	$U_k$ [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]	$\theta_{sous. vyt. pros.}$ [ $^{\circ}C$ ]	$\theta_{int,i}$ [ $^{\circ}C$ ]	$H_{T,ij}$ [ $W/K$ ]	Tepelné ztráty [ $W$ ]
koupelna	stěna s ložnicí	7,8	0,76	20	24	0,659	23,712
	stěna s kuchyní	7,8	0,39	20	24	0,338	12,168
	stěna s chodbou	1,821	1,11	20	24	0,225	8,085
	dveře vnitřní	1,379	1,7	20	24	0,260	9,377
WC	stěna s chodbou	5,188	1,11	20	24	0,640	23,035
	dveře vnitřní	1,182	1,7	20	24	0,223	8,038
	stěna se spíží	3,25	1,11	15	24	0,902	32,468
	stěna s kuchyní	0,52	0,39	20	24	0,023	0,811
zádveří	stěna pokoj	2,925	0,76	15	20	0,347	11,115
	stěna chodba	4,144	1,11	15	20	0,719	22,999
	stěna obývací	7,8	0,39	15	20	0,475	15,210
	dveře vnitřní	1,576	1,7	15	20	0,419	13,396
<b>celkem</b>						<b>0,180 kW</b>	

Tab. 13. Výpočty tepelných ztrát do různě vytápěných místností

### 3.5.2 Návrhová tepelná ztráta větráním

Návrhová tepelná ztráta větráním  $\Phi_{V,i}$  [W] se stanoví ze vztahu:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (12)$$

kde  $H_{V,i}$  je součinitel návrhové tepelné ztráty větráním (W/K);

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

$\theta_e$  výpočtová venkovní teplota (°C).

Součinitel návrhové tepelné ztráty větráním  $H_{V,i}$  [W/K] vytápěného prostoru se stanoví ze vztahu:

$$H_{V,i} = V_i \cdot \rho_i \cdot c_p \quad (13)$$

kde  $V_i$  je výměna vzduchu ve vytápěném prostoru (m<sup>3</sup>/s);

$\rho_i$  hustota vzduchu při  $\theta_{int,i}$  (kg/m<sup>3</sup>);

$c_p$  měrná tepelná kapacita vzduchu při  $\theta_{int}$  (J/(kg.K)).

Při předpokladu konstantního  $\rho_i$  a  $c_p$  dojde ke zjednodušení a dostaneme rovnici:

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_i \cdot n_{min} \quad (14)$$

kde  $V_i$  je objem vytápěné místnosti vypočtený z vnitřních rozměrů (m<sup>3</sup>);

$n_{min}$  je minimální intenzita výměny venkovního vzduchu za hodinu (h<sup>-1</sup>).

Minimální intenzita výměny vzduchu za hodinu  $n_{min}$  je stanovena z normy pro obytné místnosti na hodnotu 0,5. Což znamená, že za jednu hodinu se musí vyměnit polovina vzduchu v místnosti.

Pro navrhovanou budovu vyšly tepelné ztráty větráním následovně:

účel místnosti	objem místnosti $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	vnitřní výpočtová teplota $\theta_{int,i}$ [°C]	tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]
zádveří	17,34	15	79,59
předsíň	13,57	20	73,82
obývací pokoj	61,49	20	334,51
kuchyně	33,80	20	183,87
koupelna	19,45	24	119,03
ložnice	32,97	20	179,36
pokoj	23,92	20	130,12
WC	3,04	24	18,60
<b>celkem</b>			<b>1,12 kW</b>

Tab. 14. Tepelná ztráta větráním

### 3.5.3 Výpočet tepelného zátopového výkonu

Zátopový tepelný výkon požadovaný pro vyrovnání účinků přerušovaného vytápění  $\Phi_{RH,i}$  [W] ve vytápěném prostoru se stanoví ze vztahu:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad (15)$$

kde  $A_i$  je podlahová plocha vytápěného prostoru (m<sup>2</sup>);

$f_{RH}$  korekční činitel závisící na zátopové době a předpokládaném poklesu vnitřní teploty v útlumové době (W/m<sup>2</sup>).

Hodnoty korekčního činitele vycházejí z vnitřních rozměrů podlahové plochy a mohou se užít pro místnosti s průměrnou výškou nižší než 3,5 m. Zátopový činitel byl určen podle parametrů budovy z tabulky obsažené v příloze P IV. Pro určení korekčního činitele je nutné nejprve určit účinnou hmotnost budovy. Ta je rozdělena do tří kategorií:

- vysoká hmotnost budovy (betonové podlahy a stropy kombinované s cihelnými nebo betonovými stěnami);
- střední hmotnost budovy (betonové podlahy a stropy, lehké stěny);
- nízká hmotnost budovy (zavěšené podhledy, zvýšené podlahy a lehké stěny).

Pro navrhovanou budovu byl určen zátopový činitel  $f_{RH} = 9 \text{ W/m}^2$ . Z tabulky byla vybrána vysoká hmotnost budovy s předpokládaným poklesem vnitřní teploty během teplotního útlumu 2 K a zátopovým časem 3 hodiny. Takto vybraný zátopový činitel je pro budovy s nočním teplotním útlumem nejvýše 8 hodin. Vypočtené hodnoty tepelného zátopového výkonu jsou obsaženy v tabulce níže (Tab. 15).

účel místnosti	plocha místnosti $A_i[\text{m}^2]$	zátopový činitel $f_{RH} [\text{W/m}^2]$	tepelný zátopový výkon $\Phi_{RH,i} [\text{W}]$
zádveří	6,67	9	60,03
předsíň	5,22	9	46,98
obývací pokoj	23,65	9	212,85
kuchyně	13,00	9	117,00
koupelna	7,48	9	67,32
ložnice	12,68	9	114,12
pokoj	9,20	9	82,80
WC	1,17	9	10,53
<b>celkem</b>			<b>0,71 kW</b>

Tab. 15. Tepelný zátopový výkon

### 3.5.4 Celková tepelná ztráta objektu

Z výše uvedených ztrát můžeme nakonec vypočítat celkovou tepelnou ztrátu objektu a na základě této celkové tepelné ztráty můžeme navrhnout výkon zdroje tepla pro vytápění objektu.

Tepelný výkon  $\Phi_{HL,i}$  [W] pro vytápěný prostor se stanoví ze vztahu:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \quad (16)$$

kde  $\Phi_{T,i}$  je tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru (W);

$\Phi_{V,i}$  tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru (W);

$\Phi_{RH,i}$  zátopový tepelný výkon požadovaný pro vyrovnání účinků přerušovaného vytápění vytápěného prostoru (W).

Celková tepelná ztráta objektu je uvedena níže (Tab. 16).

	Tepelné ztráty prostupem tepla $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelné ztráty větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	Zátopový tepelný výkon $\Phi_{RH,i}$ [W]	Tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ [W]
zádveří	291,74	79,59	60,03	<b>431,36</b>
předsíň	33,72	73,82	46,98	<b>154,52</b>
obývací pokoj	524,41	334,51	212,85	<b>1071,76</b>
kuchyně	473,31	183,87	117,00	<b>774,18</b>
koupelna	245,04	119,03	67,32	<b>431,40</b>
ložnice	387,74	179,36	114,12	<b>681,22</b>
pokoj	297,98	130,12	82,80	<b>510,90</b>
WC	73,74	18,60	10,53	<b>102,88</b>
<b>celkem:</b>	2327,68	1118,91	711,63	-
<b>celková tepelná ztráta budovy:</b>	<b>4,158 kW</b>			

Tab. 16. Celkové tepelné ztráty budovy

## 4 NÁVRH SYSTÉMU PRO OHŘEV TUV A VYTÁPĚNÍ

### 4.1 Návrh tepelného čerpadla

Jako zdroj tepla pro vytápění, tak i pro ohřev TUV jsem zvolil tepelné čerpadlo MACH MINI (vzduch – voda) od firmy TC MACH. Tepelné čerpadlo typu vzduch-voda bylo vybráno na základě nízkých investičních nákladů, jednoduché instalace a nízkého topného výkonu. Toto čerpadlo je převážně určeno pro nízkoenergetické domy s malou tepelnou ztrátou. Čerpadlo má topný výkon 4 – 5 kW a chladicí výkon 3 – 4 kW. Obsahuje také záložní elektrokotel o výkonu 7,5 kW a jeho součástí je i zásobník pro TUV. Vlastnosti tepelného čerpadla jsou uvedeny v příloze P V.

Jedná se tedy o čerpadlo, které umí řídit ohřev TUV, ohřev vody na vytápění a v letních měsících umožňuje chlazení objektu.

#### 4.1.1 Dimenzování zásobníku TUV

Návrh velikosti zásobníku na TUV byl proveden dle doporučení výrobce. Při dimenzování velikosti zásobníku je důležitý počet osob žijících v daném objektu. V mém případě se jedná o 3 osoby, které trvale žijí v domě. Průměrná spotřeba TUV na osobu činí 40-60 l/den. Z čehož můžeme spočítat množství vody potřebné na den. V mém případě se tedy jedná o 150 l/den. Při návrhu zásobníku se ale uvažuje množství vody na 1,5 dne. Proto volím zásobník o velikosti 220 l.

Jelikož je zásobník integrován přímo u tepelného čerpadla, je tedy nutné vycházet z velikostí zásobníků, které nabízí výrobce tepelného čerpadla. Nejbližší velikost, kterou výrobce nabízí je 250 l. Tato velikost zásobníku by měla být dostačující.

#### 4.1.2 Hydraulické schéma topného (chladícího) okruhu

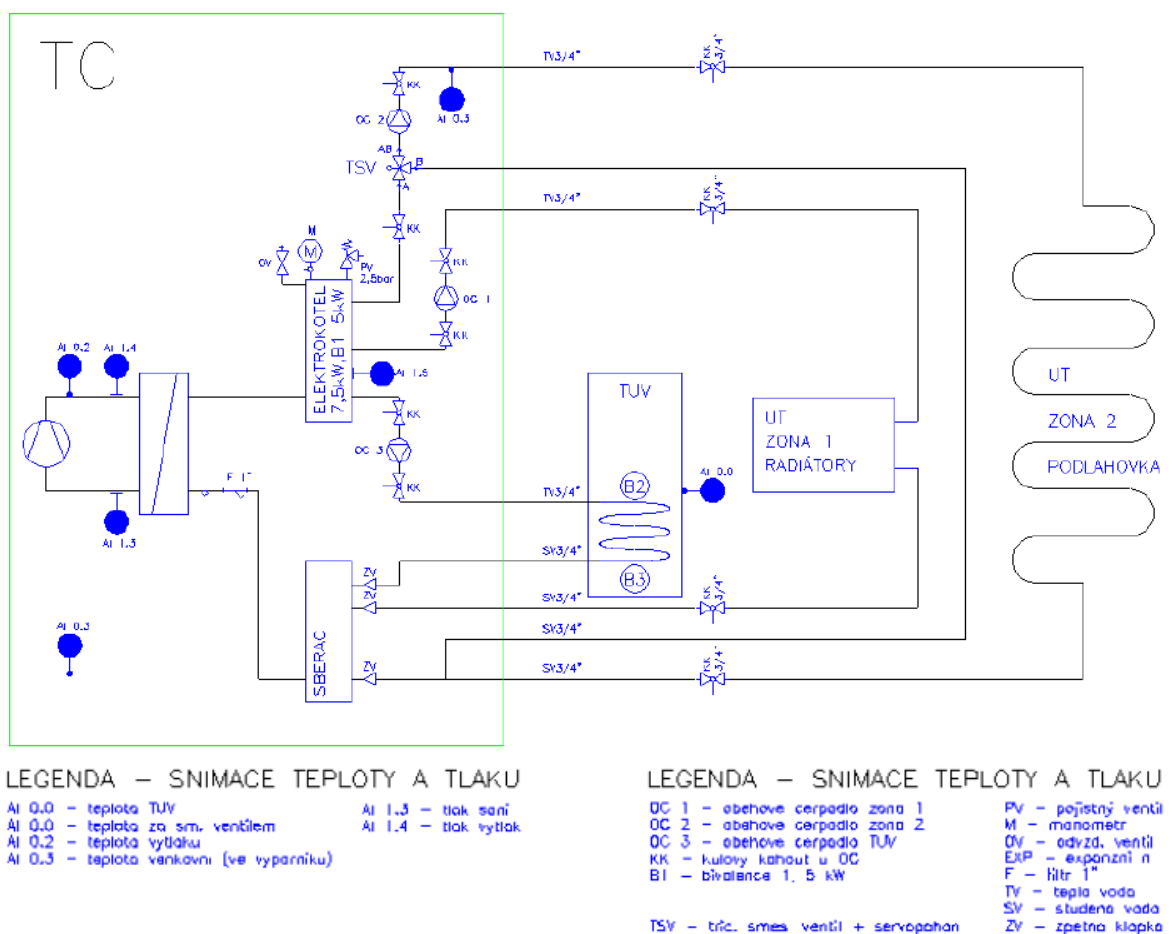
Jak již bylo zmíněno pro vytápění a ohřev teplé vody je použito tepelné čerpadlo. Použitý typ tepelného čerpadla v sobě integruje většinu potřebných prvků (oběhové čerpadlo, atd.).

K čerpadlu se pouze připojí vstupní a výstupní větve jednotlivých okruhů. Tepelné čerpadlo na základě domluvy s výrobcem bude vybaveno těmito okruhy:

- okruh pro podlahové vytápění
- okruh pro otopná tělesa

Pro vytápění musely být použity dva topné okruhy, jelikož v budově jsou poměrně velké prosklené plochy a pro zajištění ohřevu vzduchu v okolí těchto ploch musí být použita vyšší teplota, než je teplota topné vody v podlahovém vytápění. Vstupní teplota topné vody pro okruh s podlahovým vytápěním je 36 °C a pro okruh s otopnými tělesy 40 °C. Pro regulaci teploty v okruhu s podlahovým vytápěním je přímo v tepelném čerpadle integrován trojcestný směšovací ventil, který koriguje teplotu vstupní vody.

V letním období, kdy je tepelné čerpadlo přepnuto do režimu chlazení, je zajištěn ohřev teplé užitkové vody pomocí elektrokotle umístěného v čerpadle.



Obr. 25. Hydraulické schéma vytápěcího (chladičího) systému s ohřevem TUV

## 4.2 Systém vytápění (chlazení) objektu

Systém pro vytápění (chlazení) objektu je rozdělen do dvou větví. Na první větev je napojeno nízkoteplotní podlahové vytápění. Jelikož jsou v objektu poměrně velké prosklené plochy, bylo nutné zajistit ohřev studeného vzduchu, který proudí kolem těchto ploch. Způsoby jak toho dosáhnout jsou dva:

- zvýšit teplotu podlahy u prosklených ploch (větší hustota potrubí v podlaze)
- použít podlahové konvektory

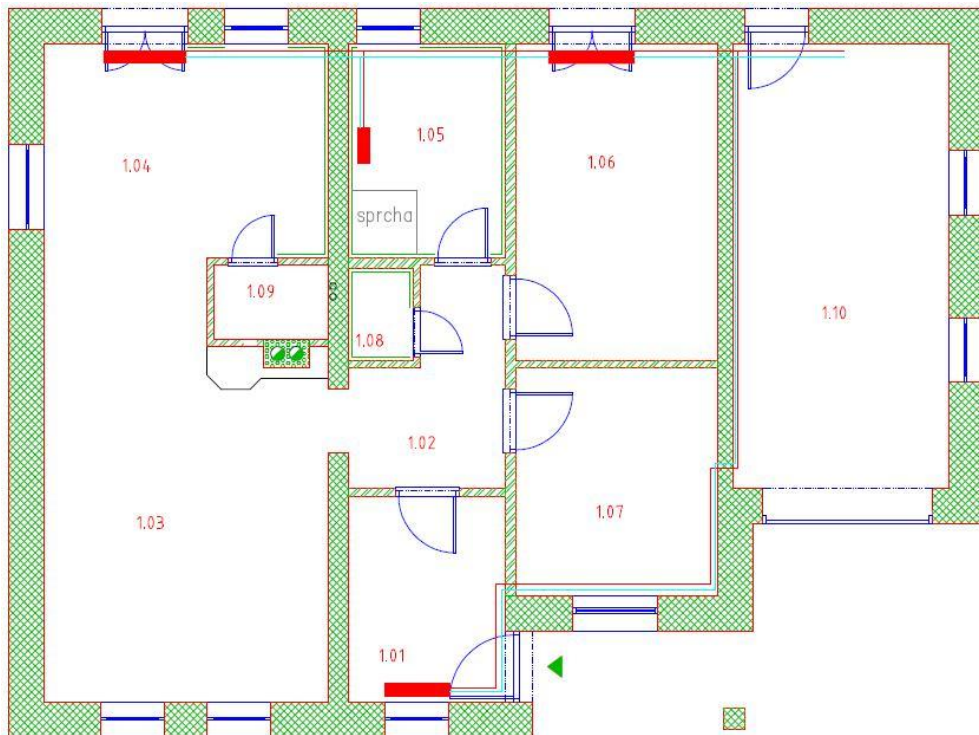
Já jsem zvolil použití podlahových konvektorů, jelikož rychleji vyhřejí místnost (u podlahového topení to může trvat až několik hodin) a zajistí optimální teplotu vzduchu, který proudí v okolí prosklených ploch. Pro napojení konvektorů bylo nutné vytvořit druhou větev, na kterou byla napojena otopná tělesa v koupelně a v místnosti za dveřmi „zádveří“. V koupelně je umístěno otopné těleso ve formě „žebříku“, který slouží jednak jako pomocný zdroj vytápění, tak i pro sušení ručníků. Koupelna je převážně vytápěna podlahovým vytápěním, které zajišťuje určitý komfort. V místnosti „zádveří“ je pouze jedno otopné těleso, které je umístěno pod oknem, a slouží k vytopení místnosti. Zde nebylo použito podlahové vytápění, jelikož doba na vyhřátí místnosti by byla delší, než v případě použití otopného tělesa.

### 4.2.1 Okruh s otopnými tělesy

Otopná tělesa jsem zvolil v koupelně (žebřík), v prostoru u vchodových dveří a dva podlahové konvektory v ložnici a kuchyni. Výkony jednotlivých těles jsou voleny tak, aby pokryly ztrátový tepelný výkon společně v kombinaci s podlahovým vytápěním.

Otopná tělesa, která jsem vybral, jsou od firmy Korado a podlahové konvektory od společnosti Boki. Podlahové konvektory obsahují ventilátor pro nucený oběh vzduchu. Tyto ventilátory zajišťují lepší výkon konvektorů a rychlejší odvod ohřátého vzduchu do místnosti. Rozmístění jednotlivých otopných těles a konvektorů je zobrazeno na následujícím obrázku (Obr. 26).





Obr. 26. Rozmístění otopných těles a konvektorů

#### 4.2.1.1 Dimenzování otopných těles

Nejprve je nutné vybrat otopné těleso o požadovaném výkonu z nabídky výrobce. Výkony těles udávané výrobcem jsou vypočteny pro patřičný teplotní spád. Jelikož navrhovaný dům je nízkoenergetický, tak bylo nutné projektovat systém jako nízkoteplotní, a proto byl zvolen teplotní spád 40/35 pro okruh s otopnými tělesy. Jelikož je zvolen teplotní spád, u kterého výrobce neudává výkon tělesa, je nutné přepočítat výkon tělesa pro nově navržený teplotní spád. Pro přepočet budeme vycházet z hodnot udávaných výrobcem, které jsou uvedeny v tabulce (Tab. 17).

Typ tělesa	teplotní spád udávaný výrobcem $t_{w1}/t_{w2}$ [°C]	teplotní exponent $n$ [-]	vnitřní teplota místnosti $t_i$ [°C]
Radik 22 VK	55/45	1,33	15
Koralux linear KL 780/750/715 (žebřík)	55/45	1,262	24

Tab. 17. Parametry otopných těles udávané výrobcem

Příklad přepočtu teplotního spádu na projektovaný spád 40/35:

Výpočet teplotního podílového součinitele  $c$ :

$$c = \frac{t_{w2} - t_i}{t_{w1} - t_i} = \frac{35 - 15}{40 - 15} = 0,8 > 0,7 \rightarrow \text{nutno použít aritmeticky určený rozdíl teplot}$$

Výpočet opravného součinitele na teplotní rozdíl  $f_{\Delta t}$ :

$$f_{\Delta t} = \left( \frac{\Delta t}{\Delta t_N} \right)^n = \left( \frac{\frac{t_{w1} + t_{w2}}{2} - t_i}{\frac{t_{w1N} + t_{w2N}}{2} - t_{iN}} \right)^n = \left( \frac{\frac{40 + 35}{2} - 15}{\frac{55 + 45}{2} - 15} \right)^{1,33} = 0,556$$

Výpočet tepelného výkonu otopného tělesa za jmenovitých podmínek:

$$Q_N = \frac{Q_{sk}}{f_{\Delta t}} = \frac{432}{0,556} = 776 \text{ W} \quad \text{minimální výkon otopného tělesa}$$

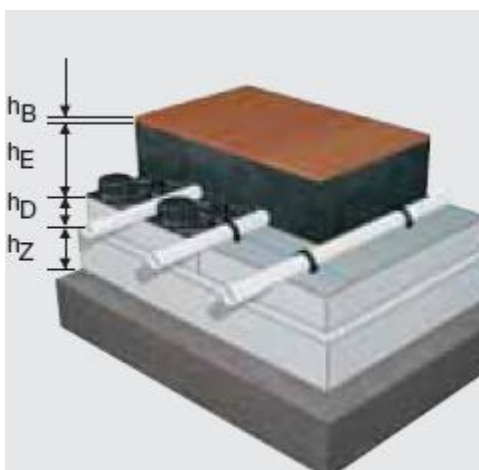
Po provedení přepočtu teplotního spádu dostaneme minimální výkony otopných těles. Na základě minimálních výkonů zvolíme z katalogu výrobce otopná tělesa při teplotním spádu 55/45, aby byly pokryty ztráty  $Q_{sk}$  pro námi zvolený teplotní spád. Vypočtené výkony otopných těles jsou uvedeny v následující tabulce (Tab. 18).

druh místnosti	požadované hodnoty		minimální výkon otopného tělesa $Q_N$ [W]	parametry vybraného otopného tělesa		
	návrhový teplotní spád $t_{w1N}/t_{w2N}$ [°C]	tepelná ztráta $Q_{sk}$ [W]		Typ tělesa d/v/h	výkon vybraného otopného tělesa při spádu 55/45 [W]	Výkon otopného tělesa pro spád 40/35 [W]
zádveří	40/35	432	776	Radik 22 VK 900/500/100	812	452
koupelna		100	228	Koralux linear KL 780/750/715 (žebřík)	253	111
kuchyně		200	-	konvektor FMT s ventilátorem	-	217
ložnice		200	-	1250/290/90	-	217

Tab. 18. Vypočtené výkony otopných těles

#### 4.2.2 Okruh s podlahovým vytápěním (chlazením)

Pro zajištění komfortního způsobu vytápění jsem zvolil podlahové vytápění od společnosti Oventrop. Jedná se o systém s nopových desek „Cofloor“ pro vytápění a chlazení. Pro rozvod tepla (chlada) bylo vybráno plastové potrubí „Copex“ 16x2 ze síťovaného polyetylenu (PE-X) s vrstvou odolnou proti difuzi. Maximální tlakové a teplotní zatížení potrubí je 6 barů při 90°C a 10 barů při 60°C. Pro rozvod topné vody jsem vybral rozdělovač „Multidis SF“ z ušlechtilé oceli. Nastavení průtokové a regulační vložky na rozdělovači se provede pomocí níže vypočtených hodnot pro jednotlivé okruhy. Skladba jednotlivých vrstev podlahy s podlahovým vytápěním (chlazením) je zobrazena na obrázku (Obr. 27).



Obr. 27. Skladba vrstev podlahy

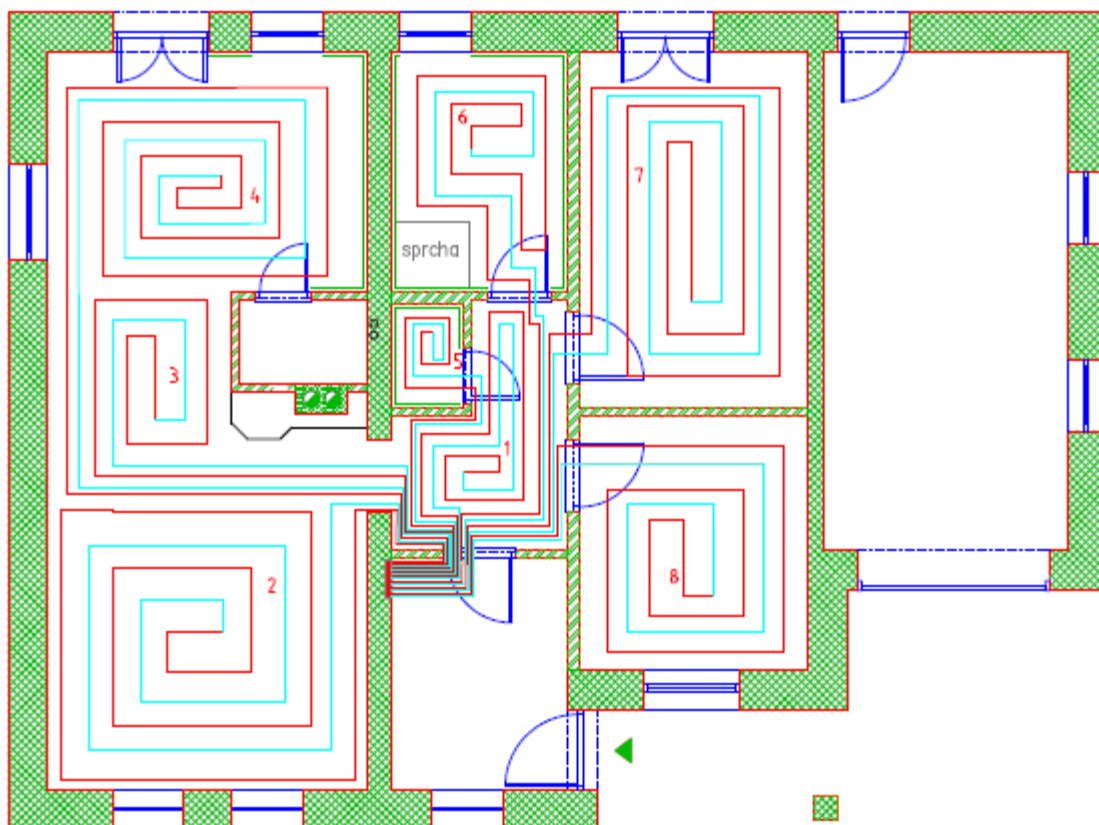
kde:

$h_B$  - podlahová krytina

$h_E$  - cementová „mazanina“

$h_D$  - izolace

$h_Z$  - přídatné těsnění (není podmínkou)



Obr. 28. Umístění podlahového vytápění

#### 4.2.2.1 Dimenzování podlahového vytápění

Celkový návrh podlahového vytápění byl počítán podle doporučení výrobce podlahového systému, tedy firmy Oventrop. Podlahové vytápění bylo projektováno na teplotní spád 36/16 °C. Veškeré vypočtené hodnoty pro celý systém podlahového vytápění jsou uvedeny v tabulce níže (Tab. 19).

	předsíň	obývací pokoj		kuchyně	koupelna	WC	ložnice	pokoj
číslo okruhu	1	3	2	4	6	5	7	8
otopná plocha $A_i [m^2]$	5,22	5	18	12	6,3	1,17	12	9,12
tepelný výkon $Q_H [W]$	155	1072		558	321	103	465	511
hustota tepelného toku $q_{des} [W/m^2]$	29,69	48,00	46,20	46,50	50,95	88,03	38,75	<b>56,03</b>
střední teplota povrchu $\Theta_{F,M} [^\circ C]$	23,0	24,6	24,5	24,5	28,9	32,0	23,8	25,3
tepelný odpor podlahové krytiny $R_\lambda [(m^2k)/W]$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1

projektovaný tepelný rozdíl na vstupu $\Delta\Theta_{v,des}$ [°C]	16							
projektovaná vstupní teplota $\Theta_v$ [°C]	36							
rozeč pokládání trubek VA [mm]	200	150	150	150	150	100	200	100
teplotní rozdíl teplotnosné látky $\Delta\Theta_H$ [K]	10	14	13,5	14	9	13,5	13	14
ochlazení v otopném okruhu $\sigma$ [K]	12	4	5	4	14	5	6	4
Dílčí tepelný odpor směrem nahoru $R_o$ [(m <sup>2</sup> K)/W]	0,23	0,23	0,23	0,23	0,13	0,13	0,23	0,23
Dílčí tepelný odpor směrem dolů $R_u$ [(m <sup>2</sup> K)/W]	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84
hustota tepelného toku směrem dolů $q_u$ [W/m <sup>2</sup> ]	6,63	8,11	7,97	7,99	7,97	9,66	7,36	8,76
celkový tepelný výkon v otopném okruhu $Q_F$ [W]	189,6	280,5	975,0	653,9	371,2	114,3	553,4	590,9
projektový hmotnostní průtok teplotnosné látky $m_H$ [kg/h]	13,59	60,31	167,67	140,56	22,80	19,66	79,30	127,02
nastavení rozdělovače $VE_T$ [l/min]	0,2	1,0	2,8	2,3	0,4	0,3	1,3	2,1
délka potrubí v otopném okruhu $L_H$ [m]	26,1	33,3	120,0	80,0	42,0	11,7	60,0	91,2
délka přípojek $L_A$ [m]	3,0	7,0	5,0	16,0	12,0	8,0	12,0	8,0
celková délka potrubí v otopném okruhu $L_R$ [m]	29,1	40,3	125,0	96,0	54,0	19,7	72,0	99,2
tlaková ztráta v potrubí $\Delta p_R$ [mbar]	0,70	14,52	287,50	153,60	3,24	0,99	43,20	128,96
tlaková ztráta rozdělovače $\Delta p_V$ [mbar]	<0,3	0,95	<b>7</b>	5	<0,3	<0,3	1,7	4,1
celková tlaková ztráta $\Delta p_{ges}$ [mbar]	0,9	15,47	<b>294,50</b>	158,60	3,44	1,09	44,90	133,06
tlakový rozdíl, který je potřeba seškrtnit $\Delta p_D$ [mbar]	293,6	279,0	0	135,9	291,1	293,4	249,6	161,4
přednastavení regulačních vložek rozdělovače $VE_R$ [otáčky]	1	1	max	2,5	1	1	1,5	2,5

Tab. 19. Vypočtené hodnoty podlahového vytápění

Příklad návrhu podlahového vytápění v předsíni:

Nejprve je nutné určit plochu vytápěného prostoru. Od celkové plochy je nutno odečíst plochu, kterou zabírá například podlahový konvektor, vana a jiné. V předsíni žádné takové plochy nejsou, a tudíž můžeme počítat s celkovou plochou místnosti. Jako tepelný výkon  $Q_H$  se uvažuje tepelná ztráta místnosti snižená o výkon jiných zdrojů tepla v místnosti. Tepelný odpor podlahové krytiny se uvažuje pro koupelny  $R_\lambda = 0$  (m<sup>2</sup>k)/W a pro ostatní prostory  $R_\lambda = 0,1$  (m<sup>2</sup>k)/W. V případě, že již víme, jaká bude použita podlahová krytina (dlažba, koberec, parkety), můžeme použít tepelný odpor přímo dané podlahové krytiny.

Z takto získaných hodnot můžeme následně vypočítat projektovou hustotu tepelného toku:

$$q_{des} = \frac{Q_H}{A_F} = \frac{155}{5,22} = 29,69 \text{ W / m}^2$$

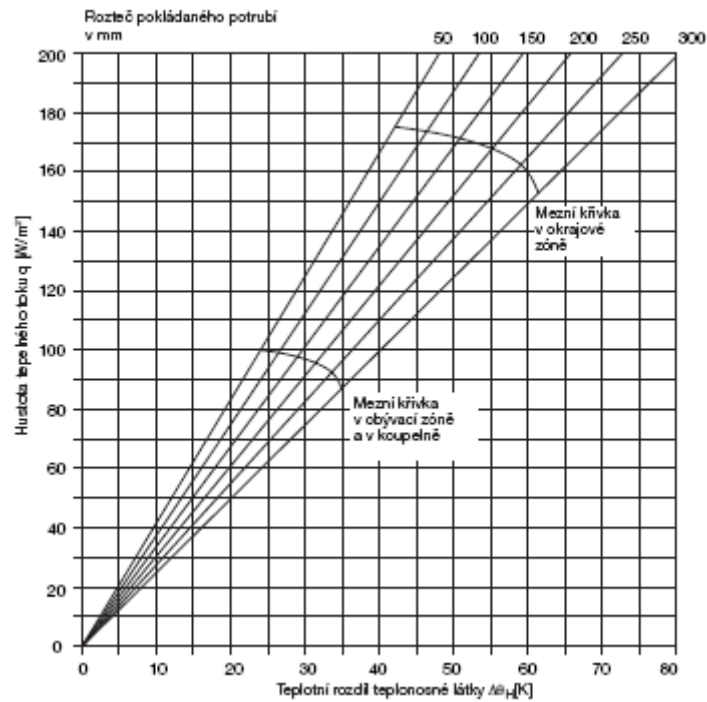
Následně musíme zkontrolovat střední teplotu povrchu  $\theta_{F,M}$ . V případě povrchové teploty nesmí být překročeny hygienické limity.

- koupelna      33°C
- obývací plocha      29°C
- okrajové plochy o šířce max. 1 m      35°C

$$\theta_{F,M} = \theta_{int} + \left( \frac{q_{des}}{8,92} \right)^{1/1,1} = 20 + \left( \frac{29,69}{8,92} \right)^{1/1,1} = 23^\circ\text{C}$$

Projektový tepelný rozdíl na vstupu určíme z diagramu (obrázek 29). Kde určujícími hodnotami je maximální projektová hustota tepelného toku (nepočítají se koupelny). V tomto případě se jedná o „pokoj“ kde  $q_{des,max} = 56,03 \text{ W/m}^2$ . Dále je nutné zvolit předpoklad ochlazení  $\sigma \leq 5\text{K}$ . Já jsem zvolil  $\sigma = 4\text{K}$ . Následně po dosazení do rovnice dostaneme projektový tepelný rozdíl na vstupu:

$$\Delta\theta_{V,des} = \Delta\theta_{H,des} + \sigma / 2 = 14 + 2 = 16^\circ\text{C}$$

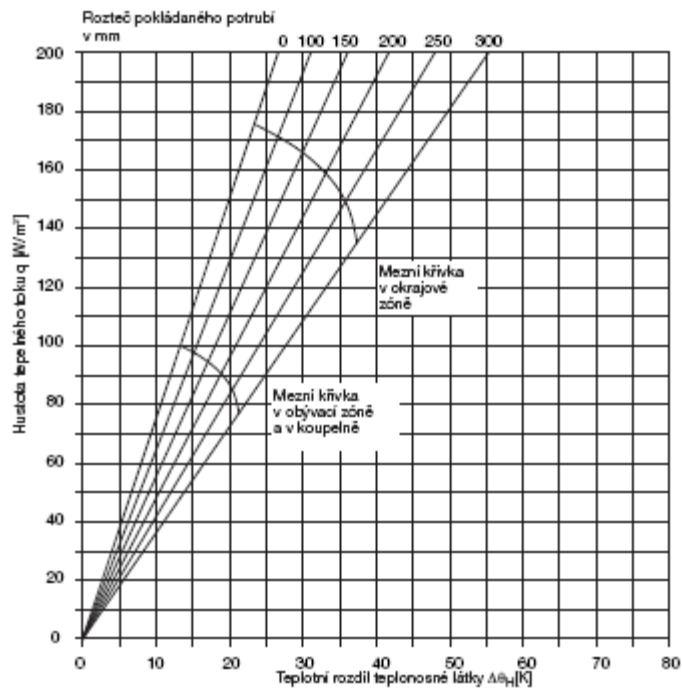


Obr. 29. Výkonová charakteristika pro  $R_{\lambda} = 0,1 (m^2k)/W$

Projektová výstupní teplota se určí následovně:

$$\theta_V = \Delta\theta_{V,des} + \theta_{int} = 16 + 20 = 36 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Rozteč podlahových trubek a teplotní rozdíl teplotnosné látky určíme pro jednotlivé místnosti pomocí diagramů s výkonovými charakteristikami pro  $R_{\lambda} = 0,1 (m^2k)/W$  (Obr. 29) a  $R_{\lambda} = 0 (m^2k)/W$  (Obr. 30).



Obr. 30. Výkonová charakteristika pro  $R_{\lambda} = 0 \text{ (m}^2\text{k)/W}$

Výpočet ochlazení  $\sigma$  v ostatních místnostech vypočítáme následovně:

$$\sigma = 2 \cdot (\Delta\theta_{V,des} - \Delta\theta_H) = 2 \cdot (16 - 10) = 12 \text{ K}$$

Dalším krokem je výpočet dílčího tepelného odporu směrem nahoru  $R_0$ . Tloušťka „mazaniny“ je 45 mm a tedy  $s_u = 0,045$  m. Měrný tepelný odpor cementové „mazaniny“ je  $\lambda_u = 1,2 \text{ W/(m.K)}$ .

Výpočet dílčího tepelného odporu směrem nahoru:

$$R_0 = 0,093 + R_{\lambda,B} + \frac{s_u}{\lambda_u} = 0,093 + 0,1 + \frac{0,045}{1,2} = 0,23 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$



Dílčí tepelný odpor směrem dolů  $R_u$  je pro  $U_K = 0,41 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  asi  $2,84 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ . Na základě těchto hodnot můžeme spočítat hustotu tepelného toku směrem dolů  $q_u$ .

$$q_u = \frac{q_{des} \cdot R_0 + (\theta_{int} - \theta_u)}{R_u} = \frac{29,69 \cdot 0,23 + (20 - 8)}{2,84} = 6,63 \text{ W} / \text{m}^2$$

Celkový tepelný výkon otopného okruhu  $Q_F$  poté vypočítáme takto:

$$Q_F = A_F \cdot (q_{des} + q_u) = 5,22 \cdot (29,69 + 6,63) = 189,6 \text{ W}$$

Následně se vypočítá hmotnostní průtok teplotnosné látky  $m_H$  v otopném okruhu.

$$m_H = \frac{Q_F}{\sigma \cdot 1,163} = \frac{189,6}{12 \cdot 1,163} = 13,59 \text{ kg} / \text{h}$$

Pro nastavení rozdělovače se spočítá průtok  $VE_T$ .

$$VE_T = \frac{m_H}{60} = \frac{13,59}{60} = 0,2 \text{ l} / \text{min}$$

Délku potrubí  $L_H$  pro každou otopnou plochu vypočítáme takto:

$$L_H = 1000 \cdot \left( \frac{A_F}{VA} \right) = 1000 \cdot \left( \frac{5,22}{200} \right) = 26,1 \text{ m}$$

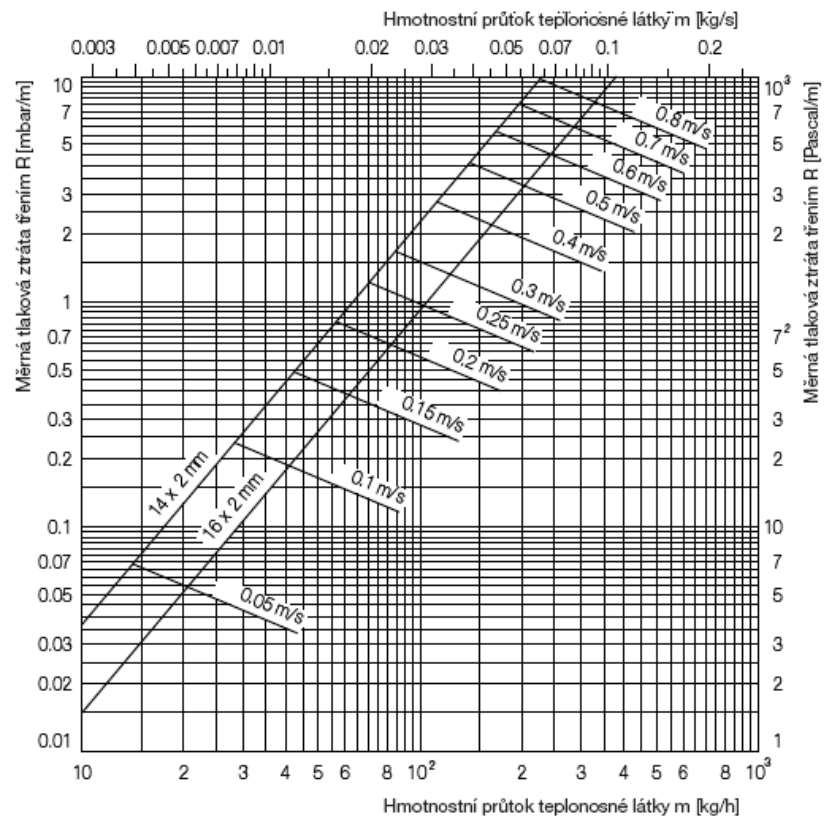
Pro každý otopný okruh se uvede délka přípojek  $L_A$  (přívodu a zpátečky).

$$L_A = 3 \text{ m}$$

Celková délka potrubí  $L_R$  pro každý okruh se spočítá následovně:

$$L_R = L_A + L_H = 3 + 26,1 = 29,1 \text{ m}$$

Poté se vypočítají tlakové ztráty v potrubí  $\Delta p_R$  a tlakové ztráty rozdělovače  $\Delta p_V$ . Pro výpočet tlakové ztráty v potrubí je nejprve nutno určit měrnou tlakovou ztrátu třením  $R$ . Ta se určí pomocí grafu (Obr. 31) na základě hmotnostního průtoku teplotnosné látky  $m_H$  a velikosti použitého potrubí „Copex“ (16 x 2 mm).



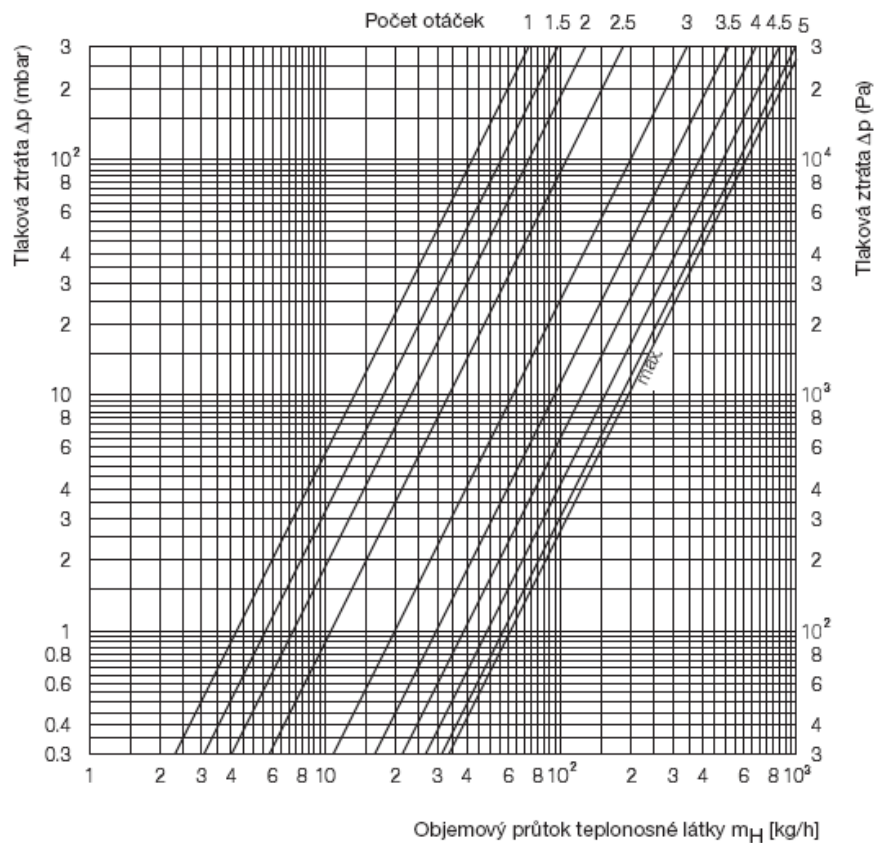
Obr. 31. Odporová charakteristika potrubí

Tlakovou ztrátu v potrubí  $\Delta p_R$  poté určíme pomocí vztahu:

$$\Delta p_R = R \cdot L_R = 0,024 \cdot 29,1 = 0,7 \text{ mbar}$$

Tlakovou ztrátu rozdělovače  $\Delta p_V$  odečteme z odporové charakteristiky rozdělovače (Obr. 32) na úsečce značené „max“ (plně otevřené ventily). Výchozí veličinou je hmotnostní průtok teplotnosné látky  $m_H$ .

$$\Delta p_V < 0,3 \text{ mbar}$$



Obr. 32. Odporová charakteristika rozdělovače

Celkovou ztrátu každého okruhu  $\Delta p_{ges}$  spočítáme jako součet ztrát v potrubí a v rozdělovači.

$$\Delta p_{ges} = \Delta p_R + \Delta p_V = 0,7 + 0,2 = 0,9 \text{ mbar}$$

U každého okruhu se určí tlakový rozdíl  $\Delta p_D$ , který je potřeba seškrtnit. Nejprve se vyhledá nejvyšší tlaková ztráta  $\Delta p_{max}$  ze všech okruhů. Tlakový rozdíl se poté vypočítá následovně:

$$\Delta p_D = \Delta p_{max} - \Delta p_{ges} = 294,5 - 0,9 = 293,6 \text{ mbar}$$

Přednastavení regulační vložky rozdělovače  $VE_R$  se určí z grafu (Obr. 32) na základě průsečíku  $m_H$  a  $\Delta p_D$ .

$$VE_R = 1 \text{ otáčka}$$

## 5 NÁVRH SYSTÉMU VZDUCHOTECHNIKY

Jelikož navrhovaný objekt má splňovat podmínky nízkoenergetického domu, je nutné tento objekt větrat pomocí nuceného větrání s možností rekuperace tepla. Pro samotný návrh větrací jednotky je nutné určit objem větraných (vytápěných) místností. Tento objem je 205 m<sup>3</sup>. Na základě hygienických požadavků je nutné počítat s výměnou vzduchu  $n = 0,5/h$ . Po vynásobení těchto dvou hodnot zjistíme, že je nutné vyměnit 102,5 m<sup>3</sup> vzduchu za hodinu.

Na základě této hodnoty jsem vybral větrací jednotku od firmy Stiebel-Eltron, a to větrací jednotku s rekuperací tepla LWZ 70. Tato jednotka umožňuje objemový průtok vzduchu 70-150 m<sup>3</sup>/h, což plně pokrývá potřeby domu. Účinnost rekuperace tepla je až 90%. Umožňuje plynulou regulaci otáček a možnost externího zvýšení otáček. Veškeré informace o větrací jednotce jsou obsaženy v příloze P VI.



Obr. 33. Ventilační jednotka s rekuperací LWZ 70

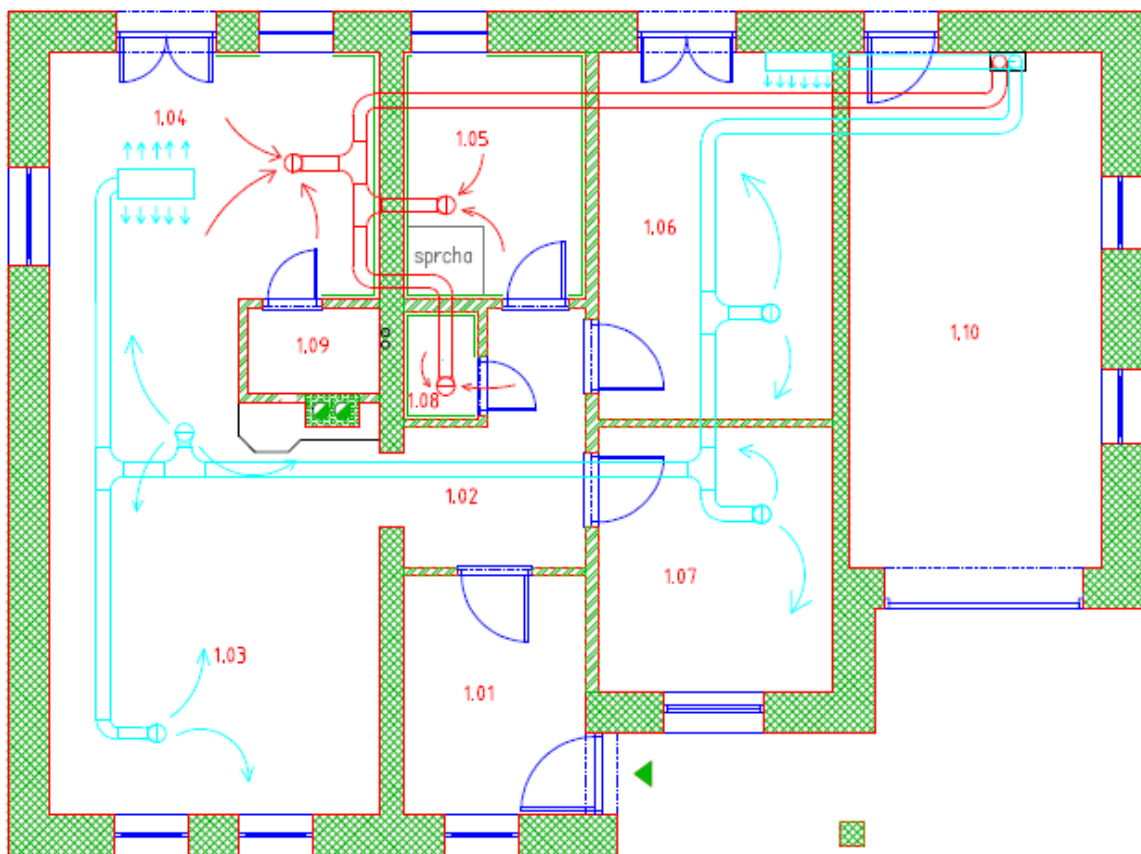
### 5.1 Návrh rozvodů vzduchu

Vzduchotechnický systém je projektován jako rovnotlaký, tudíž množství vzduchu, které se do objektu přivede, se také odvede ven. Systém není ekonomicky náročný, ale slouží pro efektivní výměnu vzduchu.

Pro větrací systém byla navržena výše uvedená ventilační jednotka, která nasává vzduch zvenku a dále prochází výměníkem tepla, kde se teplo odváděného vzduchu předá vzduchu

přiváděnému. Následně je vzduch rozveden pomocí potrubí ve stropním podhledu do ložnice, pokoje a obývacího pokoje. Vzduch je také nutno přivádět k chladícím trámům, jelikož se jedná o aktivní typ chladících trámů, které pro distribuci chladu využívají přírodní vzduch. Odpadní vzduch se odsává z koupelny, WC a kuchyně. Přivezený čerstvý vzduch se do jednotlivých místností šíří infilrací pod dveřmi (nejsou zde umístěny prahy). Rozmístění ventilů pro přívod a odvod vzduchu je zobrazen na následujícím obrázku (Obr. 34). Všechny ventily jsou umístěny ve stropním podhledu.

Nasátý odpadní vzduch se neodvádí přímo ven z budovy, ale odvádí se do nasávací části tepelného čerpadla. Tento odpadní vzduch má převážně v zimě vyšší teplotu, než čerstvý vzduch, a tedy dochází ke zvýšení účinnosti tepelného čerpadla a vyšší hospodárnosti provozu.



Obr. 34. Umístění větracích výustek pro přívod a odvod vzduchu

Pro distribuci vzduchu do místností, stejně tak i pro nasávání odpadního vzduchu byly vybrány talířové ventily. Na základě množství přiváděného a odváděného vzduchu byly navrženy velikosti těchto ventilů a jejich počet v jednotlivých místnostech. Pro rovnoměrné proudění vzduchu u ventilů pro přívod i odvod vzduchu je nutné, aby rovný úsek navazujícího potrubí byl minimálně 250 mm dlouhý. Nastavení průtoku vzduchu ventily a jejich počet je uveden v tabulkách (Tab. 20 a Tab. 21).

místnost	objem vzduchu, který je nutno vyměnit $V$ [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]	typ talířového ventilu	maximální objemový průtok vzduchu ventilem $V_{max}$ [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]	počet talířových ventilů [ks]
obývací pokoj	50	<b>TVPM 80</b>	60	2
pokoj	20	<b>TVPM 80</b>	60	1
ložnice	30	<b>TVPM 80</b>	60	1

Tab. 20. Počet ventilů pro přívod vzduchu a množství přiváděného vzduchu

místnost	objem vzduchu, který je nutno vyměnit $V$ [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]	typ talířového ventilu	maximální objemový průtok vzduchu ventilem $V_{max}$ [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]	počet talířových ventilů [ks]
koupelna	40	<b>TVOM 80</b>	60	1
WC	20	<b>TVOM 80</b>	60	1
kuchyně	40	<b>TVOM 80</b>	60	1

Tab. 21. Počet ventilů pro odvod vzduchu a množství odváděného vzduchu

## 6 NÁVRH CHLADICÍHO SYSTÉMU

Jelikož se jedná o nízkoenergetický dům s velmi dobrou akumulací energie, tak je nutné objekt v letním období chladit, aby nedocházelo k přehřívání. Nejprve je nutné spočítat tepelné zisky celého objektu. Na základě těchto tepelných zisků může být navrhnout výkon chladicího systému.

### 6.1 Výpočet tepelných zisků

Pro výpočet tepelných zisků byla použita aplikace „Výpočet tepelných zisků“. Pomocí této aplikace byly spočítány tepelné zisky jednotlivých místností v červenci, kdy je intenzita osálení oken velká a teplota vzduchu je také vysoká. Zisky byly počítány po hodinách, aby bylo znázorněno, jak se tepelné zisky mění v průběhu dne. Vypočtené hodnoty jsou uvedeny v příloze P VII. Nejvyšší hodnota tepelných zisků vychází 4470W ve 12 hodin.

Na základě tohoto nejvyššího zisku musí být navržen výkon chladicího systému. Tepelné čerpadlo má chladicí výkon až 4 kW. Jelikož chladicí výkon tepelného čerpadla nepokryje veškeré tepelné zisky, je nutné přidat do objektu ještě jiný systém pro pokrytí zbývajících tepelných zisků. Jako doplňující systém chlazení byly použity chladicí trámce.

V přechodném období, kdy se střídá režim chlazení a topení je použití tepelného čerpadla zároveň pro chlazení i topení nevhodné a hlavně neekonomické. Proto je dobré použít v přechodném období chladicí trámce pro chlazení a tepelné čerpadlo pro topení. Tento způsob je také ideální v případě, kdy je nutno v některých místnostech chladit a v jiných zase topit.

### 6.2 Návrh systému s chladicími trámcí

Chladicí trámce jsem jako doplňující systém pro chlazení objektu vybral proto, jelikož jejich provoz není energeticky náročný a z hlediska údržby je systém téměř bezúdržbový. Nejsou zde obsaženy žádné pohyblivé části a odpadají problémy s hlukem, průvanem a odvodem kondenzátu.

Pro dostatečné chlazení a pokrytí zbývajících tepelných zisků jsem vybral aktivní chladicí trámce od firmy Halton, které budou umístěny v kuchyni a ložnici. Toto umístění je zvoleno na základě toho, že se jedná o jižní stranu budovy a jsou zde poměrně velké prosklené plochy.

Důvodem je také to, že v přechodném období jsou tyto místnosti jako první vystaveny slunečnímu záření, a tím pádem tu bude nutné střídat proces chlazení a vytápění. Parametry chladících trámů jsou obsaženy v tabulce níže (Tab. 22).

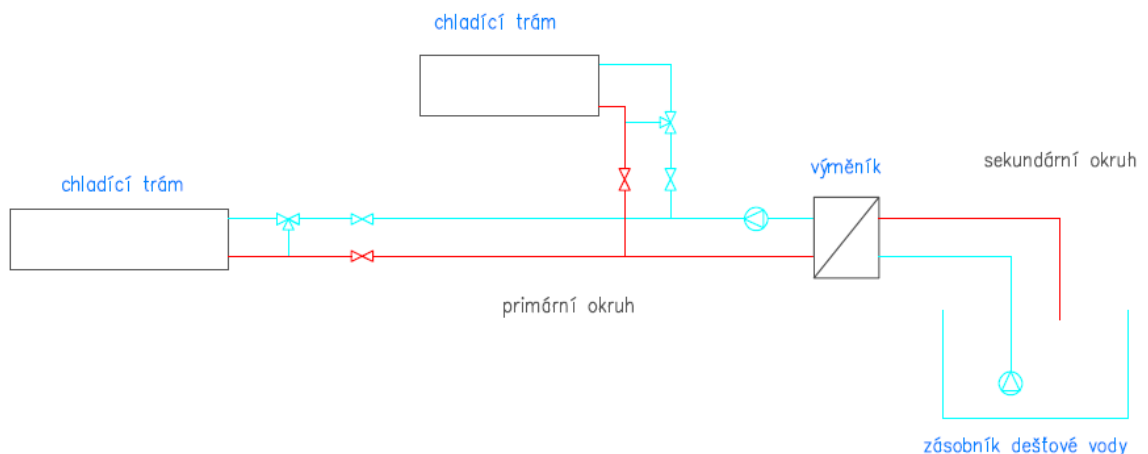
místnost	typ trámu	efektivní délka [mm]	výkon [W]
kuchyň	CBC Active Chilled Beam	1200	258
ložnice	CBH Active Chilled Beam	1400	252

Tab. 22. Parametry chladících trámů

Pro chladicí okruh s trávci byl zvolen teplotní spád 15 °C na 18°C. Teplota vody v chladicím okruhu musí být zvolena tak, aby nedocházelo ke kondenzaci. Teplota by tedy neměla poklesnout pod rozmezí 14 až 16 °C.

### 6.2.1 Hydraulické schéma systému s chladícími trávci

System s chladícími trávci využívá pro chlazení objektu vodu, která koluje v celém systému. Chlazení této oběhové kapaliny je zajištěno pomocí protiproudého výměníku, ve kterém se chladicí voda (primární okruh) chladí pomocí dešťové vody ze zásobníku (sekundární okruh).



Obr. 35. Hydraulické schéma systému s chladícími trávci



Primární okruh je tvořen uzavřeným okruhem, který obsahuje třicestné ventily pro regulaci teploty vody, která vstupuje do výměníků v trámciích. Je tedy zajištěna regulace teploty u každého trámce. Ohřátá voda na 18 °C se ve vratném potrubí vrací zpět do výměníku, kde se ochlazuje.

Sekundární strana okruhu pracuje s teplotním spádem 14 na 17 °C. Jedná se o otevřený okruh, kde na jedné straně je umístěno ponorné čerpadlo v zásobníku na dešťovou vodu a čerpá vodu do okruhu. Na druhé straně po průchodu vody výměníkem se voda ohřeje na 17 °C a vypouští se zpět do zásobníku.

V zásobníku na dešťovou vodu je zajištěno celoroční přirozené chlazení vody, díky tomu, že navržený zásobník je uložen zhruba 2,5 m hluboko v zemi. Teplota v této hloubce se pohybuje v letním období maximálně kolem 15 °C.

Při dlouhodobém provozu v letních měsících je zajištěno, že teplota v nádrži bude stále kolem 15 °C, jelikož navržený zásobník je poměrně velký, a v noci kdy je chladicí okruh vypnut, dochází ke chlazení vody v zásobníku samovolně. Takto ochlazenou vodu lze opět celý den používat.

### 6.2.2 Dimenzování výměníku

Pro dimenzování výměníku byl použit program od společnosti Danfoss. Pomocí tohoto programu lze na základě zadaných parametrů vybrat přesně požadovaný typ výměníku. Tento program také umožňuje simulaci chování teplot při změně průtoku, nebo při změně teplot vstupní vody.

	<b>primární okruh</b>	<b>sekundární okruh</b>
průtok [l/s]	0,08	
teplota na vstupu [°C]	18	14
teplota na výstupu [°C]	15	17
nosné médium	voda	

Tab. 23. Vstupní parametry pro návrh výměníku

Na základě vstupních parametrů byl vybrán výměník XB 36 – 1 10, který je z hlediska požadovaných parametrů ideální. Veškeré informace o vybraném výměníku jsou v příloze P VIII.

### 6.3 Návrh zásobníku na dešťovou vodu

Zásobník na vodu bude sloužit jako dlouhodobá zásobárna dešťové vody, která bude použita tam, kde nejsou kladeny maximální nároky na kvalitu vody. Dešťová voda bude tedy využita pro splachování na WC a pro zalévání zahrady. Zároveň bude sloužit jako zásobárna studené vody (převážně v letním období), kdy bude tato voda využita k chlazení okruhu s chladicími trávci.

Aby mohla být tato voda využita, musí být ještě před samotným uskladněním v zásobníku zbavena nečistot. Pro zbavení dešťové vody nečistot jsem použil dva filtry (Obr. 36). První filtr je umístěn v okapovém svodu. Tento filtr slouží jako odlučovač hrubých nečistot (listí, atd.). Druhý filtr (filtrační koš) je umístěn přímo v zásobníku, kde se dešťová voda zbavuje jemných nečistot. Takto vyčištěná voda je dále skladována v podzemním zásobníku.



Obr. 36. Filtrační koš a odlučovač nečistot do okapového svodu

Zásobník jsem zvolil od společnosti Rehau a návrh velikosti zásobníku byl proveden podle postupu doporučeného firmou Rehau.

### 6.3.1 Dimenzování velikosti zásobníku

Pro samotný návrh velikosti zásobníku musíme určit potřebné faktory. Tyto faktory jsou uvedeny v tabulce níže.

průměrný úhrn ročních srážek, $h_N$ [mm/rok]	614 (Přerov)
záchytná střešní plocha, $A_A$ [m <sup>2</sup> ]	149,75
hodnotový součinitel odtoku (s taškovou krytinou), $e$ [%]	80
hydraulický stupeň účinnosti filtrace, $\eta$	0,9
denní potřeba vody na osobu, $P_d$ [l/osoba/den]	24
počet osob, $n$	3
zavlažovaná plocha, $A_{BeW}$ [m <sup>2</sup> ]	500
roční potřeba vody na závlahu, $BS_a$ [l/m <sup>2</sup> ]	80

Tab. 24. Vstupní hodnoty pro dimenzování zásobníku

Bilance množství dešťových vod  $E_R$  se spočítá následujícím způsobem:

$$E_R = A_A \cdot h_N \cdot e \cdot \eta = 149,75 \cdot 614 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 66201,5 \text{ l / rok}$$

Následně se spočítá roční provozní potřeba vody  $BW_A$ .

$$BW_A = BW_O + BW_P = 26280 + 40000 = 66280 \text{ l / rok}$$

- Provozní potřeba vody na osobu (splachování)

$$BW_O = P_d \cdot n \cdot 365 \text{ dnu} = 24 \cdot 3 \cdot 365 = 26280 \text{ l / rok}$$

- Provozní potřeba vody na plochu

$$BW_P = A_{BeW} \cdot BS_a = 500 \cdot 80 = 40000 \text{ l / rok}$$

Provozní potřeba vody se porovná s roční bilancí dešťových vod, přičemž se použije ta menší z těchto dvou hodnot k výpočtu užitečného objemu. 6% ze zjištěné menší hodnoty se bere jako dostatečný užitečný objem.

Menší z obou hodnot je bilance množství dešťových vod 66 201,5 l/rok. Užitečný objem nádrže tedy vypočítáme jako  $66\,201,5 \times 0,06 = 3972,09 \text{ l}$ . Na základě této hodnoty volíme nejbližší vyšší velikost nádrže a to je nádrž na 4500 l vody.

### 6.3.2 Výběr vhodného čerpadla

Pro rozvod dešťové vody v domě (na WC) jsem vybral čerpací systém ESSENTIAL (Obr. 37). Systém se skládá z nádrže na zhruba 20 l vody, čerpadla, trojcestného ventilu a řídicí jednotky. K tomuto systému je připojena hadice ze zásobníku na dešťovou vodu, přívod pitné vody a potrubí pro rozvod vody v domě (WC). Čerpadlo nasává vodu z nádrže do malé nádržky, která je umístěna u čerpadla. Z této nádržky se voda dále rozvádí po domě. V případě, že zásobník na dešťovou vodu je prázdný, tak senzor vyšle signál řídicí jednotce a ta pomocí trojcestného ventilu přepne na používání pitné vody v systému.

Čerpadlo pracuje stejně jako klasické čerpadlo se systémem „start-stop“, s ovládáním průtoku a tlaku. Jelikož v případě, že poklesne tlak pod nastavenou hodnotu, dojde ke spuštění čerpadla. Jestliže je přívod zastaven, čerpadlo se také zastaví.



Obr. 37. Čerpací jednotka ESSENTIAL

Pro čerpání vody ze zásobníku k výměníku, který slouží pro chlazení chladicího okruhu, jsem vybral ponorné čerpadlo DIVERTRON. Toto čerpadlo bude spuštěno v nádrži na dešťovou vodu zhruba 20 cm nad dnem. Čerpadlo bude řízeno pomocí teplotního senzoru, který bude umístěn na primárním okruhu u výměníku. V případě vzrůstající teploty v primárním okruhu bude čerpadlo zapnuto a bude čerpat vodu do výměníku (sekundární okruh), kde se bude primární okruh chladit. Veškeré technické informace o čerpadlech a rozměry zásobníku jsou obsaženy v příloze P IX.

## 7 NÁVRH SILNOPROUDÉ ELEKTROINSTALACE

Návrh elektroinstalace v sobě zahrnuje zásuvkové, světelné a speciální zásuvkové okruhy. Mezi speciální zásuvkové okruhy patří samostatné okruhy pro napájení pračky, sporáku, myčky atd. Celkový návrh elektroinstalace v domě je proveden podle normy ČSN 332130 [23], která se právě návrhem vnitřních elektroinstalací zabývá.

Na hranici pozemku je umístěna přípojková skříň (domovní přípojka), která je uzamčena, ale musí k ní být umožněn volný přístup. Domovní přípojka připojuje domovní elektrický rozvod k veřejné (distribuční) síti. Celý objekt je následně připojen k elektrické síti pomocí elektrické přípojky, která je vedena přes pozemek v zemi do hlavní domovní skříně (HDS). Hlavní domovní skříň (HDS) se umísťuje s pojistkami na vnější straně objektu minimálně 0,6 m nad zemí. Pro přívod elektrické energie do HDS se používá čtyřžilový kabel (soustava TN-C). Za HDS následuje elektroměr a za ním je rozdělen vodič PEN na PE a N (soustava TN-S).

Od elektroměru vede vedení do domovního rozdělovače, který je umístěn uvnitř budovy. Většinou je umístěn jeden rozvaděč na patře. Domovní rozvaděč je z plastu a obsahuje jistící prvky před nadproudem (jistice). Pro zásuvkové okruhy se používá 16 A jistič a pro světelné okruhy 10 A. V domovní skříně musí být jednotlivé okruhy přesně popsány (okruh pro pračku, světla kuchyně, zásuvky kuchyně...). Celkem jsem navrhl v objektu dva domovní rozvaděče, a to v garáži a v zádveří (místnost 1.01). Pomocí těchto dvou rozvaděčů lze ovládat veškerou elektroinstalaci v domě.

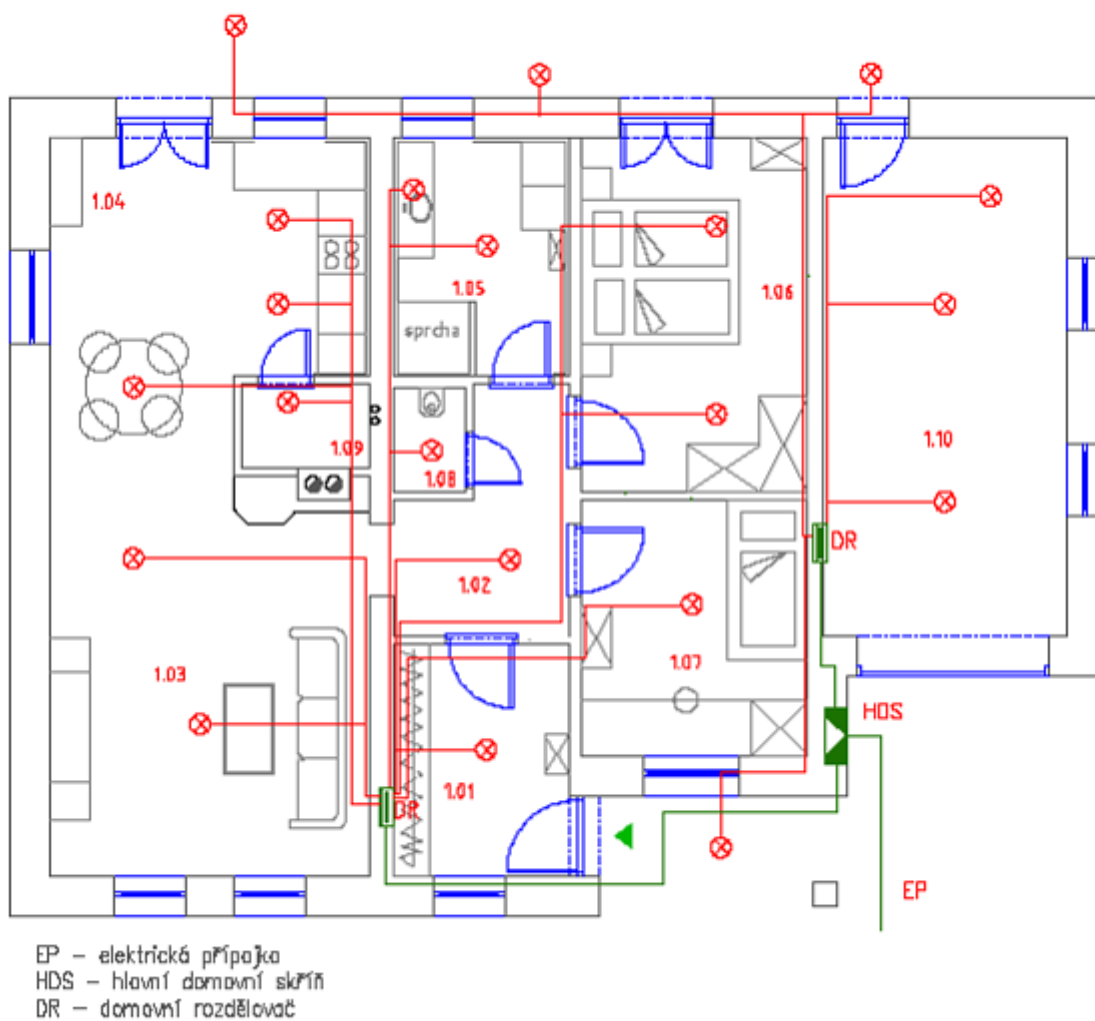
### 7.1 Světelné okruhy

Při návrhu světelných okruhů je nutné vycházet z toho, že na jeden světelný okruh se smí připojit tolik svítidel, aby součet jejich jmenovitých proudů nepřekročil jmenovitý proud jistícího přístroje obvodu. [23]

Celkem tedy bylo vytvořeno osm světelných okruhů, z čehož šest je umístěno v domovním rozvaděči v zádveří a dva v domovním rozvaděči v garáži (osvětlení garáže a venkovní osvětlení). Pro samotné řízení osvětlení je použit sběrníkovým systémem INELS. Pro jištění všech světelných okruhů byly použity 10 A jističe. Rozmístění svítidel je na následujícím obrázku (Obr. 38). Počet svítidel v jednotlivých místnostech je uveden v tabulce (Tab. 25).

číslo okruhu	místnost	počet světel
1	obývací pokoj	2
2	kuchyně	3
	spíž	1
3	koupelna	2
	WC	1
4	zádveří	1
	předsíň	1
5	pokoj	1
6	ložnice	2
7	garáž	3
8	exteriér	4

Tab. 25. Počet světel v místnostech



Obr. 38. Schéma návrhu osvětlení budovy

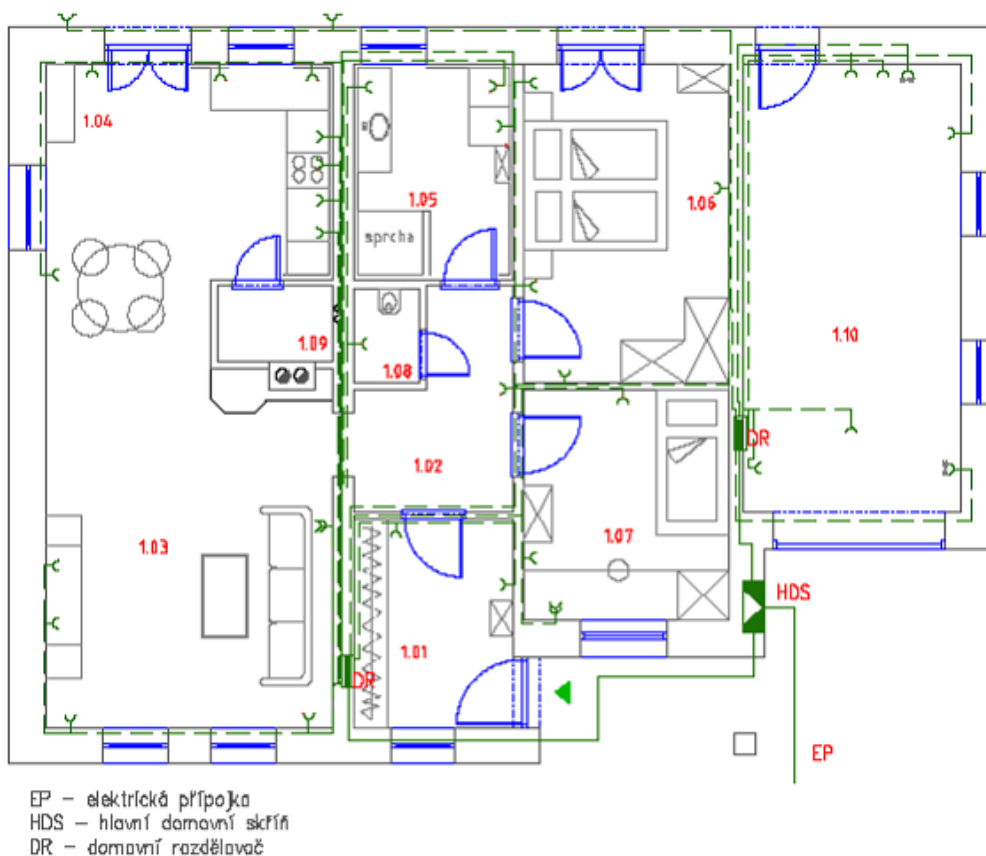
## 7.2 Zásuvkové a speciální okruhy

Zásuvkové obvody se zřizují pro připojení spotřebičů vidlicí do zásuvky. Na zásuvkové obvody lze podle potřeby pevně připojit spotřebiče pro krátkodobé použití do celkového příkonu 2000 VA. Pro pevně připojené jednofázové spotřebiče o příkonu 2000 VA a více se zřizují samostatně jištěné obvody. Zásuvky musí mít ochranný kolík připojený na ochranný vodič. Jednofázové zásuvky se připojují tak, aby ochranný kolík byl nahoře a nulový vodič byl připojen na pravou dutinku při pohledu zepředu. Na jeden zásuvkový obvod lze připojit nejvýše 10 zásuvkových vývodů (dvojzásuvka se považuje za jeden zásuvkový vývod), přičemž celkový instalovaný příkon nesmí překročit 3520 VA při jištění 16 A (2200 VA při jištění 10 A). Trojfázové spotřebiče mohou být připojeny na jeden obvod, pokud jejich celkový výkon nepřesáhne 15 kVA. [23] Dle normy ČSN 332130 [23] se zásuvky instalují 300 mm nad dokončenou podlahou. Pro vedení je použit měděný kabel o průměru 1,5 mm.

V navrhovaném objektu bylo celkem vytvořeno 19 zásuvkových a speciálních okruhů. Z čehož jich pět vede z domovního rozvaděče v garáži (zásuvkové a speciální okruhy pro garáž a exteriér) a zbylé okruhy vedou z domovního rozvaděče v zádveří (1.01). Téměř každá místnost má svůj okruh. Dále byly vytvořeny speciální okruhy v garáži, kde je navržen speciální třífázový okruh pro připojení tepelného čerpadla a jedna třífázová zásuvka. V zádveří (1.01) byl navržen speciální okruh pro inteligentní sběrnici. Seznam všech navržených okruhů, počet zásuvek a jejich jištění je obsažen v tabulce níže (Tab. 26). Na obrázku (Obr. 39) je znázorněno, kde budou umístěny jednotlivé zásuvky.

číslo okruhu	místnost	typ okruhu	počet zásuvek	jištění
1	obývací pokoj	zásuvkový	5	16 A
2	zádveří	zásuvkový	2	16 A
3		sběrníkový systém	1	16A
4	kuchyň	zásuvkový	4	16 A
5		speciální - myčka	1	16 A
6		speciální - sporák	1	16 A
7		speciální - lednička	1	16 A
8		speciální - mikrovlnná trouba	1	16 A
9	WC	zásuvkový	1	16 A
		zásuvkový	1	16 A
10	koupelna	speciální - pračka	1	16 A
11		speciální - sušička	1	16 A
12	ložnice	zásuvkový	4	16 A
13	pokoj	zásuvkový	3	16 A
	chodba	zásuvkový	1	16 A
14	garáž	zásuvkový	4	16 A
15		speciální – TČ 3f	1	16 A
16		zásuvkový 3f	1	16 A
17		speciální - větrání	1	16 A
18		exteriér	zásuvkový	2

Tab. 26. Počet zásuvek a typ okruhu

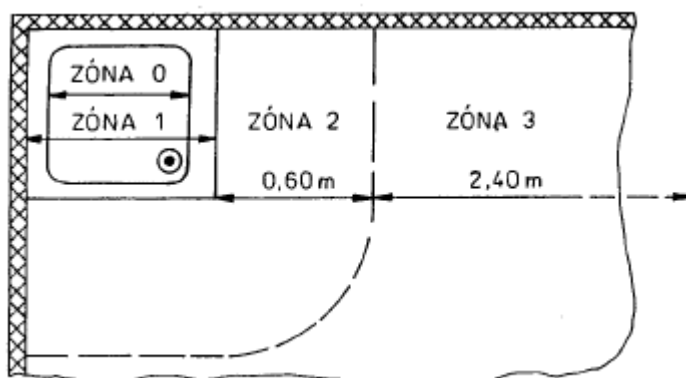


Obr. 39. Schéma návrhu zásuvek v budově



Při navrhování vedení v koupelně se musí postupovat podle speciálních pravidel (norma ČSN 332000-7-701 [24]). Tato norma dělí koupelnu na čtyři zóny, v nichž platí určitá bezpečnostní opatření pro vedení rozvodů a umístování elektrických přípojek.

Navrhovaný objekt je dle požadavků investora v koupelně osazen pouze sprchovým koutem. Popis jednotlivých zón je uveden níže (Obr. 40).



Obr. 40. Rozdělení zón v koupelně se sprchovou vanou

Zóna 0 zahrnuje vnitřek sprchových koutů. V této oblasti je nejvyšší stupeň ohrožení.

Zóna 1 je omezena svislými plochami okolo sprchového koutu. K zóně 1 patří také prostor pod sprchovým koutem.

Zóna 2 navazuje na straně na zónu 1 v šířce 0,6 m. U sprchových koutů omezuje zónu 1 svislá plášťová plocha okolo výtoku vody o poloměru 1,2 m. Pevné dělicí stěny o výšce 2,25 m také vymezují zónu 1.

Zóna 3 ohraničuje zónu 2 a obklopuje ji v šířce 2,4 m. Zahrnuje prostor pod vanou, je-li přístupný jen pomocí nástroje.

Výška zóny 1, 2 a zóny 3 je 2,5 m nad podlahou. [25]

Pro projektování elektrického vedení, spínačů a ovladačů v koupelně platí pro jednotlivé zóny tato pravidla:

V zóně 0 musí být elektrické rozvody omezeny na ty, které jsou nezbytné pro napájení pevných elektrických zařízení umístěných v této zóně. V této zóně se také nesmějí instalovat žádné spínače nebo příslušenství.

V zóně 1 musí být elektrické rozvody omezeny na ty, které jsou nezbytné pro napájení pevných elektrických zařízení umístěných v zónách 0 a 1. Nesmí se zde instalovat žádný spínač nebo příslušenství, s výjimkou spínačů obvodu SELV napájených jmenovitým napětím střídavým nepřevyšujícím 12 V, nebo stejnosměrným nepřevyšujícím 25 V, jehož bezpečnostní zdroj je instalován mimo zóny 0, 1 a 2.

V zóně 2 musí být elektrické rozvody omezeny na ty, které jsou nezbytné pro napájení pevných elektrických zařízení umístěných v zónách 0, 1 a 2 a v té části zóny 3, která je pod koupací nebo sprchovou vanou. Nesmí se zde instalovat žádné spínací zařízení, příslušenství zahrnující spínače nebo zásuvky s výjimkou:

- spínačů a zásuvek obvodů SELV s tím, že je zdroj bezpečného napětí instalován mimo zóny 0, 1 a 2
- jednotky napájecí holicí strojky

V zóně 3 musí být elektrické rozvody omezeny na ty, které jsou nezbytné k napájení pevných elektrických zařízení umístěných v zónách 0, 1, 2 a 3. V této zóně jsou zásuvky povoleny pouze tehdy, jsou-li chráněny buď:

- oddělovacím transformátorem
- pomocí SELV
- samočinným odpojením od zdroje, s použitím proudového chrániče se jmenovitým vybavovacím rozdílovým proudem  $I\Delta n$  nepřevyšujícím 30 mA.

Jakákoliv zásuvka instalovaná vně zóny 3, ale uvnitř místnosti musí být opatřena ochranou jako pro zónu 3. [24]

Na základě této normy, spadají umístěné zásuvky v koupelně do zóny 3 a tudíž jsem je vybavil všechny proudovým chráničem s  $I\Delta n = 30$  mA. Díky tomu je zajištěna ochrana před zasažením elektrickým proudem.

## 8 NÁVRH INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE POMOCÍ SYSTÉMU INELS

Pro zajištění komunikace mezi jednotlivými systémy jsem zvolil sběrníkový systém INELS od firmy ELKO EP. Systém inteligentní elektroinstalace INELS řídí provoz domu od ovládání osvětlení, rolet, regulace vytápění a jiných zařízení až po zabezpečení domu a ochranu majetku. Systém INELS je vhodný pro malé elektroinstalace, ale i pro ovládání rozsáhlých celků využívajících automatizaci. Systém je tedy možno využít jak pro rodinné domky, byty, administrativní prodejní prostory, tak pro rozsáhlé komplexy a průmyslovou sféru. Dokáže komunikovat přes Internet či mobilní telefon.

### 8.1 Popis a topologie systému INELS

INELS je sběrníkový systém využívající pro komunikaci mezi jednotlivými prvky dvou vodičovou instalační sběrnici CIB. Tato sběrnice podporuje libovolnou topologii. Vlastní komunikace je namodulována na stejnosměrném napájecím napětí. Komunikace probíhá podle stanovených pravidel (Master/Slave). Informace, která má být přenesena se pohybuje po instalační sběrnici od jednoho senzoru k jednomu nebo více aktorům. Sběrnice je napájena standardním zdrojem stejnosměrného napětí 27,2 V (se zálohováním) nebo 24 V (bez zálohování).

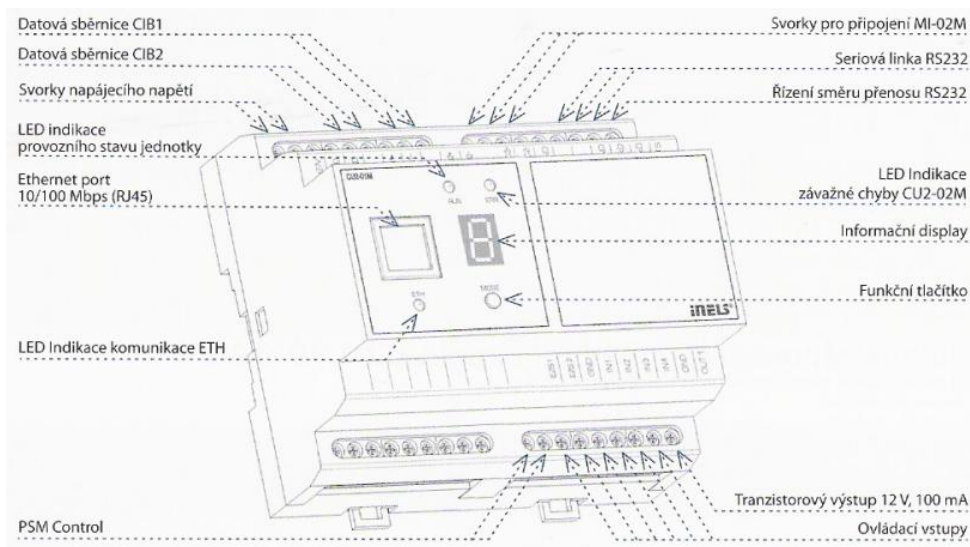
Mozkem celého systému je centrální řídicí jednotka CU2-01M (Obr. 41). Na tuto jednotku lze pomocí sběrnice CIB připojit aktory a senzory. Celkem je možno připojit na jednu CIB sběrnici 32 prvků, kde vzdálenost mastera od nejvzdálenější jednotky může být maximálně 550 m. Na centrální jednotku lze připojit dvě sběrnice CIB, tudíž 64 prvků. V případě, že chceme na sběrnici připojit více prvků, je možno připojit k centrální řídicí jednotce pomocí systémové sběrnice TCL2 maximálně dva externí master moduly MI2-02M. Tyto rozšiřující moduly umožňují rozšířit počet připojených prvků až na 192. Sběrnice TCL2 se propojuje metalickými kabelem (RS-485) a musí být na obou koncích zakončena. Topologie systémové sběrnice je liniová. Maximální délka sběrnice TCL2 je 300m.

Pro konfiguraci celého systému se používá program INELS Designer & Manager (IDM). Celá konfigurace se provádí přes Ethernet.

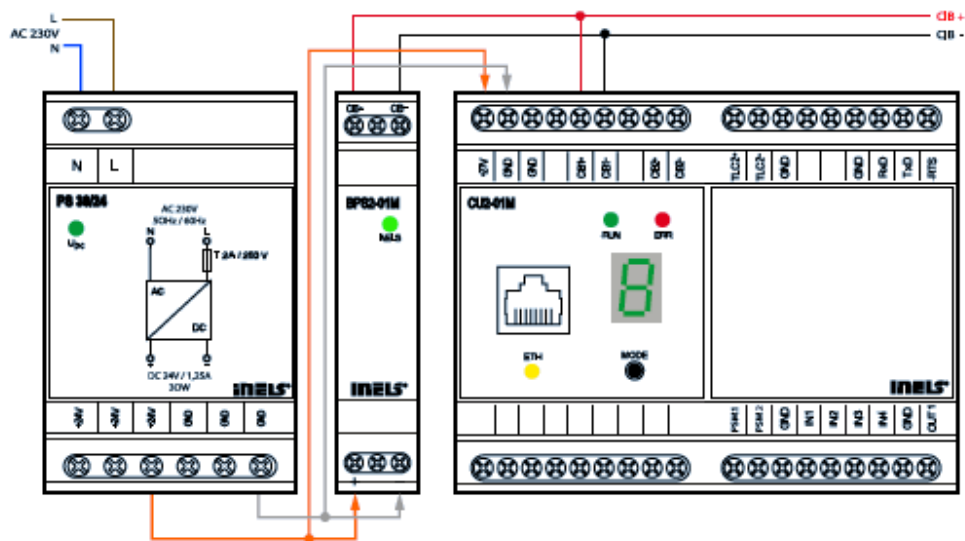
K centrální řídicí jednotce je také možno přímo připojit GSM bránu. Přímou na centrální jednotce je možno využít 4 vstupy pro připojení externích ovladačů (senzory, detektory, tlačítka). Obsahuje také vstupy PSM 1 a PSM 2, které umožňují monitorovat výpadek

a obnovu síťového napájení 230 V AC a také stav záložních akumulátorů. CU2-01M obsahuje také webserver, pomocí kterého je možné vzdálené ovládání uživatelských funkcí přes internetový prohlížeč.

Napájení centrální řídicí jednotky CU2-01M je připojeno přes oddělovač BPS2-02M, který slouží k impedančnímu oddělení dvou větví sběrnice CIB od zdroje napájecího napětí. Modul také umožňuje připojení a dobíjení záložních akumulátorů, které mohou zálohovat jak napájení CU2-01M, tak i všechny jednotky připojené na sběrnici CIB. Využití záložních akumulátorů je výhodné hlavně u systémů EZS a EPS, kde musí být zajištěna ochrana i při výpadku proudu.



Obr. 41. Popis centrální řídicí jednotky CU2-01M



Obr. 42. Příklad zapojení centrální řídicí jednotky ke zdroji přes oddělovač

## 8.2 Návrh osvětlení

Navržené aktory a senzory pro jednotlivé místnosti jsou popsány v tabulce (Tab. 27).

místnost	počet světel	pozice světla	senzor	aktor	druh
obývací pokoj	2	u sedačky	WSB2-40	DA2 -22M	stmívač
		u krbu			
kuchyně	3	kuchyňská linka	WSB2-40	SA2-02B	spínač
		kuchyňská linka (u spíže)	WSB2-20	LM2-11B	stmívač
		nad jídelním stolem			
spíž	1	-	PIR detektor pohybu JS-20	IM2-20B SA2-01B	spínač
koupelna	2	u umyvadla	WSB2-40	LM2-11B	stmívač
		uprostřed místnosti	WSB2-20	SA2-01B	spínač
WC	1	-	WSB2-20	SA2-01B	spínač
zádveří	1	-	WSB2-20	SA2-01B	spínač
předsíň	1	-	WSB2-20	LM2-11B	stmívač
pokoj	1	-	WSB2-20	SA2-01B	spínač
ložnice	2	nad postelí	WSB2-40	DA2 -22M	stmívač
		u skříní			
garáž	3	u TČ a VZT	WSB2-20	SA2-01B	spínač
		2 světla uprostřed	RFBW-40	2x RFSA-11B	spínač (bezdrát)
exteriér	4	vchodové dveře	PIR detektor pohybu JS-20	IM2-20B 2x SA2-01B	spínač
		dveře do garáže			spínač
		světlo u kuchyně	WSB2-40	LM2-11B	stmívač
		světlo u koupelny			

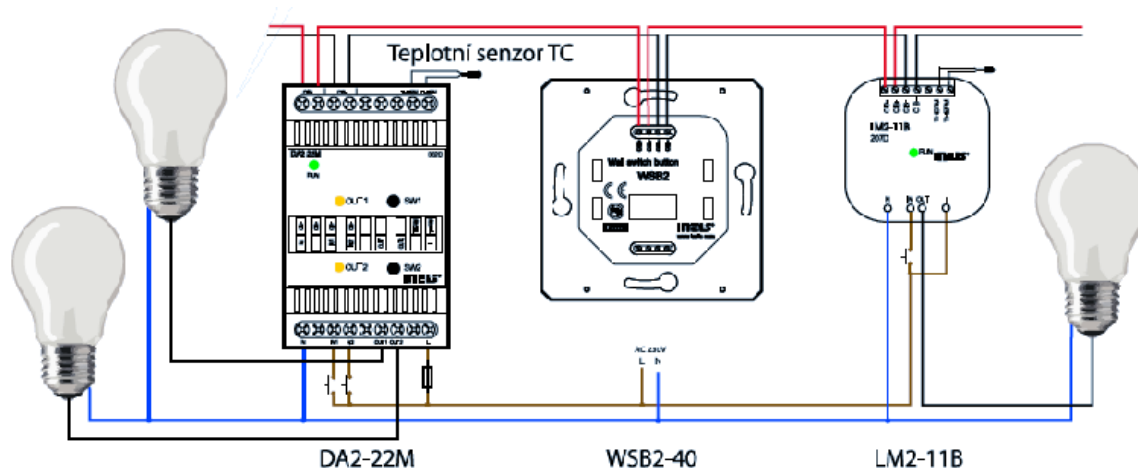
Tab. 27. Návrh aktorů a senzorů

Při návrhu osvětlení interiéru i exteriéru bylo v návrhu počítáno s použitím klasických žárovek. Hlavně u aktoru DA2-22M není dovoleno současně připojovat zátěže indukčního a kapacitního charakteru. Jako aktory byly použity stmívací jednotky, spínací jednotky a PIR detektory, které byly umístěny ve spíži, u vchodových dveří a zadních dveří do garáže. U těchto PIR detektorů se musí dbát na to, aby byly umístěny 2,5 m nad terénem (nesmí být překážka ve výhledu detektoru).

V garáži byly použity prvky, které jsou připojeny na sběrnici, ale i bezdrátové prvky, které ELKO EP nabízí (RF Control). Celkem byly navrženy dva bezdrátové aktory a jeden bezdrátový ovladač. Bezdrátové prvky jsem navrhl proto, aby byl zajištěn komfort při

příjezdu automobilu do garáže, kdy majitel pomocí dálkového ovladače otevře garáž a současně se mu rozsvítí světla v garáži.

Veškeré nastavení spínačů a stmívačů se provádí v programu IDM, kde u stmívačů lze nastavit například dobu svitu svítidla, úroveň svitu svítidla a jiné. Stmívací aktory také umožňují plynulé řízení světelných zdrojů. Příklad zapojení inteligentního osvětlení je zobrazen na následujícím obrázku (Obr. 43).

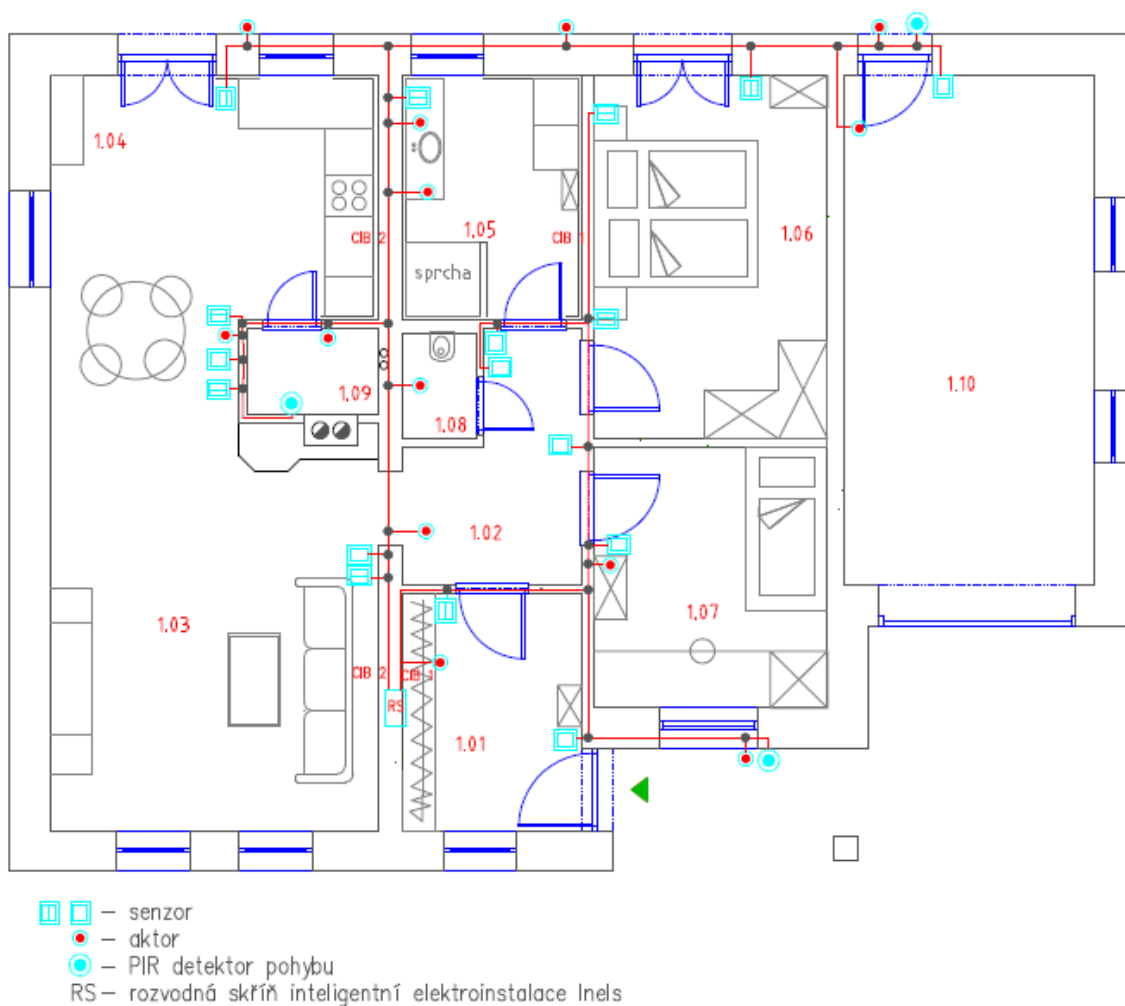


Obr. 43. Příklad zapojení inteligentního osvětlení s žárovkami

V případě narušení objektu může být využito světel, která jsou připojena na sběrnici k vytvoření tzv. „světelného alarmu“, kdy kromě houkání sirény dochází i k blikání, nebo svícení nadefinovaných světel v domě.

System inteligentního osvětlení může být také využit pro tzv. „simulaci přítomnosti“. V době nepřítomnosti obyvatel domu (dovolená, návštěva) jsou v nepravidelných intervalech večer rozsvěcována světla v různých místnostech a tak simulují přítomnost obyvatel domu.

Celkový návrh sběrnice s rozmístěním aktorů a senzorů pro ovládání osvětlení je zobrazen na obrázku (Obr. 44). Schéma zapojení použitých aktorů a senzorů pro osvětlení je obsaženo v příloze P X.



Obr. 44. Rozmístění aktorů, senzorů a PIR detektorů.

### 8.3 Návrh řízení vytápění

Pro řízení vytápění v celém objektu jsem zvolil termopohony ALPHA, které systém INELS nabízí. Těmito termopohony budou v domě osazena všechna tělesa, konvektory a ventily pro jednotlivé okruhy podlahového vytápění.

Montáž termopohonů je velmi jednoduchá a díky jejich malým rozměrům se vejdou téměř kamkoliv. Celkem bylo vybráno dvanáct termopohonů. Z toho osm pro montáž do rozdělovače podlahového vytápění, který je umístěn v zádveři, a čtyři pro montáž na otopná tělesa a konvektory. Vybrané termopohony, aktory a termoregulátory jsou zobrazeny v tabulce (Tab. 28).

okruh	počet termopohonů	typ termopohonu	počet aktorů	aktor
Podlahové vytápění	8	ALPHA AA 230 V	1	SA2-012M
Otopná tělesa a konvektory	4	ALPHA AA 24 V	4	HC2-01B/DC
<b>8x digitální pokojový termoregulátor IDRT2-1</b>				

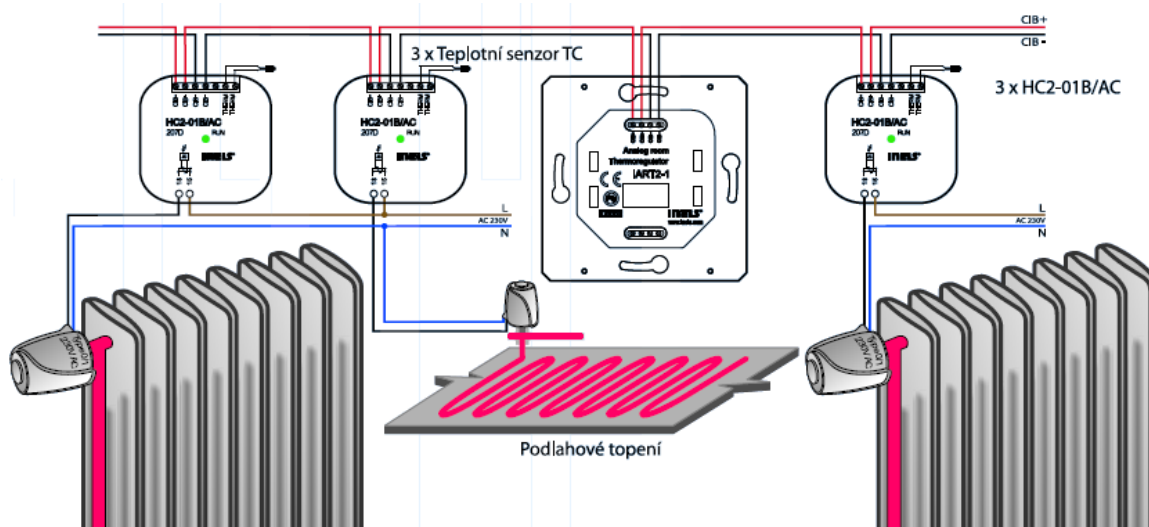
Tab. 28. Navržené termopohony, aktory a termoregulátory

Řízení průtoku topné vody v podlahovém vytápění zajišťuje dvoustavový termopohon ALPHA AA 230V NO, který je napájen externě 230 V a pracuje v režimu otevřeno bez napětí/zavřeno s napětím. Pro ovládání termohlavic v rozdělovači byl vybrán dvanácti kanálový spínací aktor SA2-012M.

Otopná tělesa a konvektory jsou řízeny termopohonem ALPHA AA 24 V. Tento termopohon je napájen ze sběrnice a je také dvoustavový. Termopohon je ovládán aktorem HC2-01B/DC.

Pro ovládání okruhů je použit digitální pokojový termoregulátor IDRT2-1, který bude namontován v každém pokoji. Díky tomu bude zajištěna regulace teploty v každé místnosti zvlášť. Termoregulátor umožňuje korekci teploty v rozmezí  $-3^{\circ}\text{C}/+3^{\circ}\text{C}$ , lze nastavit jednotlivé režimy vytápění atd. Popis a zapojení použitých prvků je obsaženo v příloze P XI.

Veškeré nastavení režimů vytápění a komunikace mezi jednotlivými prvky se provádí pomocí programu IDM. Příklad zapojení termopohonů k regulátoru je uveden na obrázku (Obr. 45).



Obr. 45. Příklad zapojení termopohonů k regulátoru



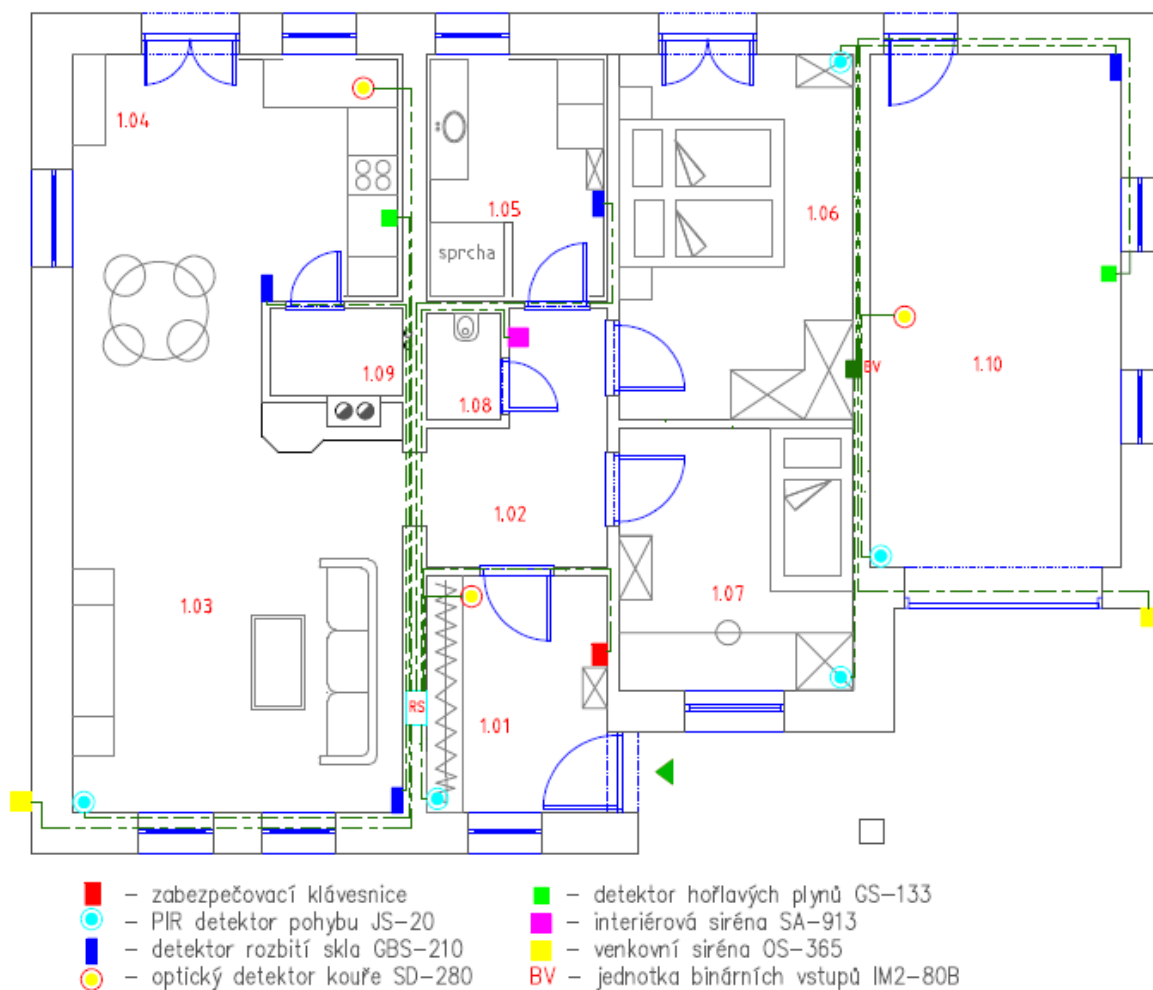
## 8.4 Návrh systému EZS a EPS

Elektrická zabezpečovací signalizace (EZS) slouží k ochraně a zabezpečení majetku před odcizením, či poškozením. Úkolem je tedy detekovat a hlásit narušení objektu.

Elektrická požární signalizace (EPS) slouží pro včasnou identifikaci vznikajícího požáru. Na rozdíl od systému EZS musí být systém EPS instalován v novostavbách. Podle zákona musí být vybaveny kouřovými detektory a hasicími přístroji. Celý objekt byl vybaven jak systémem EPS, tak i systémem EZS.

Z hlediska zabezpečení byl objekt vybaven PIR detektory pohybu, detektory rozbití skla a garážová vrata byla vybavena přejezdovým kovovým magnetickým detektorem. PIR detektor zpracovává signál metodou násobné analýzy signálu, čímž se dosáhne vysoké odolnosti vůči falešným poplachům. Úhel detekce je 120° a detekční vzdálenost 12 m. Detektor rozbití skla slouží ke střežení prosklených ploch a detekuje jejich destrukci. Při detekci jsou vyhodnocovány nepatrné změny tlaku vzduchu v místnosti a následné zvuky rozbitého skla. Detekční vzdálenost je až 9 m. Přejezdový magnetický detektor je určen pro zabezpečení otevíratelných částí objektu.

Pro detekci požáru byl navržen optický detektor kouře a detektor hořlavých plynů. Optický detektor slouží k detekci vzniklého požáru a jeho součástí je i akustická siréna. Detektor reaguje na viditelný kouř vznikající doutnáním a obsahuje také teplotní senzor, který při překročení teploty, nebo rychlému nárůstu teploty vyhlásí poplach. Tento detektor byl umístěn v kuchyni, v zádveří kde je elektroinstalace a v garáži. Detektor hořlavých plynů slouží k detekci úniku hořlavých plynů (propan, svítiplyn...). Tento detektor je umístěn v kuchyni a garáži. Umístění jednotlivých prvků je zobrazeno na obrázku (Obr. 46). Bližší informace o použitých prvcích a jejich zapojení jsou obsaženy v příloze P XII.



Obr. 46. Rozmístění prvků EZS a EPS

Jednotlivé detektory jsou napájeny napětím 12 V DC. K systému INELS jsou připojeny přes jednotku binárních vstupů IM2-80B (8 vstupů), která je umístěna v ložnici a jednotku IM2-140M (14 vstupů), která je umístěna v rozvaděči. Tyto jednotky také zajišťují napájení jednotlivých prvků.

Detektory EZS jsou zapojeny variantou dvojitého vyvážení, kdy se z každého detektoru přenáší dvě informace, a to aktivace (otevření dveří, pohyb) a narušení krytí (sabotáž). Pomocí dvou hodnot odporů se přenáší klidový stav a aktivace detektoru. Klidový stav je dán základní hodnotou odporu a aktivace je zdvojnásobením této hodnoty. Nelze tedy zkratovat okruh či otevřít kryt detektoru bez změny odporu.

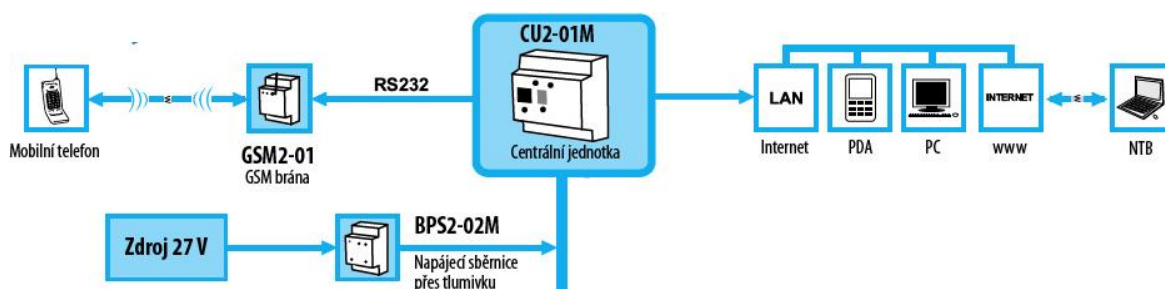
Samostatné vyvážení se realizuje přímo na svorkách detektoru. Vstupy, které lze použít jako vyvážené, u jednotky binárních vstupů IM2-80B jsou IN1 - IN5 a u IM2-140M to jsou IN1 - IN7. Na tyto vstupy jsou připojeny detektory EZS a na ostatní vstupy lze zapojit ostatní

detektory. Volba typu vstupu (jednoduše vyvážený, dvojitě vyvážený) se definuje pomocí programu IDM.

Součástí objektu jsou také dvě exteriérové sirény a jedna interiérová siréna. Zabezpečení v rámci systému je ovládáno pomocí zabezpečovací klávesnice KEY2-01.

## 8.5 Návrh SCADA systému, komunikační brány s protokolem TCP/IP a vzdálené ovládání přes GSM

Při celkovém návrhu systému musí být zajištěna komunikace mezi uživatelem a navrženým inteligentním systémem. Pro komunikaci je možno využít operátorský panel Touch, který je umístěn v obývacím pokoji. Vzdálená komunikace je zajištěna pomocí GSM brány a Internetu (libovolný webový prohlížeč). Vizualizaci zajišťuje SCADA systém.

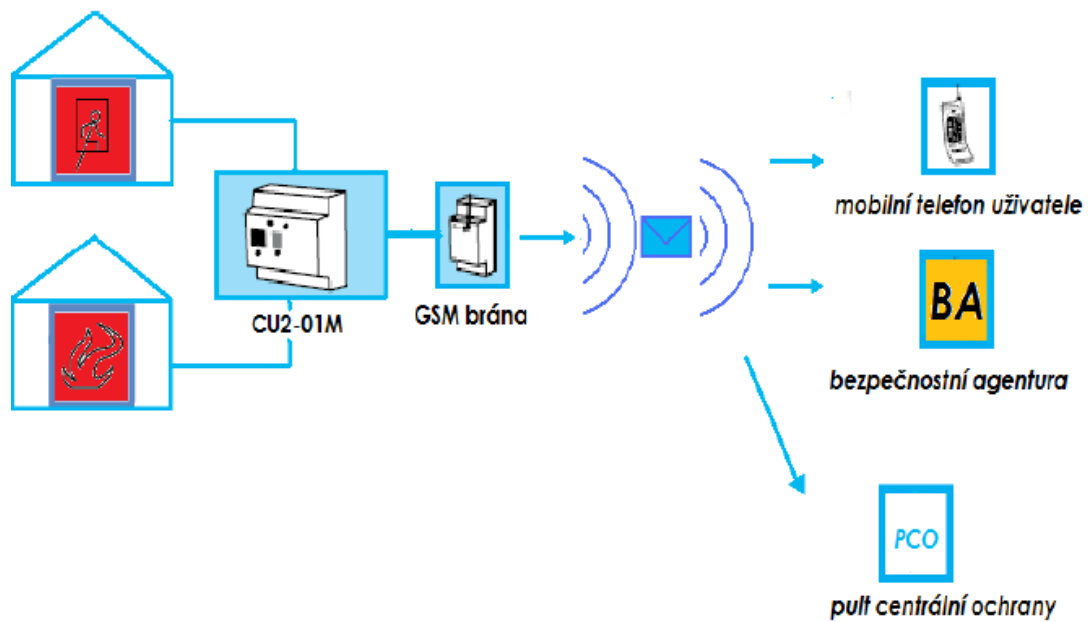


Obr. 47. Připojení komunikačních rozhraní k centrální jednotce CU2-01M

### 8.5.1 Komunikace pomocí GSM

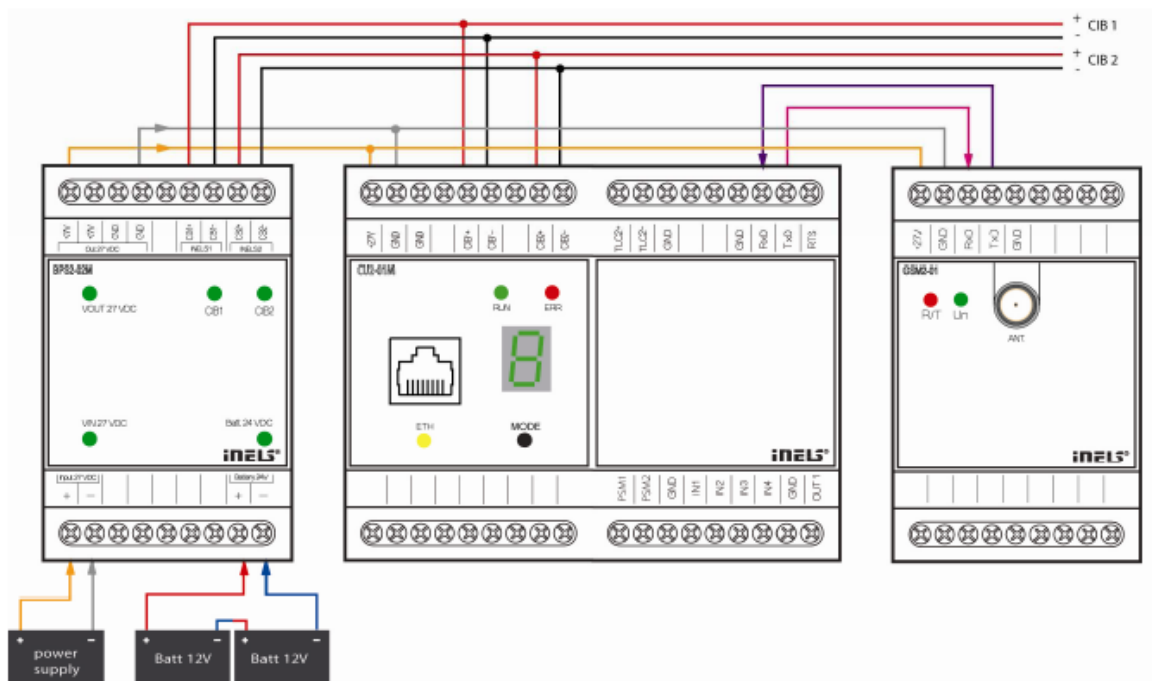
Komunikace mezi uživatelem a systémem je zajištěna pomocí GSM komunikátoru GSM2-01M. Pomocí krátkých SMS zpráv lze systém nejen řídit, ale i přijímat informace o aktuálních událostech a jeho stavu.

Prostřednictvím programu IDM může GSM modul obsluhovat 32 telefonních čísel, 48 odchozích zpráv o maximální délce 20 znaků a 32 příchozích zpráv o maximální délce 20 znaků. Může také vytočit definovaná čísla, zvonit 20s a položit. V případě narušení objektu může poslat SMS zprávu uživateli, popřípadě bezpečnostní agentuře (Obr. 48). GSM modul pracuje v pásmech 850, 900, 1800 a 1900 MHz (quad-band).



Obr. 48. Komunikace GSM brány při narušení objektu

GSM2-01M se připojuje přímo k centrální řídicí jednotce CU2-01M prostřednictvím sériového rozhraní RS 232. Při zapojení se svorky zapojují Rx = Rx a Tx = Tx. Maximální délka kabelu pro připojení k centrální jednotce je 15 m. Součástí modulu je i externí anténa. Napájení jednotky je realizováno přímo z výstupních svorek BPS2-02M 27V.



Obr. 49. Příklad zapojení GSM2-01M

Veškerá obsluha, nastavování a diagnostika modulu GSM se provádí prostřednictvím programu IDM.

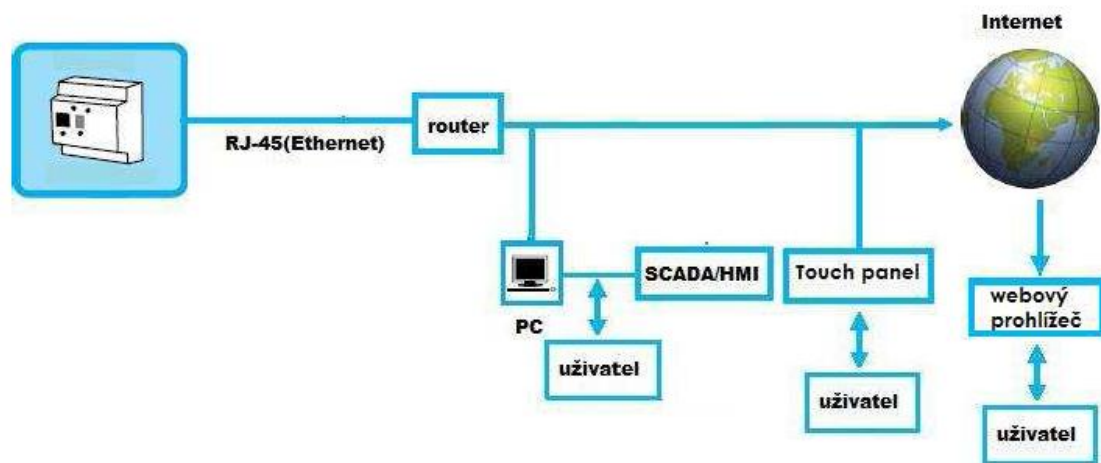
### 8.5.2 Komunikace přes Internet

Pro umožnění řízení systému na dálku (pomocí Internetu) je nutné připojit centrální řídicí jednotku do sítě. Centrální řídicí jednotku připojíme do sítě pomocí HW routeru, který jsem vybral přímo od společnosti ELKO EP (INELS). Pomocí tohoto routeru bude v domě vytvořena lokální síť, ke které se připojí dotykový operátorský panel Touch 11/PCB (Obr. 50), pomocí kterého lze ovládat jednotlivé části budovy (osvětlení, topení...). Takto vytvořená lokální síť se připojí k síti Internet.



*Obr. 50. Operátorský panel Touch 11/PCB*

Vybraný router má integrovaný TCP/IP protokol, DHCP server, Firewall a mnoho dalších funkcí. Podporuje síť WAN a ethernet. Využívá rozhraní 10/100M Ethernet. Router je zapojen z jedné strany do sítě Internet a z druhé strany do centrální řídicí jednotky. Díky tomu je možno provádět kontrolu objektu a jeho monitorování i mimo objekt. Parametry a zapojení použitých modulů pro GSM komunikaci a komunikaci přes Internet jsou obsaženy v příloze P XIII.



Obr. 51. Komunikace pomocí TCP/IP protokolu

Komunikace mezi uživatelem a systémem je zajištěna také díky web serveru, který je integrován v centrální řídicí jednotce CU2-01M. Díky tomu stačí pro přístup k aplikaci standardní webový prohlížeč. Pomocí web serveru nelze aplikaci konfigurovat, ale pouze ovládat základní funkce systému. Komunikace pomocí TCP/IP protokolu je znázorněna na obrázku výše (Obr. 51).

### 8.5.3 Návrh SCADA systému

Pro návrh SCADA systému jsem vybral program Reliance, který doporučuje přímo výrobce inteligentní elektroinstalace. Pomocí tohoto programu byla navržena celková vizualizace. CU2-01M prostřednictvím Ethernetu zpřístupňuje vnitřní data pro vizualizaci, která je poté spuštěna na PC uživatele.

Reliance je systém určen pro monitorování a řízení procesů. Data jsou získávána on-line z řídicí jednotky, následně jsou archivována v databázi a ve formě vizualizačních oken jsou prezentována uživateli.

K vizualizaci lze tedy díky použité technologii přistupovat snadno z vnitřní sítě (pomocí operátorského panelu Touch 11/PSB) i z Internetu. Do systému se musí uživatel nejprve přihlásit a následně po přihlášení je možno měnit nastavení jednotlivých parametrů.

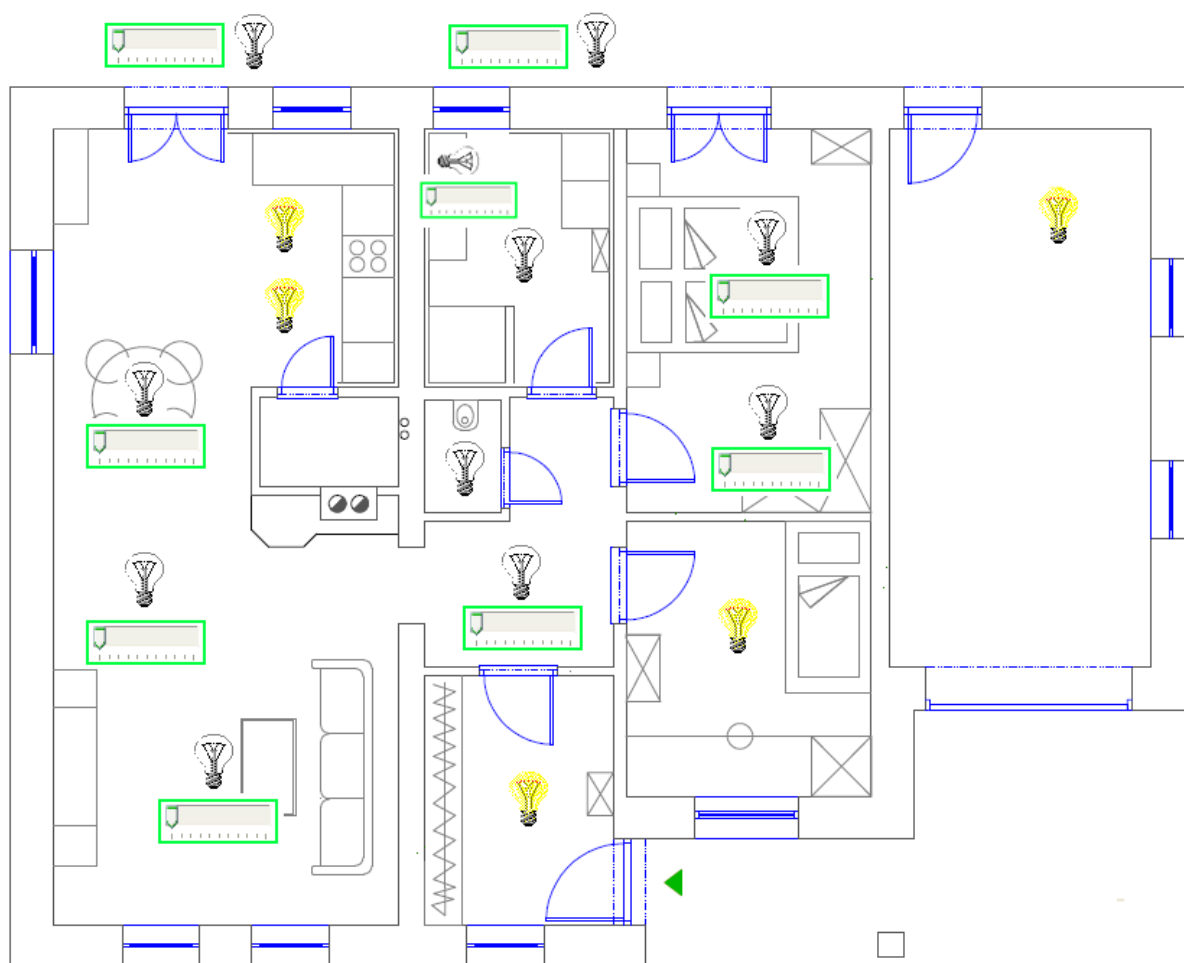
Po přihlášení do systému se zobrazí menu (Obr. 52), kde si uživatel může vybrat mezi nastavením světel, vytápěním / chlazením a zabezpečením (EPS, EZS).



*Obr. 52. Hlavní menu vizualizace*

Na základě vybrané kategorie se zobrazí okno pro nastavení jednotlivých parametrů v objektu.

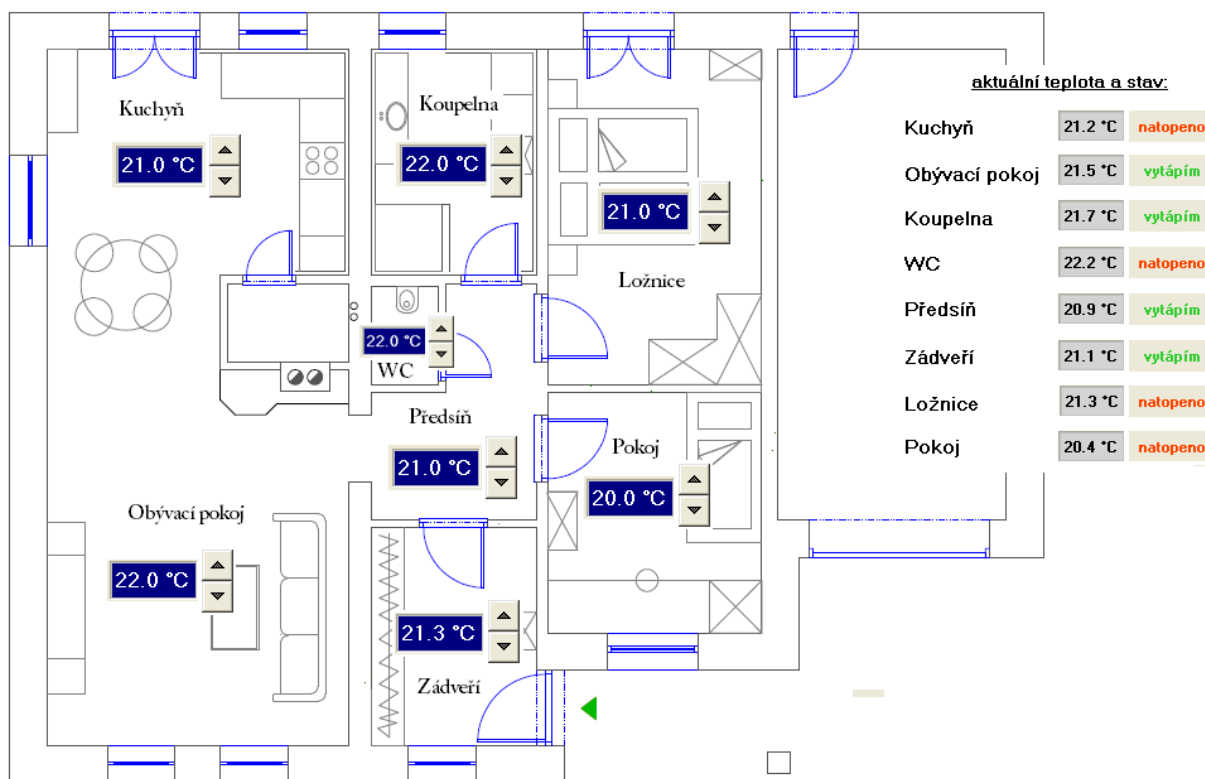
V položce osvětlení lze nastavovat a sledovat stav osvětlení jednotlivých místností (Obr. 53). Celkem jsou použity dva druhy světel, spínače a stmívače. U spínacích světel není zobrazen posuvník. Světlo tedy má jen dva stavy zapnuto/vypnuto. Světlo se rozsvítí v případě, že uživatel klikne na ikonku žárovky (změní se ikonka na rozsvícenou žárovku). V případě stmívačů je možno pomocí posuvníku pod jednotlivými žárovkami nastavovat intenzitu svitu žárovky.



Obr. 53. Vizualizace osvětlení jednotlivých místností

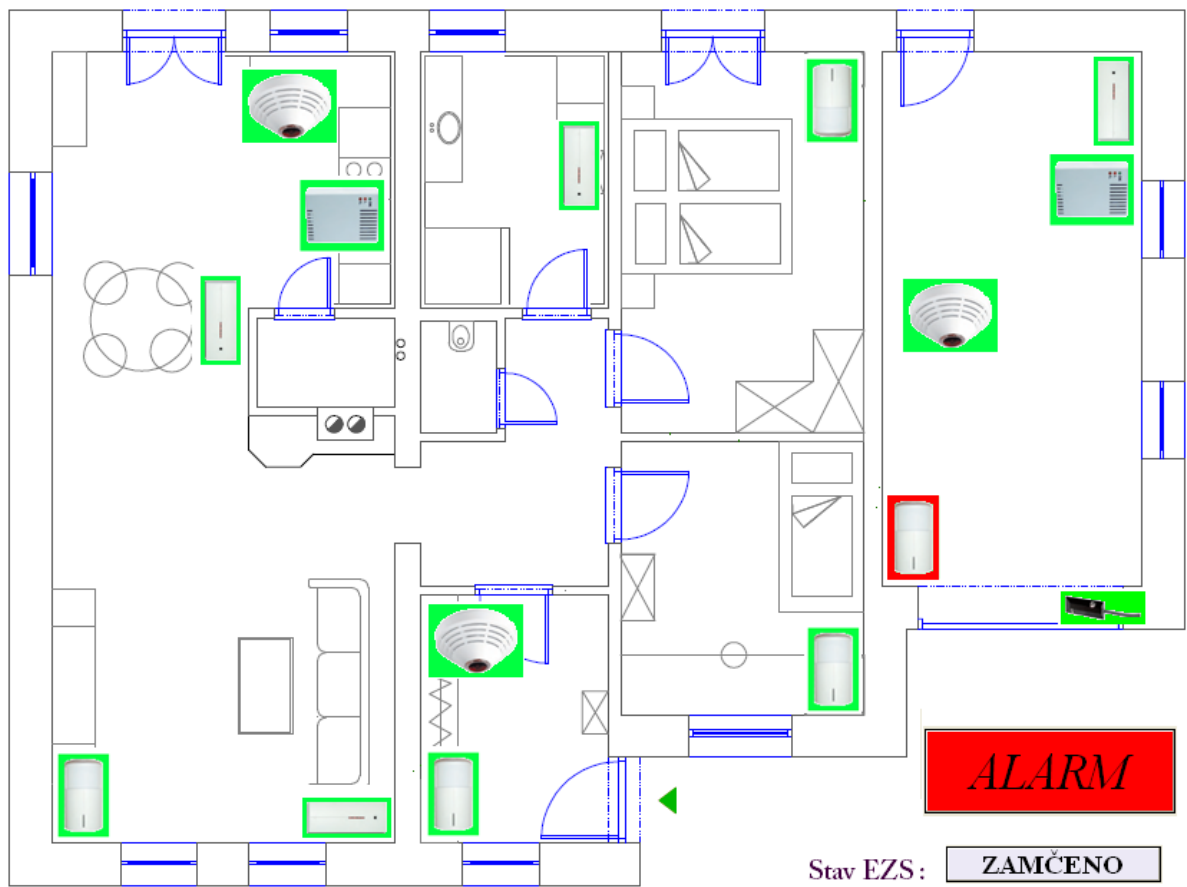
Položka vytápění/chlazení umožňuje uživateli nastavovat požadovanou teplotu v jednotlivých místnostech (Obr. 54). Pomocí šipek nahoru a dolů lze upravit teplotu na požadovanou. Aktuální teplota v jednotlivých místnostech a stav topného/chladicího systému je zobrazen v tabulce. Na základě těchto hodnot lze kontrolovat teploty v jednotlivých místnostech a funkčnost jednotlivých vytápěcích/chladicích okruhů.





Obr. 54. Vizualizace vytápění jednotlivých místností

V okně zabezpečení můžeme monitorovat i nastavovat jednotlivé jednotky (Obr. 55). V případě systému EPS nelze jednotky deaktivovat. U systému EZS lze kliknutím na jednotlivé detektory tyto detektory buď aktivovat, nebo deaktivovat. Celý systém EZS se aktivuje (deaktivuje) pomocí tlačítka odemčeno (zamčeno). V případě, že je systém EZS aktivní a dojde k narušení objektu, začne svítit ALARM, rozsvítí se detektor, který poplach vyvolal a rozezní se vnitřní i venkovní siréna. Je-li aktivován systém EPS například z důvodu požáru, rozezní se siréna a vyvolá se ALARM.



Obr. 55. Vizualizace systému EPS a EZS

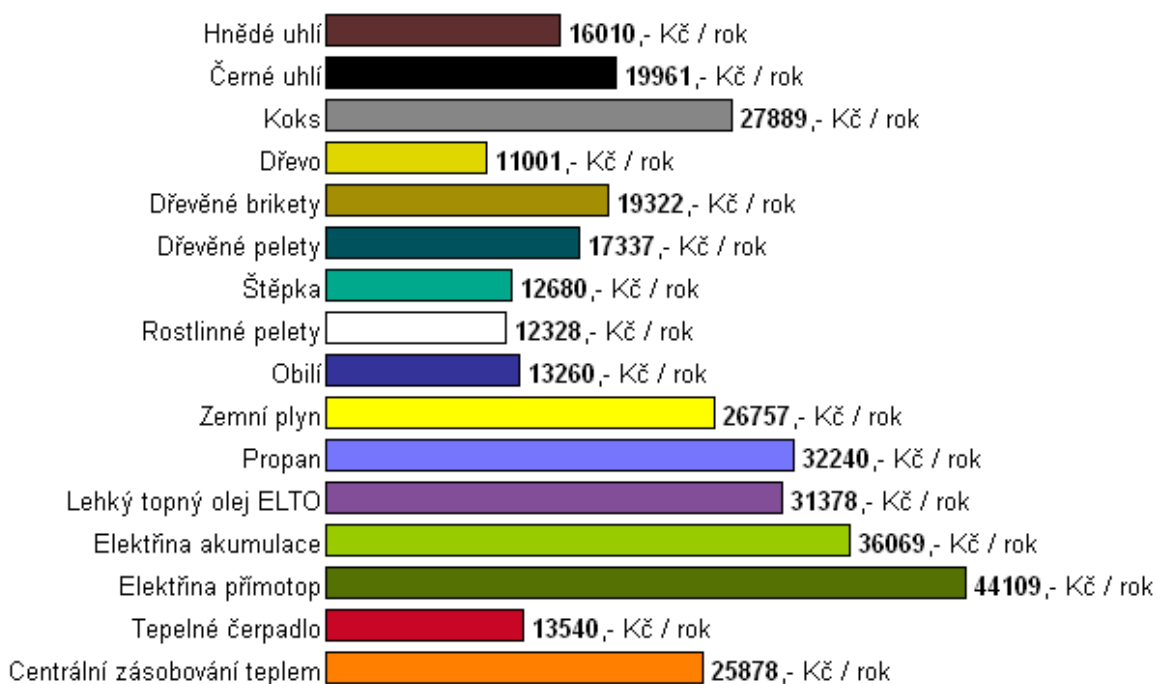
## 9 TECHNICKO EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

Tato část se zabývá ekonomickým zhodnocením navržených technologií v objektu a srovnáním s jinými druhy technologií.

### 9.1 Náklady na vytápění objektu

Při výpočtu celkových nákladů na vytápění objektu je potřeba brát v úvahu také náklady na ohřev TUV. Vypočtená potřeba tepla pro vytápění činí  $Q_{VYT} = 11 \text{ MWh/rok}$  a pro ohřev TUV  $Q_{TUV} = 6,6 \text{ MWh/rok}$ . Celková potřeba tepla tedy činí  $17,6 \text{ MWh/rok}$ .

Na základě vypočtené hodnoty potřeby tepla lze porovnat náklady na vytápění a ohřev TUV pomocí různých druhů paliva (Obr. 56). Pro výpočet a grafické znázornění byl použit kalkulátor ze stránek tzb-info [28].



Obr. 56. Náklady na vytápění a ohřev TUV

Do objektu bylo navrženo pro ohřev TUV i pro vytápění tepelné čerpadlo. Z grafů je patrné, že náklady u tepelného čerpadla jsou v porovnání se zemním plynem mnohem nižší. Jako nejlevnější způsob vytápění se jeví dřevo, popřípadě pelety. Nevýhodou těchto druhů paliva je ovšem to, že je nutný prostor pro jejich skladování, jelikož tyto druhy paliva nesmí být ve vlhkosti.

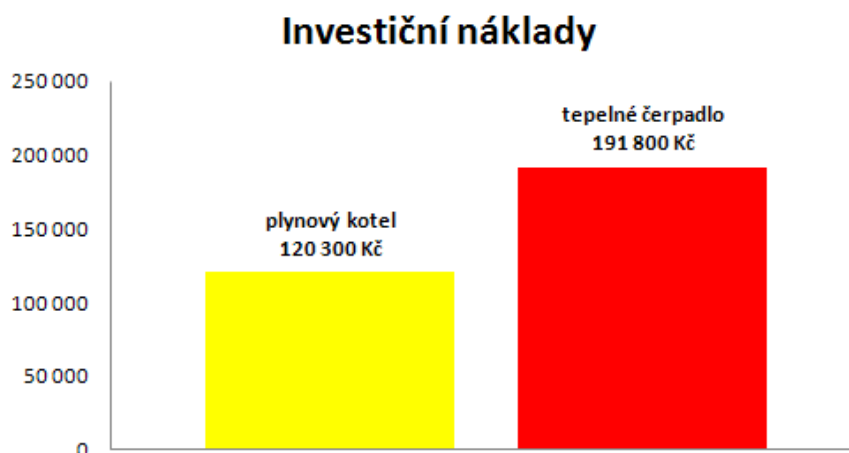
Náklady u vytápění tepelného čerpadla jsou jen přibližné. V domě bude také instalován krb, který může pomáhat při vytápění objektu, tudíž náklady mohou být ještě nižší. V letním období ale bude tepelné čerpadlo pracovat v režimu chlazení a pro ohřev TUV se bude využívat elektrokotel v tepelném čerpadle, tudíž náklady opět trochu stoupnou.

Jelikož se jedná o nízkoenergetický dům, tak náklady na vytápění jsou velmi nízké. Z hlediska velikosti a druhu objektu je nejlepší zvolit buď tepelné čerpadlo, nebo kotel na zemní plyn. Já jsem zvolil tepelné čerpadlo na základě nižších provozních nákladů a možnosti chlazení v letních měsících. Velkou výhodou je také snížení pořizovacích nákladů tepelného čerpadla až o 65 000 Kč, díky příspěvku státu na ekologické vytápění. Na základě snížení pořizovacích nákladů se doba návratnosti investice velmi zkrátí.

system	cena [Kč]
Tepelné čerpadlo TC MACH MINI s dvěma vytápěcími okruhy	240 000
zásobník na TUV	16 800
<b>celkem</b>	<b>256 800</b>
dotace zelená úsporám	-65 000
<b>cena celkem</b>	<b>191 800</b>

*Tab. 29. Ceny použitých zařízení pro vytápění*

Porovnáme-li ceny s jiným vytápěcím systémem například s plynovým kondenzačním kotlem, tak pořizovací náklady jsou nižší, ale náklady na vytápění zemním plynem jsou o 13 217 Kč za rok vyšší v porovnání s tepelným čerpadlem. Bylo by také nutné zajistit chlazení objektu jiným způsobem, což by vedlo k navýšení celkové ceny systému. Nyní se ale zaměříme pouze na porovnání vytápěcích systémů pomocí tepelného čerpadla a plynového kotle. Porovnání investičních a provozních nákladů je zobrazeno na obrázku (Obr. 57 a Obr. 58).



Obr. 57. Porovnání investičních nákladů



Obr. 58. Porovnání provozních nákladů za rok

Ekonomické parametry navrženého systému jsem vypočítal pomocí finančního kalkulátoru pro hodnocení ekonomické efektivity investic ze stránek tzb-info [29].

Investiční náklady	191 800 Kč
provozní náklady	13 540 Kč/rok
doba hodnocení	20 let
doba návratnosti	13 let
diskontová doba návratnosti	17 let
NPV- čistá současná hodnota	42 494 Kč
vnitřní výnosové procento investice	5%
diskont	3%

Tab. 30. Ekonomické parametry navrženého systému

Z výše uvedené tabulky (Tab. 30) lze zjistit, že doba návratnosti investičních nákladů do tepelného čerpadla je 13 let. Tato doba je tedy poměrně krátká, jelikož životnost tepelného čerpadla se udává kolem 20 let. Díky státním dotacím se jeví tepelné čerpadlo jako velmi dobrá investice v porovnání s plynovým kotlem.

## 9.2 Porovnání nákladů na využití dešťové vody

Na základě využití dešťové vody v domácnosti byl vybrán zásobník o potřebné velikosti. Dešťová voda bude využita převážně pro splachování na WC, zalévání zahrady a jako chladicí médium v domě. Na základě toho byla stanovena potřeba dešťové vody pro trojčlennou rodinu následovně:

WC	26 280 l/rok
zahrada	40 000 l/rok
<b>celkem</b>	<b>66 280 l/rok</b>

Tab. 31. Spotřeba vody pro trojčlennou rodinu

Cena vody v dané lokalitě je stanovena pro rok 2010 na 36 Kč/m<sup>3</sup>. Na základě těchto hodnot můžeme spočítat, kolik ušetříme při používání dešťové vody.

systém	cena [Kč]
zásobník 4500 l	40255
čerpadlo pro domácí využití	17 280
filtrační koš	2250
odlučovač nečistot	1195
ponorné čerpadlo	8000
<b>Cena celkem</b>	<b>68980</b>

Tab. 32. Investiční náklady do systému na využití dešťové vody

Náklady, které ušetříme při využití dešťové vody, činí 2386 Kč/rok. Doba návratnosti stanovíme jako podíl investičních nákladů a nákladů, které ušetříme.

investiční náklady	68 980 Kč
ušetřené náklady	2386 Kč/rok
<b>doba návratnosti</b>	<b>28 let</b>

Tab. 33. Doba návratnosti investice do systému

Doba návratnosti vychází na poměrně dlouhou dobu, ale z ekologického hlediska ušetříme za tuto dobu 1856 m<sup>3</sup> pitné vody. Celková doba návratnosti ovšem nepočítá s měnícími se cenami pitné vody. Budeme-li předpokládat, že cena pitné vody neustále poroste, může se doba návratnosti investice snížit. Doba návratnosti je poměrně dlouhá také díky tomu, že investiční náklady do celého systému jsou poměrně vysoké, jelikož tento systém není příliš rozšířen.

### 9.3 Investiční náklady do inteligentní elektroinstalace

Investiční náklady do jednotlivých systémů jsou obsaženy v tabulkách níže.

<b>Inteligentní osvětlení</b>			
<b>typ</b>	<b>počet kusů</b>	<b>cena za kus s DPH [Kč]</b>	<b>cena celkem [Kč]</b>
WSB2-40	5	1602	8010
WSB2-20	7	1296	9072
detektor JS-20	3	534	1602
RFWB-40	1	780	780
přívěsek RFK-40	1	516	516
DA2 -22M	2	4666,8	9333,6
SA2-02B	1	3072	3072
LM2-11B	5	3782,4	18912
IM2-20B	2	1570,8	3141,6
SA2-01B	8	1240,8	9926,4
RFSA 11B	3	780	2340
<b>celkem</b>	<b>38</b>		<b>66705,6</b>

Tab. 34. Ceny jednotek pro osvětlení

<b>Vytápění INELS</b>			
<b>typ</b>	<b>počet kusů</b>	<b>cena za kus s DPH [Kč]</b>	<b>cena celkem [Kč]</b>
ALPHA AA 230 V	8	774	6192
ALPHA AA 24 V	4	774	3096
termoregulátor IDRT2-1	8	2970	23760
SA2-12M	1	6586,8	6586,8
HC2-01B/DC	4	2626,8	10507,2
<b>celkem</b>	<b>25</b>		<b>50142</b>

Tab. 35. Ceny jednotek pro vytápění

<b>EZS a EPS INELS</b>			
<b>typ</b>	<b>počet kusů</b>	<b>cena za kus s DPH [Kč]</b>	<b>cena celkem [Kč]</b>
KEY2-01	1	3288	3288
detektor JS-20	5	534	2670
GBS-210	4	860,4	3441,6
detektor kouře SD-280	3	780	2340
detektor plynů GS-133	2	958,8	1917,6
SA-913 siréna i.	1	262,8	262,8
OS-365 siréna v.	2	1584	3168
IM2-80B	1	2574	2574
IM2-140M	1	3954	3954
SA-220	1	480	480
<b>celkem</b>	<b>21</b>		<b>24096</b>

Tab. 36. Ceny jednotek pro zabezpečení



<b>komunikace INELS + napájení + centrální jednotka + display</b>			
<b>typ</b>	<b>počet kusů</b>	<b>cena za kus s DPH [Kč]</b>	<b>cena celkem [Kč]</b>
Touch 11/PSB	1	31764	31764
GSM2-01	1	11760	11760
CU2-01M	1	13188	13188
BPS2-02M oddělovač	2	1584	3168
MI2-02 externí sběrnice	1	4620	4620
PS-100/INELS	1	1536	1536
<b>celkem</b>	<b>5</b>	<b>66036</b>	

*Tab. 37. Ceny základních a komunikačních jednotek*

Celkové investiční náklady inteligentní elektroinstalace INELS činí 206 979 Kč. Systém inteligentní elektroinstalace se skládá z ovládání a monitorování osvětlení, vytápění, systému EZS a EPS. Investiční náklady jsou v porovnání s klasickou elektroinstalací poměrně vysoké. Výhodou inteligentní elektroinstalace je možnost monitorování a ovládání jednotlivých systémů na dálku. Inteligentní elektroinstalace umožňuje integraci jednotlivých systémů a jejich komunikaci po sběrnici. Systém zajišťuje uživatelům objektu určitý komfort, kterého by v případě použití klasické elektroinstalace nedosáhli.

## ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo navrhnout nízkoenergetický dům, který využívá obnovitelné zdroje energie a chová se ekologicky. Návrh všech systémů v objektu byl volen tak, aby byly použity moderní technologie v kombinaci s příznivou cenou. Jednotlivé systémy jsou řízeny pomocí sběrniceového systému INELS. Použité prvky jsou nejprve popsány v teoretické části a následně navrženy v části praktické.

V teoretické části je popsáno rozdělení objektů na základě energetické náročnosti, způsoby tvorby vnitřního mikroklimatu, využití ekologických zdrojů a princip sběrniceových systému.

První část praktického návrhu se zabývá posouzením pláště budovy, výpočtem tepelných ztrát, návrhem vytápěcího systému, chladicího systému a větráním objektu. Plášť budovy byl posouzen z hlediska kondenzace vodních par jako vyhovující, a byl spočítán energetický štítek obálky budovy. Obálka budovy byla klasifikována jako B-úsporná (vyhovující pro nízkoenergetické domy). Na základě tepelných ztrát byl vybrán potřebný výkon tepelného čerpadla. Tepelné čerpadlo je typu „vzduch-voda“ a slouží jak pro vytápění (chlazení), tak i ohřev TUV. Objekt je vytápěn pomocí podlahového topení v kombinaci s otopnými tělesy a konvektory. Následně byl navržen větrací systém s možností rekuperace tepla. Vzduch je rozveden pomocí vzduchovodů, které jsou umístěny ve stropním podhledu. Pro určení požadovaného chladicího výkonu byly spočítány tepelné zisky objektu. Chlazení objektu v letních měsících zajišťuje tepelné čerpadlo a v přechodném období pak chladicí trámce. Systém s chladicími trámcí využívá pro chlazení okruhu s chladicí kapalinou zásobník s dešťovou vodou. Voda z tohoto zásobníku se také používá na zahradě i v domě pro splachování WC.

V druhé části praktického návrhu byla navržena kompletní elektroinstalace. Při návrhu zásuvkových okruhů v jednotlivých místnostech bylo počítáno s rozmístěním jednotlivých spotřebičů. Pro ovládání osvětlení v domě jsem zvolil spínací a stmívací aktory, které sběrniceový systém INELS nabízí. Osvětlení v garáži je ovládáno pomocí RF komunikace. U vchodových a garážových dveří jsou použity pro ovládání osvětlení detektory pohybu.

Ovládání vytápění v jednotlivých místnostech zajišťují pokojové termoregulátory, které řídí termopohony. Termopohony jsou umístěny na ventilech jednotlivých topných okruhů.

Na zabezpečení objektu byly navrženy systémy EZS a EPS, které nabízí systém INELS. Jedná se o detektory pohybu, detektory rozbití skla, přejezdový kontakt, detektory kouře a detektory hořlavých plynů. Celý systém EZS lze ovládat pomocí klávesnice, která je součástí systému.

Pro centrální ovládání a monitorování stavu jednotlivých jednotek je umístěn v domě dotykový panel. Jednotlivé jednotky lze také ovládat na dálku pomocí Internetu, nebo mobilního telefonu. Systém může také informovat uživatele o stavech jednotlivých jednotek.

V poslední části praktického návrhu bylo provedeno technicko-ekonomické zhodnocení návrhu. Pro vytápění byl porovnáván navržený systém s tepelným čerpadlem se systémem s plynovým kotlem. Systém s tepelným čerpadlem je ekologičtější a vychází finančně výhodněji než plynový kotel. Návrh investice do systému s tepelným čerpadlem je přibližně 13 let. Dále byla hodnocena návratnost systému na využití dešťové vody v domácnosti a na zahradě. Celková návratnost je přibližně 28 let. Tento systém je sice ekologický, ale doba návratnosti je poměrně dlouhá.

## CONCLUSION

The aim of my diploma thesis was to design a low-energy house, which uses renewable energy sources and act ecologically. The proposal for all systems in the building was chosen to use of modern technologies in combination with favourable price. Individual systems are managed by using the fieldbus system INELS. All used components are first described in the theoretical part and then designed in the practical part.

The theoretical part describes the distribution of buildings based on energy consumption, ways of creating an internal micro-climate, use of ecological resources and the principle of the fieldbus systems.

The first part of the practical proposal deals with the assessment of the building envelope, heat loss calculations, design of the heating system, cooling and ventilation system of the building. The building shell was evaluated in terms of condensation of water vapour as satisfactory, and was calculated the label of the building envelope. The building envelope was classified as B-saving (suitable for low-energy houses). Based on the heat losses, was chosen power output of the heat pump. The heat pump is a type of "air-water" and serves as the heating (cooling) and also water heating. The house is heated by underfloor heating in combination with radiators and convectors. Subsequently, the ventilation system with an option of heat recovery was designed. The air is distributed through air ducts, which are located in the lower ceiling. To determine the required cooling capacity, building heat gains were calculated. Building cooling in summer is provided by the heat pump and in a transitional period by cooling beams. System with cooling beams use a reservoir with rainwater for cooling circuit with coolant tank. Water from this reservoir is also used in the garden as well as in the house for flushing toilets.

In the second part of a practical proposal was designed complete electrical - installation. When designing the socket circuits in each room, the deployment of each appliance was calculated. To control the lighting in the house I chose the switching and dimming actuators, which INELS fieldbus system offers. Lighting in the garage is controlled via RF communication. For the front and garage doors, motion detectors are used for lighting control.

Heating controls in each room are provided by an ambient thermo-regulators, that control the thermo-valves. The thermo-valves are located on different heat circuits.

For building security were designed systems EZS and EPS, which are provided by the system INELS. This is a motion detectors, glass break detectors, crossing contacts, smoke detectors

and flammable gas detectors. The whole system EZS can be controlled by using a keyboard, which is a part of the system.

For the central control and monitoring of individual units, a touch panel is located in the house. Individual units can be also controlled remotely via the Internet or mobile phone. The system can also inform the user about the condition of the individual units.

In the last part of the practical design was carried out a technical-economic evaluation of the proposal. For heating, the proposed system was compared to a heat pump with the system with gas boiler. The system with a heat pump is more ecological, and cost effectively than those based on the gas boiler. Return of the investment in the system with a heat pump is approximately 13 years. Return of system for use of rainwater in the house and garden was also evaluated. The total return is about 28 years. Although this system is ecological, the payback period is relatively long.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] ČSN 730540-2 . *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. Praha : Český normalizační institut, Duben 2007. 41 s.
- [2] KULHÁNEK, František. *Nízkoenergetické a pasivní domy : návrh a realizace : komplexní zpracování problematiky se zaměřením na moderní a ekologická řešení*. Praha : Dashöfer, 2009. ISSN: 1803-6821.
- [3] HUMM, Othman. *Nízkoenergetické domy*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, a.s, 1999. 353 s. ISBN 80-7169-657-9.
- [4] *Setrimenergii.cz* [online]. [cit.2010-05-01]. Dostupné z WWW: <[www.setrimenergii.cz](http://www.setrimenergii.cz)>.
- [5] ŠANCOVÁ, Lucie. *Vliv teploty vzduchu a povrchové teploty na tepelnou pohodu člověka* [online]. [cit. 2010-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.setrnebudovy.cz/component/content/article/10>>.
- [6] AULICKÝ, Václav, et al. *Inteligentní budovy a ekologické stavby*. Michal Janata. 1. vyd. Praha : Nakladatelství Dr. Josef Raabe, s.r.o, 2008. 280 s. ISBN 1803-4322
- [7] PETRÁŠ, Dušan a kolektiv. *Vytápění rodinných a bytových domů*. 1. vyd. Bratislava : Jaga, 2005. 246 s. ISBN 80-8076-020-9.
- [8] PETRÁŠ, Dušan. *Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie*. 1. vyd Bratislava : Jaga, 2008. 207 s. ISBN 978-80-8076-069-4.
- [9] SVENSSON, Gunnar. *Chladicí trámy – komplexní řešení* [online]. 2009 [cit. 2010-04-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.asb-portal.cz/tzb/vetrani-a-klimatizace/chladici-tramy-komplexni-reseni-961.html>>.
- [10] SCHRAMEK, Ernst-Rudolf. *Taschenbuch fur Heizung und Klimatechnik : Einschleisslich Warmwasser und Kaltetechnik*. 1. Auflage. Munchen : Oldenbourg Industrieverlag, 2007. 2030 s. ISBN 3-8356-3104-7.
- [11] *TZB-info* [online]. [cit. 2010-05-3]. Dostupné z WWW: <[www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)>.
- [12] CHYSKÝ, J., et al. *Větrání a Klimatizace*. Praha : Česká Matice Technická, 1993. 490 s. ISBN 80-901574-0-8.
- [13] *Ekowatt.cz* [online]. [cit.2010-04-20]. Dostupné z WWW: <[www.ekowatt.cz](http://www.ekowatt.cz)>.

- [14] TOMAN, Karel. *Decentralizované sběrnice systémy* [online]. 2007 [cit. 2010-05-28]. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4213>>.
- [15] *Elektrika.cz* [online]. [cit.2010-05-01]. Dostupné z WWW: <[www.elektrika.cz](http://www.elektrika.cz)>.
- [16] HERMANN, Merz, HANSEMAN, Thomas, HUBNER, Christof. *Automatizované systémy budov : Sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, a.s, 2008. 264 s. ISBN 978-80-247-2367-9
- [17] VALEŠ, Miroslav. *Inteligentní dům*. 1. vyd. Brno : ERA, 2006. 123 s. ISBN 80-7366-062-8.
- [18] VOJÁČEK, Antonín. *Sběrnice LonWorks - 1.část - Úvod* [online]. Duben 2005 [cit. 2010-04-12]. Dostupné z WWW: <<http://automatizace.hw.cz/mereni-a-regulace/ART151-sbernice-lonworks--1cast--uvod.html>>.
- [19] VOJÁČEK, Antonín. *Sběrnice LonWorks - 2.část - LonTalk protokol* [online]. Duben 2005 [cit.2010-04-13]. Dostupné z WWW:<<http://automatizace.hw.cz/mereni-a-regulace/ART152-sbernice-lonworks--2cast--lontalk-protokol.html>>.
- [20] ČSN 730540 . *Tepelná ochrana budov*
- [21] ČSN EN 12831 . *Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu*. Praha : Český normalizační institut, Březen 2005. 71 s.
- [22] ČSN 060210 . *Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění*
- [23] ČSN 332130 . *Elektrotechnické předpisy. Vnitřní elektrické rozvody*. Květen 1983. 35 s.
- [24] ČSN 332000-7-701 . *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou*. Praha : Český normalizační institut, Zář 2007. 19 s.
- [25] BASTIAN, Peter. *Praktická elektrotechnika*. [z německého originálu ... přeložil Karel Radil]. 2. dopl. vyd. Praha : Europa-Sobotáles, 2006. 303 s. ISBN 80-86706-15-X.
- [26] KŘEČEK, Stanislav, et al. *Průručka zabezpečovací techniky*. 4. aktualiz. vyd. [s.l.] : Cricetus, 2002. 350 s. ISBN 80-902938-2-4.
- [27] *Inels* [online]. 2010 [cit. 2010-05-3]. Dostupné z WWW: <[www.inels.cz](http://www.inels.cz)>.

- [28] *Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody - TZB-info* [online]. 2001-2010 [cit.2010-05-10]. Dostupné z WWW: < <http://www.tzb-info.cz/t.py?i=47&h=38&obor=9&t=16>>.
- [29] *Finanční kalkulačtor pro hodnocení ekonomické efektivity investic - TZB-info* [online]. 2001-2010 [cit. 2010-05-11]. Dostupné z WWW: < <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=110&h=38>>.



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

PMV	Predicted Mean Vote.
PPD	Predicted Percentage of Dissatisfied.
TUV	Teplá užitková voda.
BCI	BatiBUS Club International.
EHS	European Home Systém.
EIB	European Installation Bus.
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance.
EZS	Elektronická zabezpečovací signalizace.
EPS	Elektronická požární signalizace.
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition.
SELV	Secured Extra-Low Voltage.
CIB	Common Installation Bus.
HDS	Hlavní domovní skříň.
RF	Radio Frequency.
IDM	INELS Design and Manager

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Slovní a grafické vyjádření energetické náročnosti budovy .....</i>	<i>14</i>
<i>Obr. 2. Energetický štítek obálky budovy .....</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 3. Pole tepelné pohody pro operativní teplotu a relativní vlhkost .....</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 4. Závislost indexu PMV a PPD .....</i>	<i>20</i>
<i>Obr. 5. Systém provozu pasivního chladícího trámu .....</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 6. Systém provozu aktivního chladícího trámce .....</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 7. Princip tepelného čerpadla .....</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 8. Tepelné čerpadlo vzduch-voda .....</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 9. Tepelné čerpadlo země-voda (zemní kolektor a hloubkový vrt) .....</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 10. Tepelné čerpadlo voda-voda (varianta studna a rybník) .....</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 11. Diagram spotřeby pitné vody .....</i>	<i>28</i>
<i>Obr. 12. Sestava podzemní nádrže na dešťovou vodu pro dům a zahradu .....</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 13. Plastová a sklolaminátová nádrž na dešťovou vodu .....</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 14. Příklad zapojení sítě KNX .....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 15. Oblasti sítě KNX .....</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 16. Struktura telegramu .....</i>	<i>34</i>
<i>Obr. 17. Struktura rámce .....</i>	<i>34</i>
<i>Obr. 18. Přístup na sběrnici .....</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 19. Logické rozmístění sítě .....</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 20. Rámec protokolu LONTalk .....</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 21. Půdorys navrhovaného domu .....</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 22. Zóna kondenzace vodních par .....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 23. Část datového výstupu .....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 24. Výpočet energetického štítku obálky budovy .....</i>	<i>50</i>
<i>Obr. 25. Hydraulické schéma vytápěcího (chladícího) systému s ohřevem TUV .....</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 26. Rozmístění otopných těles a konvektorů .....</i>	<i>65</i>
<i>Obr. 27. Skladba vrstev podlahy .....</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 28. Umístění podlahového vytápění .....</i>	<i>68</i>
<i>Obr. 29. Výkonová charakteristika pro <math>R_{\lambda} = 0,1 (m^2k)/W</math> .....</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 30. Výkonová charakteristika pro <math>R_{\lambda} = 0 (m^2k)/W</math> .....</i>	<i>72</i>
<i>Obr. 31. Odporová charakteristika potrubí .....</i>	<i>74</i>

<i>Obr. 32. Odporová charakteristika rozdělovače .....</i>	<i>75</i>
<i>Obr. 33. Ventilační jednotka s rekuperací LWZ 70.....</i>	<i>76</i>
<i>Obr. 34. Umístění větracích výustek pro přívod a odvod vzduchu .....</i>	<i>77</i>
<i>Obr. 35. Hydraulické schéma systému s chladícími trámcí .....</i>	<i>80</i>
<i>Obr. 36. Filtrační koš a odlučovač nečistot do okapového svodu .....</i>	<i>82</i>
<i>Obr. 37. Čerpací jednotka ESSENTIAL.....</i>	<i>84</i>
<i>Obr. 38. Schéma návrhu osvětlení budovy.....</i>	<i>86</i>
<i>Obr. 39. Schéma návrhu zásuvek v budově.....</i>	<i>88</i>
<i>Obr. 40. Rozdělení zón v koupelně se sprchovou vanou .....</i>	<i>89</i>
<i>Obr. 41. Popis centrální řídicí jednotky CU2-01M.....</i>	<i>92</i>
<i>Obr. 42. Příklad zapojení centrální řídicí jednotky ke zdroji přes oddělovač .....</i>	<i>92</i>
<i>Obr. 43. Příklad zapojení inteligentního osvětlení s žárovkami .....</i>	<i>94</i>
<i>Obr. 44. Rozmístění aktorů, senzorů a PIR detektorů. ....</i>	<i>95</i>
<i>Obr. 45. Příklad zapojení termopohonů k regulátoru .....</i>	<i>96</i>
<i>Obr. 46. Rozmístění prvků EZS a EPS .....</i>	<i>98</i>
<i>Obr. 47. Připojení komunikačních rozhraní k centrální jednotce CU2-01M.....</i>	<i>99</i>
<i>Obr. 48. Komunikace GSM brány při narušení objektu .....</i>	<i>100</i>
<i>Obr. 49. Příklad zapojení GSM2-01M.....</i>	<i>100</i>
<i>Obr. 50. Operátorský panel Touch 11/PCB .....</i>	<i>101</i>
<i>Obr. 51. Komunikace pomocí TCP/IP protokolu .....</i>	<i>102</i>
<i>Obr. 52. Hlavní menu vizualizace .....</i>	<i>103</i>
<i>Obr. 53. Vizualizace osvětlení jednotlivých místností.....</i>	<i>104</i>
<i>Obr. 54. Vizualizace vytápění jednotlivých místností .....</i>	<i>105</i>
<i>Obr. 55. Vizualizace systému EPS a EZS.....</i>	<i>106</i>
<i>Obr. 56. Náklady na vytápění a ohřev TUV .....</i>	<i>107</i>
<i>Obr. 57. Porovnání investičních nákladů.....</i>	<i>109</i>
<i>Obr. 58. Porovnání provozních nákladů za rok.....</i>	<i>109</i>

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1. Rozdělení budov podle energetické potřeby</i> .....	12
<i>Tab. 2. Optimální mikroklimatické podmínky pro obytné prostory</i> .....	16
<i>Tab. 3. Závislost součinitele A na rychlosti proudění vzduchu <math>v_a</math></i> .....	16
<i>Tab. 4. Vyjádření tepelného pocitu člověka</i> .....	19
<i>Tab. 5. Přenosová média a jejich rychlosti</i> .....	37
<i>Tab. 6. Model protokolu LONTalk</i> .....	38
<i>Tab. 7. Okrajové podmínky</i> .....	44
<i>Tab. 8. Popis jednotlivých místností</i> .....	45
<i>Tab. 9. Vnitřní výpočtové teploty</i> .....	52
<i>Tab. 10. Tepelné ztráty</i> .....	53
<i>Tab. 11. Výpočty tepelných ztrát do venkovního prostředí</i> .....	55
<i>Tab. 12. Výpočty tepelných ztrát do přilehlé zeminy</i> .....	56
<i>Tab. 13. Výpočty tepelných ztrát do různě vytápěných místností</i> .....	57
<i>Tab. 14. Tepelná ztráta větráním</i> .....	59
<i>Tab. 15. Tepelný zátopový výkon</i> .....	60
<i>Tab. 16. Celkové tepelné ztráty budovy</i> .....	61
<i>Tab. 17. Parametry otopných těles udávané výrobcem</i> .....	65
<i>Tab. 18. Vypočtené výkony otopných těles</i> .....	66
<i>Tab. 19. Vypočtené hodnoty podlahového vytápění</i> .....	69
<i>Tab. 20. Počet ventilů pro přívod vzduchu a množství přiváděného vzduchu</i> .....	78
<i>Tab. 21. Počet ventilů pro odvod vzduchu a množství odváděného vzduchu</i> .....	78
<i>Tab. 22. Parametry chladících trámů</i> .....	80
<i>Tab. 23. Vstupní parametry pro návrh výměníku</i> .....	81
<i>Tab. 24. Vstupní hodnoty pro dimenzování zásobníku</i> .....	83
<i>Tab. 25. Počet světel v místnostech</i> .....	86
<i>Tab. 26. Počet zásuvek a typ okruhu</i> .....	88
<i>Tab. 27. Návrh aktorů a senzorů</i> .....	93
<i>Tab. 28. Navržené termopohony, aktory a termoregulátory</i> .....	96
<i>Tab. 29. Ceny použitých zařízení pro vytápění</i> .....	108
<i>Tab. 30. Ekonomické parametry navrženého systému</i> .....	109
<i>Tab. 31. Spotřeba vody pro trojčlennou rodinu</i> .....	110

---

<i>Tab. 32. Investiční náklady do systému na využití dešťové vody .....</i>	<i>110</i>
<i>Tab. 33. Doba návratnosti investice do systému.....</i>	<i>111</i>
<i>Tab. 34. Ceny jednotek pro osvětlení.....</i>	<i>111</i>
<i>Tab. 35. Ceny jednotek pro vytápění .....</i>	<i>112</i>
<i>Tab. 36. Ceny jednotek pro zabezpečení .....</i>	<i>112</i>
<i>Tab. 37. Ceny základních a komunikačních jednotek.....</i>	<i>113</i>

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Skladba stěn a jejich prostupy tepla

Příloha P II: Stanovení korekčního činitele  $\Delta U_{tb}$

Příloha P III: Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 730540

Příloha P IV: Zátopový činitel

Příloha P V: Tepelné čerpadlo

Příloha P VI: Vzduchotechnická jednotka

Příloha P VII: Tepelné zisky

Příloha P VIII: Parametry výměníku

Příloha P IX: Využití dešťové vody

Příloha P X: Použité aktory a senzory pro osvětlení

Příloha P XI: Použité prvky pro řízení vytápění

Příloha P XII: Prvky EZS a EPS

Příloha P XIII: Prvky pro GSM a Internet

## PŘÍLOHA P I: SKLADBA STĚN A JEJICH PROSTUPY TEPLA

<i>skladba obvodové stěny budovy</i>			
EXTERIER → INTERIER			
	<b>minerální omítka</b>	<b>Ytong Lambda</b>	<b>sádrová omítka</b>
d [mm]	10	500	10
$\lambda$ [W/m.K]	0,87	0,085	0,3
<b><math>U_K</math> [W/m<sup>2</sup>.K]</b>	<b>0,16</b>		

<i>skladba vnitřní příčky 1</i>			
INTERIER → INTERIER			
	<b>sádrová omítka</b>	<b>Ytong</b>	<b>sádrová omítka</b>
d [mm]	10	100	10
$\lambda$ [W/m.K]	0,3	0,12	0,3
<b><math>U_K</math> [W/m<sup>2</sup>.K]</b>	<b>1,11</b>		

<i>skladba vnitřní příčky 2</i>			
INTERIER → INTERIER			
	<b>sádrová omítka</b>	<b>Ytong</b>	<b>sádrová omítka</b>
d [mm]	10	150	10
$\lambda$ [W/m.K]	0,3	0,12	0,3
<b><math>U_K</math> [W/m<sup>2</sup>.K]</b>	<b>0,76</b>		

<i>skladba stěny 1</i>			
INTERIER → INTERIER			
	<b>sádrová omítka</b>	<b>Ytong</b>	<b>sádrová omítka</b>
d [mm]	10	300	10
$\lambda$ [W/m.K]	0,3	0,12	0,3
<b><math>U_K</math> [W/m<sup>2</sup>.K]</b>	<b>0,39</b>		

<i>Skladba stěny 2</i>			
INTERIER → INTERIER			
	<b>sádrová omítka</b>	<b>Ytong</b>	<b>sádrová omítka</b>
d [mm]	10	200	10
$\lambda$ [W/m.K]	0,3	0,12	0,3
<b><math>U_K</math> [W/m<sup>2</sup>.K]</b>	<b>0,57</b>		

<i>skladba podlahy</i>					
ZEM → INTERIER					
	<b>štěrka</b>	<b>základová deska</b>	<b>hydroizolace</b>	<b>tepelná izolace</b>	<b>beton</b>
d [mm]	10	150	5	150	50
$\lambda$ [W/m.K]	0,65	0,084	0,026	0,4	1,25
<b><math>U_K</math> [W/m<sup>2</sup>.K]</b>	<b>0,41</b>				

<i>skladba stropu</i>			
INTERIER → STŘECHA			
	<b>podhled</b>	<b>tepelně izolační deska</b>	<b>prkna</b>
d [mm]	66	280	24
$\lambda$ [W/m.K]	0,22	0,037	0,2
<b><math>U_K</math> [W/m<sup>2</sup>.K]</b>	<b>0,13</b>		

<i>Ostatní prvky domu</i>					
	<b>okna + dveře zadní s trojsklem</b>	<b>hlavní dveře</b>	<b>vnitřní dveře</b>	<b>garážová vrata</b>	<b>dveře do garáže</b>
<b><math>U_K</math> [W/m<sup>2</sup>.K]</b>	<b>0,75</b>	<b>1,1</b>	<b>1,7</b>	<b>0,915</b>	<b>1,4</b>



## PŘÍLOHA P II: STANOVENÍ KOREKČNÍHO ČINITELE $\Delta U_{TB}$

Korekční činitel  $\Delta U_{tb}$  (W/m<sup>2</sup>.K) pro svislé stavební části

Počet „průniků“ stropních konstrukcí a)	Počet „průniků“ stěna)	$\Delta U_{tb}$ pro svislé stavební části W/m <sup>2</sup> .K	
		Objem prostoru $\leq 100 \text{ m}^3$	Objem prostoru $> 100 \text{ m}^3$
0	0	0,05	0
	1	0,10	0
	2	0,15	0,05
1	0	0,20	0,10
	1	0,25	0,15
	2	0,30	0,20
2	0	0,25	0,15
	1	0,30	0,20
	2	0,35	0,25

Korekční činitel  $\Delta U_{tb}$  (W/m<sup>2</sup>.K) pro vodorovné stavební části

Stavební část		$\Delta U_{tb}$ pro vodorovné stavební části W/m <sup>2</sup> .K	
Lehká stropní/podlahová konstrukce (např. dřevěná, kovová)		0	
Těžká stropní/podlahová konstrukce (např. betonová)	Počet stran v kontaktu s venkovním prostředím	1	0,05
		2	0,10
		3	0,15
		4	0,20

Korekční činitel  $\Delta U_{tb}$  (W/m<sup>2</sup>.K) pro otvorové výplně

Plocha stavební části m <sup>2</sup>	$\Delta U_{tb}$ pro otvorové výplně W/m <sup>2</sup> .K
0 až 2	0,50
>2 až 4	0,40
>4 až 9	0,30
>9 až 20	0,20
>20	0,10

## PŘÍLOHA P III: POŽADOVANÉ A DOPORUČENÉ HODNOTY SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA DLE NORMY ČSN 730540

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace) Stěna vnější vytápěná (vnější vrstvy od vytápění)	0,30	0,20
Stěna vnější Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace) Střecha strmá se sklonem nad 45°	lehká 0,30 těžká 0,38	0,20 0,25
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině (s výjimkou případů podle poznámky 2)	0,45	0,30
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k částečně vytápěnému prostoru Strop a stěna vnější z částečně vytápěného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50
Podlaha a stěna částečně vytápěného prostoru přilehlá k zemině (s výjimkou případů podle poznámky 2)	0,85	0,60
Stěna mezi sousedními budovami Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,2	1,45
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,7	1,80
Okno, dveře a jiná výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu) Jejich kovové rámy přitom musí mít $U_f \leq 2,0$ W/(m <sup>2</sup> ·K), ostatní rámy těchto výplní otvorů musí mít $U_f \leq 1,7$ W/(m <sup>2</sup> ·K).	1,7	1,2
Okno, dveře a jiná výplň otvoru ve stěně a strmé střeše, z vytápěného do částečně vytápěného prostoru nebo z částečně vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	3,5	2,3
Šikmé střešní okno, světlík a jiná šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu) Jejich kovové rámy přitom musí mít $U_f \leq 2,0$ W/(m <sup>2</sup> ·K), ostatní rámy těchto výplní otvorů musí mít $U_f \leq 1,7$ W/(m <sup>2</sup> ·K).	1,5	1,1
Šikmé střešní okno, světlík a jiná šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného do částečně vytápěného prostoru nebo z částečně vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	2,6	1,7
Lehký obvodový plášť, hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w / A$ , v m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> , kde $A$ je celková plocha lehkého obvodového pláště (LOP), v m <sup>2</sup> ; $A_w$ plocha průsvitné výplně otvoru včetně příslušných částí rámu v LOP, v m <sup>2</sup> . Rámy LOP by přitom měly mít $U_f \leq 2,0$ W/(m <sup>2</sup> ·K).	$f_w \leq 0,50$ $f_w > 0,50$	$0,3 + 1,4 \cdot f_w$ $0,2 + 1,0 \cdot f_w$

## PŘÍLOHA P IV: ZÁTOPOVÝ ČINITEL

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.

# PŘÍLOHA P V: TEPELNÉ ČERPADLO

## MACH MINI

### KONTAKTNÍ INFORMACE:

Výrobce:	TC MACH s.r.o.
Sídlo firmy :	Maničky 5 616 00 Brno
IČO:	26306301
DIČ:	CZ26306301
Provozovna:	U Mostu 590 672 01 Moravský Krumlov
Web:	<a href="http://www.tcmach.cz">http://www.tcmach.cz</a>
Email:	<a href="mailto:tcmach@tcmach.cz">tcmach@tcmach.cz</a>
Telefonní čísla obchodních zástupců:	
Nigrin Martin	+ 420 731 520 246
Jašová Ivana	+ 420 731 520 217
Krischke Marián	+ 420 737 260 793
Nedbal Antonín	+ 420 731 520 220
A partnerské firmy (seznam na webové stránce)	



### PARAMETRY A MOŽNOSTI MACH MINI:

Topný výkon	4-5 kW
Chladicí výkon	3-4 kW
Topný faktor	2,5 - 5
Pro tepelné ztráty objektu:	4-7,5 kW
Maximální provozní proud	3 x 11A
Příkon TČ - běžný provoz	1,6 kW
Maximální příkon TČ - elektrokotel	7,5 kW
Montážní prostory	Viz schémata

### ROZMĚRY SOUSTAVY MACH MINI:

Výška tepelného čerpadla	2 038 mm
Půdorysné rozměry TČ	967 x 648 mm
Hmotnost TČ (bez vodní náplně)	150 kg
Objem boileru	195 litrů
Výška boileru	1 328 mm
Průměr boileru	Ø 584 mm
Hmotnost boileru	95 kg
Maximální teplota topné vody	60/40 °C

### TEPELNÉ ČERPADLO MACH MINI OBSAHUJE:

- Oběhové čerpadlo 1 ks (pro okruh zásobníku TUV)
- Ekvitermní regulaci podlahového vytápění
- Pojist'ovací ventil 2,5 baru
- Záložní zdroj - elektrokotel 7,5 kW

### MACH MINI UMÍ ŘÍDIT:

- 1 topný okruh - s ekvitermním směšováním
- Ohřev TUV
- Možnost trvalého chlazení
- Reverzní odtávání výparníku

### INSTALACE:

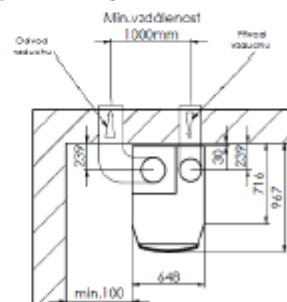
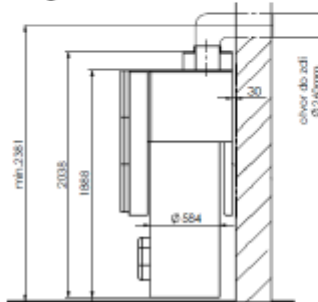
- Zapojení TČ na elektrické rozvody
- Připojení TČ pomocí ohebných flexi hadic:
  - na otopný systém
  - na systém TUV
  - napojení na odpad (kondenzát)
- Namíchání inhibitorů a nemrznoucí směsi na -5°C do okruhu topení i chlazení
- Doba potřebná na instalaci - 1 den

### PŘÍPRAVENOST STAVBY:

- Otvory pro přívod/odvod vzduchu - 2 x kruhový otvor v obvodové zdi o průměru 260 mm
- Přípravenost na odvod kondenzátu
- Technologie potrubí UT a TUV bude vyvedena ve vzdálenosti asi 200 mm vpravo nebo vlevo od stroje a ukončena kulovými kohouty
- Elektrická zásuvka pro 5-ti kolíkovou koncovku 3+N+PE, 16A, 6h
- Jistič 3\*16A/D
- Stíněný kabel k interiérovému čidlu JYTY 2Ax1
- Signál HDO od elektroměru (stačí jeden modrý vodič)

### ÚPRAVY ZA PŘÍPLATEK

- Řízení druhé topné zóny - radiátory
- Řídicí deska TC MACH
  - Možnost vzdálené správy přes internet
  - Ovládání celého systému přes internet
  - Řízení solárního systému
- Rozdělení MACH|MINI
  - Jednotka TČ
  - Bojler



## PŘÍLOHA P VI: VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA



<b>Typ</b>	
Typ	LWZ 70
Objedn. č.	221409
Výška	600 mm
Šířka	560 mm
Hloubka	290 mm
Průtok vzduchu	70-150 m <sup>3</sup> /h
<b>technické údaje</b>	
Stupeň pohotovostní teploty až	90 %
Průměr vzduchové přípojky	125 mm
Hmotnost	25 kg
Jmenovité napětí	230 V
Příkon ventilátoru	80 W
Třída filtru	G3
Hladina akustického tlaku	46 dB(A)

## PŘÍLOHA P VII: TEPELNÉ ZISKY

Místnost	Hodiny												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
zádveří	286	296	309	319	327	348	546	690	<b>732</b>	655	454	323	313
obývací pokoj	654	675	698	719	737	750	<b>759</b>	759	757	747	733	719	706
kuchyně	1186	1417	1574	<b>1604</b>	1587	1531	1349	1083	1082	1072	1062	1046	1032
koupelna	244	263	358	427	<b>458</b>	442	387	305	296	293	287	279	270
ložnice	551	599	792	931	<b>989</b>	959	845	674	644	636	627	615	599
pokoj	319	327	341	359	372	<b>377</b>	373	373	374	368	362	356	345
<b>celkem</b>	3240	3577	4072	4359	<b>4470</b>	4407	4259	3884	3885	3771	3525	3338	3265

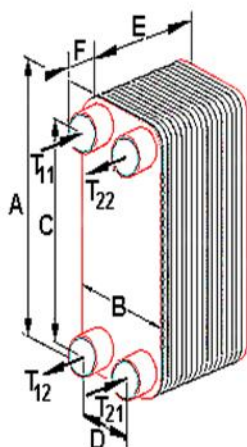
## PŘÍLOHA P VIII: PARAMETRY VÝMĚNÍKU



Typ výměníku tepla  
Danfoss Code

**XB 36-1 10**  
**004B1070**

PED-kategorie	:	PED 97/23/EC Article 3.3	
Výkon	[kW]	1,0	
		Primární	Sekundární strana
		strana	strana
Prutok	[l/s]	0,080	0,080
Teplota na vstupu	[°C]	18,0	14,0
Teplota na výstupu	[°C]	15,0	17,0
Tlaková ztráta	[kPa]	1,9	1,4
Proudení	[m/s]	0,2	0,2
Proudení - kanal	[m/s]	0,076	0,061
<b>FYZIKÁLNÍ ROZMERY</b>			
Pocet / elem.	:	4	5
Objem vody	[l]	0,56	0,70
	[bar]	25	25
Celková teplosmenná plocha	[m <sup>2</sup> ]	0,43	
Celková hmotnost	[kg]	4,1	
<b>FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI</b>			
Primární strana		Voda	
Sekundární strana		Voda	
Tepelná kapacita	[kJ/kgK]	4,184	4,185
Hustota	[kg/m <sup>3</sup> ]	998,7	998,9
	[mNs/m <sup>2</sup> ]		
Viskozita	]	1,105	1,135
Tepelná vodivost	[W/mK]	0,592	0,590
<b>VNEJŠÍ ROZMERY</b>			
	[mm]		
A - 525	B - 119	C - 476	D - 70 E - 32 F - 50



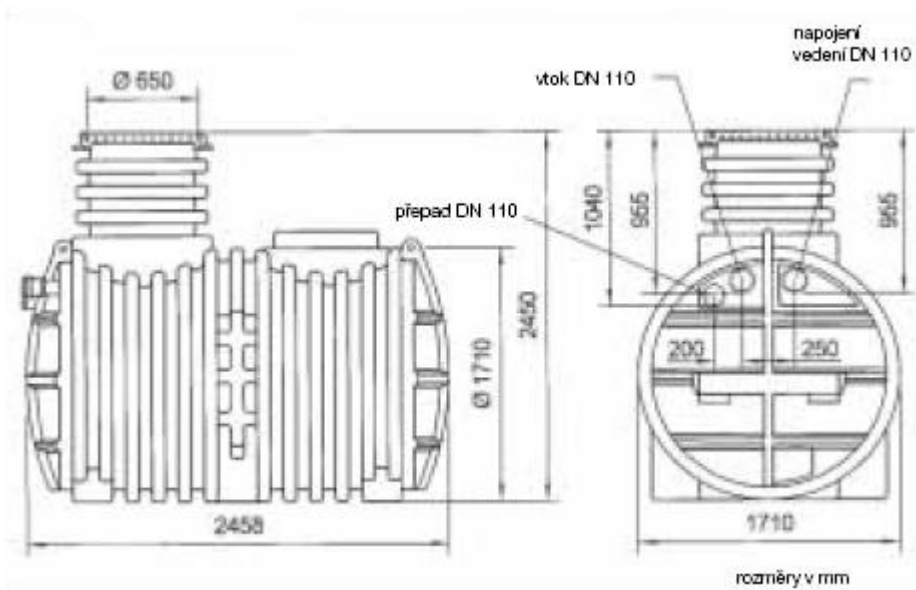
T<sub>11</sub> Primární strana vstup  
T<sub>12</sub> Primární strana výstup  
T<sub>21</sub> Sekundární strana vstup  
T<sub>22</sub> Sekundární strana výstup

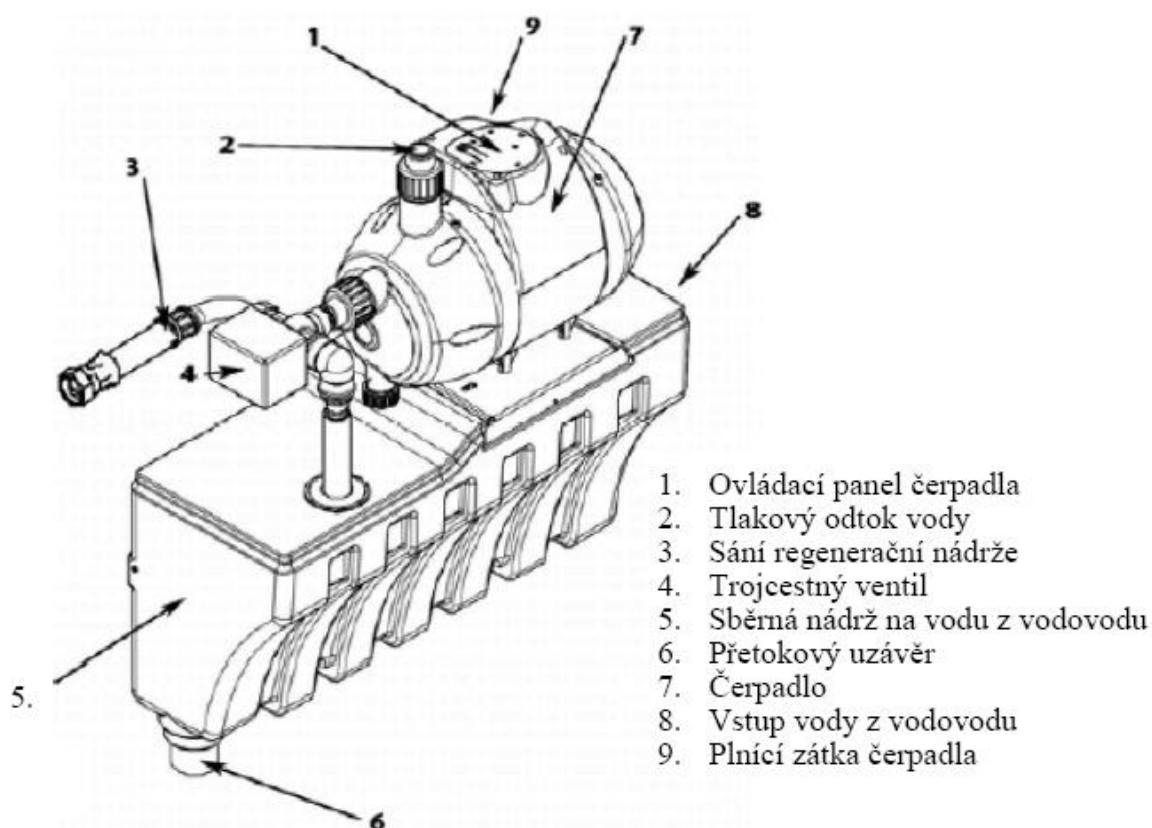


## PŘÍLOHA P IX: VYUŽITÍ DĚŠŤOVÉ VODY



Zásobník na dešťovou vodu





čerpací jednotka essential

Max. průtok (l/min - m <sup>3</sup> /hod)	85-5,1
Max. dopravní výška Hm	45
Teplota čerpané kapaliny	Od +5 -C do 35 -C
Maximální tlak systému	Max. 6 bar
Maximální tlak ve vodovodní síti	Max. 4 bar
Minimální průtok ve vodovodní síti	Min. 10 l/min.
Maximální užitečná výška	15 m
Napájení 1 fáze	230V 50 Hz
Maximální odběr výkonu W	1000
Třída ochrany IP	20
Teplota prostředí	Min. +5 -C, max. +40 -C
Materiál nádrže	PE
Rozměry vodovodního potrubí	%"
Rozměry výstupního potrubí	1"
Rozměry sacího potrubí	1"
Rozměry přetoku	DN50
Max. nadmořská výška m	1000
Hodnota pH vody	4-9
Čidlo hladiny regenerační nádrže	Plovák VYPNUTO/ZAPNUTO s kabelem v délce 20 m
Hmotnost v kg v prázdném stavu	18
Hmotnost v kg za chodu	33



ponorné čerpadlo DIVERTRON

### Technické parametry

	<b><i>E-DEEP 1000</i></b>
<b><i>Jmenovitý výkon</i></b>	900W
<b><i>Maximální průtok</i></b>	95 l/min
<b><i>Maximální výtlak</i></b>	36m
<b><i>Vypínací tlak</i></b>	3,6 barů
<b><i>Spinací tlak</i></b>	2,6 barů (+/- 0,2)
<b><i>Maximální ponor</i></b>	13m
<b><i>Kabel</i></b>	H07RN-F, 15m
<b><i>Hmotnost (cca)</i></b>	11kg
<b><i>Maximální teplota čerpaného média</i></b>	35°C
<b><i>Jmenovité napětí / kmitočet</i></b>	230V/50Hz
<b><i>Hladina hluku (L<sub>WA</sub>)*</i></b>	46 dB (A)

# PŘÍLOHA P X: POUŽITÉ AKTORY A SENZORY PRO OSVĚTLENÍ

## Nástěnné ovladače s krátkocestným ovládáním

## WSB2

### TECHNICKÉ PARAMETRY

VSTUPY	WSB2-20	WSB2-40	WSB2-80
Měření teploty:	AND, vestavěný teplotní senzor, NTC		
Rozsah a přesnost měření teploty:	0.. +55°C ; 0.3°C z rozsahu		
Počet ovládacích tlačítek:	2	4	8

VÝSTUPY			
Indikace:	dvoubarevná LED (červená, zelená)		
Počet:	1	2	4

KOMUNIKACE	
Instalační sběrnice:	CIB

NAPÁJENÍ	
Napájecí napětí/jm. proud:	27 V DC/25 mA, ze sběrnice CIB

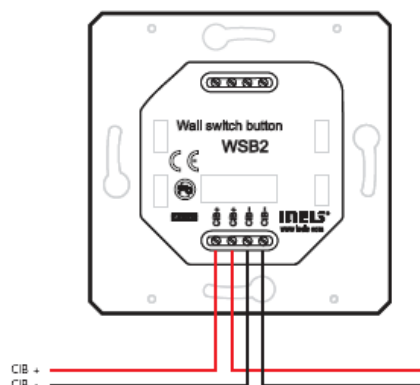
PRIPOJENÍ	
Svorkovnice:	0.5 - 1 mm <sup>2</sup>

PROVOZNÍ PODMÍNKY	
Pracovní teplota:	-20 .. +55 °C
Skladovací teplota:	-30 .. +70 °C
Krytí:	IP 20
Kategorie přepětí:	III.
Stupeň znečištění	2
Pracovní poloha:	libovolná
Instalace:	do instalační krabice

ROZMĚRY A HMOTNOST			
<b>Elegant</b>			
Rozměry:	84 x 89 x 30 mm		
Hmotnost:	68g	68g	70g

LOGUS90:	
Rozměry:	94 x 94 x 30 mm
Hmotnost:	60 g (bez rámečku)

### Zapojení



## DA2-22M

### TECHNICKÉ PARAMETRY

#### VSTUPY

Ovládací vstup:	2 vstupy, spínané potenciálem L
Měření teploty:	ANO, vstup na externí teplotní senzor TC/TZ
Rozsah a přesnost měření teploty:	+15 .. +35°C; 0,3°C z rozsahu
Počet ovládacích tlačítek:	2, na předním panelu

#### VÝSTUPY

Výstup:	2 bezkontaktní výstupy, MOSFET
Typ zátěže:	odporová (žárovková), indukční a kapacitní*
Galvanické oddělení sběrnice a sil. výstupů:	ANO
Izolační napětí mezi výstupy a vnitřními obvody:	3,75 kV, SELV dle EN 60950
Izolační napětí mezi jednot. silovými výstupy:	max. 500 V AC
Minimální výstupní výkon:	10 VA
Maximální výstupní výkon:	500 VA pro každý kanál
Indikace výstupů ON/OFF:	2x žlutá LED

#### KOMUNIKACE

Instalační sběrnice:	CIB
----------------------	-----

#### NAPÁJENÍ

Napájecí napětí/jm. proud:	27 V DC/30 mA, ze sběrnice CIB
Indikace stavu jednotky:	zelená LED RUN

#### PŘIPOJENÍ

Sworkovnice:	max. 2,5 mm <sup>2</sup> /1,5 mm <sup>2</sup> s dutinkou
--------------	--

#### PROVOZNÍ PODMÍNKY

Pracovní teplota:	-20 .. +35 °C
Skladovací teplota:	-30 .. +70 °C
Stupeň krytí:	IP 20 přístroj, IP 40 se zákrytem v rozvaděči
Kategorie odolnosti proti teple a ohni:	FR-0
Kategorie (imunita) protirázům:	třída 2
Jmenovité impulsní napětí:	2,5 kV
Kategorie přepětí:	III.
Stupeň znečištění:	2
Pracovní poloha:	svislá
Instalace:	do rozvaděče na DIN lištu EN 60715
Provedení:	3-MODUL

#### ROZMĚRY A HMOTNOST

Rozměry:	90 x 52 x 65 mm
Hmotnost:	136 g

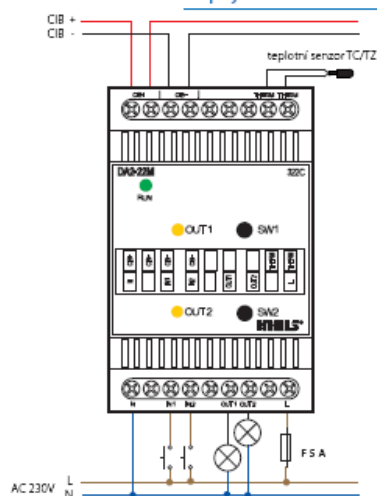
\*Upozornění: není dovoleno připojovat současně zátěže indukčního a kapacitního charakteru na stejný kanál.

## Stmívací dvoukanálový aktor



EAN kód  
0A2-22M 8595188131353

### Zapojení

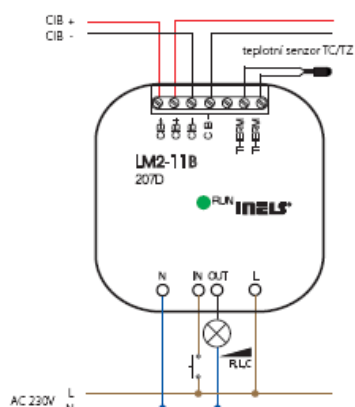


## Stmívací jednokanálový aktor



EAN kód  
LM2-11B 8595188131131

### Zapojení



### Typy připojitelných zátěží



## LM2-11B

### TECHNICKÉ PARAMETRY

#### VSTUPY

Vstup:	1x splněný potenciálem L
Měření teploty:	ANO, vstup na externí teplotní senzor TC/TZ
Rozsah a přesnost měření teploty:	-20 - +100°C; 0,5°C z rozsahu

#### VÝSTUPY

Typ výstupu:	bezkontaktní, MOSFET
Typ připojitelné zátěže:	odporová (žárovková), indukční a kapacitní
Galvanické oddělení sběrnice a síl. výstupů:	ANO
Izolační napětí mezi výstupem a vnitřními obvodů:	3,75 kV, SELV dle EN 60950
Spínané napětí:	230 V AC
Minimální výstupní výkon:	10 VA
Maximální výstupní výkon:	250 VA
Jištění:	vnitřní elektronická vratná pojistka

#### KOMUNIKACE

Instalační sběrnice:	CIB
----------------------	-----

#### NAPÁJENÍ

Napájecí napětí/jm. proud:	27 V DC/25 mA, ze sběrnice CIB
Indikace stavu jednotky:	zelená LED RUN

#### PŘIPOJENÍ

Datové:	svorkovnice, 0,5 - 1 mm <sup>2</sup>
Silové vstupy/výstupy:	4x kabel CY, průřez 0,75 mm <sup>2</sup> , délka 90 mm

#### PROVOZNÍ PODMÍNKY

Pracovní teplota:	-20 .. +55 °C
Skladovací teplota:	-30 .. +70 °C
Krytí:	IP 30
Účel řídicího zařízení:	provozní řídicí zařízení
Konstrukce řídicího zařízení:	samosané řídicí zařízení
Charakteristika automat. působení:	1.B.E
Kategorie odolnosti proti teplotě a ohni:	FR-0
Kategorie (imunita) protirázům:	třída 2
Jmenovité impulsní napětí:	2,5 kV
Kategorie přepětí:	III.
Stupeň znečištění:	2
Pracovní poloha:	libovolná
Instalace:	do instalační krabice

#### ROZMĚRY A HMOTNOST

Rozměry:	49 x 49 x 21 mm
Hmotnost:	45 g

\*Upozornění: není dovoleno připojovat současně zátěže indukčního a kapacitního charakteru na stejný kanál.

## SA2-01B, SA2-02B

### TECHNICKÉ PARAMETRY

VSTUPY	SA2-01B	SA2-02B
Měření teploty:	ANO, vstup na externí teplotní senzor TC/TZ	
Rozsah a přesnost měření teploty:	-20 .. +100°C; 0,5°C z rozsahu	

### VÝSTUPY

Výstup:	1x spínací 16 A/AC1	2 x spínací 8 A/AC1
Spínané napětí	250 V AC1, 24 V DC	
Spínaný výkon:	4000 VA/AC1, 384 W/DC	2000 VA/AC1, 192 W/DC
Spíчковý proud:	30 A/<3s	
Izolační napětí mezi reléovými výstupy a vnitřními obvody:	3,75 kV, SELV dle EN 60950	
Izolační napětí mezi jednotlivými reléovými výstupy RE1-RE2:	x	1000 V AC
Minimální spínaný proud:	100 mA	
Frekvence spínání bez zátěže:	1200 min <sup>-1</sup>	
Frekvence spínání se jm. zátěží:	6 min <sup>-1</sup>	
Mechanická životnost:	3 x 10 <sup>7</sup>	
Elektrická životnost AC1:	0,7 x 10 <sup>6</sup>	
Indikace výstupu:	červená LED	2x červená LED

### KOMUNIKACE

Instalační sběrnice:	CIB
----------------------	-----

### NAPÁJENÍ

Napájecí napětí/jm. proud:	27 V DC/40 mA	27 V DC/60 mA
Indikace stavu jednotky:	zelená LED RUN	

### PŘIPOJENÍ

Datové:	svorkovnice, 0,5 - 1 mm <sup>2</sup>
Silové:	2x vodič CY, průřez 2,5 mm <sup>2</sup> 4x vodič CY, 2,5 mm <sup>2</sup>

### PROVOZNÍ PODMÍNKY

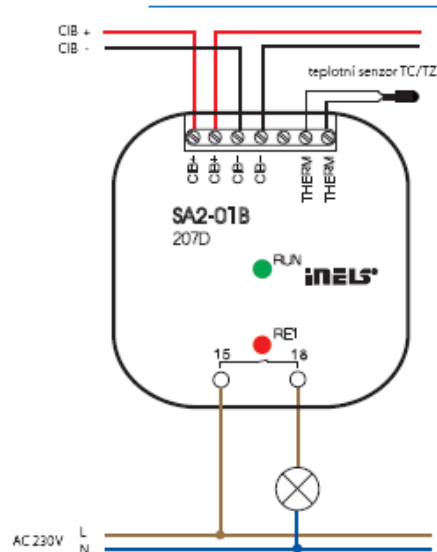
Pracovní teplota:	-20 .. +55 °C
Skladovací teplota:	-30 .. +70 °C
Stupeň krytí:	IP 30
Účel řídicího zařízení:	provozní řídicí zařízení
Konstrukce řídicího zařízení:	samostatné řídicí zařízení
Charakteristika automat. působení	1.B.E
Kategorie odolnosti proti teple a ohni	FR-0
Kategorie (imunita) protirázům:	třída 2
Jmenovité impulsní napětí:	2,5 kV
Kategorie přepětí:	III.
Stupeň znečištění:	2
Pracovní poloha:	libovolná
Instalace:	do instalační krabice

### ROZMĚRY A HMOTNOST

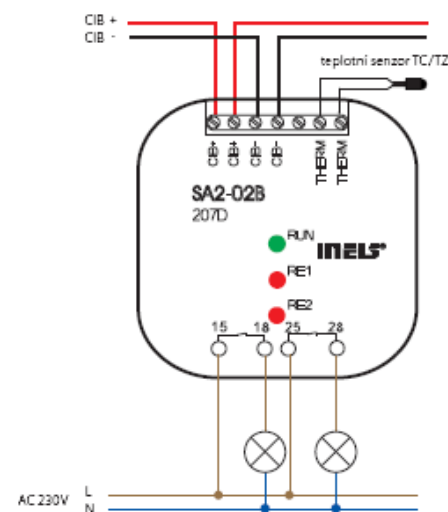
Rozměry:	49 x 49 x 21 mm
Hmotnost:	43 g                      63 g

## Spínací aktory

### Zapojení SA2-01B

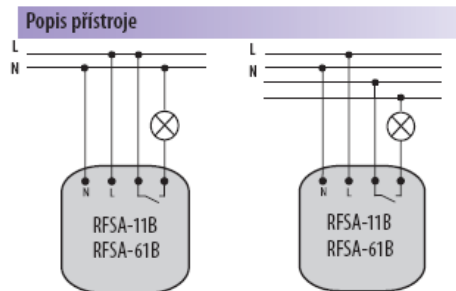


### Zapojení SA2-02B



## RF přijímač: Spínací aktor RFSA-11B

Technické parametry	RFSA-11B	RFSA-61B	RFSA-62B
Napájecí napětí:	230 V AC		
Příkon zdánlivý:	7 VA / $\cos \varphi = 0.1$		
Příkon ztrátový:	0.7 W		
Tolerance napájecího napětí:	+10%; -15 %		
<b>Výstup</b>			
Počet kontaktů:	1x spínací (Ag <sub>5</sub> SnO <sub>2</sub> )	2 x spínací (Ag <sub>5</sub> SnO <sub>2</sub> )	
Jmenovitý proud:	16 A / AC1	8 A / AC1	
Spínaný výkon:	4000 VA / AC1, 384 W / DC	2000 VA / AC1	
Spíchkový proud:	30 A / <3 s	10 A / <3 s	
Spínané napětí:	250 V AC1 / 24 V DC	250 V AC1	
Min. spínaný výkon DC:	500 mW	500 mW	
Mechanická životnost:	3x10 <sup>7</sup>	1x10 <sup>7</sup>	
Elektrická životnost (AC1):	0.7x10 <sup>6</sup>	1x10 <sup>5</sup>	
<b>Ovládání</b>			
RF povelom vysílače:	868 MHz		
Manuální ovládání:	tlačítko PROG (ON/OFF)		
Dosah na volném prostranství:	až 200 m	až 100 m	
<b>Další údaje</b>			
Pracovní teplota:	-15 až +50 °C		
Pracovní poloha:	libovolná *		
Upevnění:	volné na přívodních vodičích		
Krytí:	IP 30		
Kategorie přepětí:	III.		
Stupeň znečištění:	2		
Vývody (drát CY, průřez):	2x 0.75 mm <sup>2</sup> , 2x 2.5 mm <sup>2</sup>	drát CY, průřez 4x0.75 mm <sup>2</sup>	
Délka vývodů:	90 mm		
Rozměr:	49x49x21 mm		
Hmotnost:	46 g		
Související normy:	EN 60669, EN 300 220, EN 301 489 směrnice RTTE, NVC.426/2000Sb(směrnice 1999/ES)		





# PŘÍLOHA P XI: POUŽITÉ PRVKY PRO ŘÍZENÍ VYTÁPĚNÍ

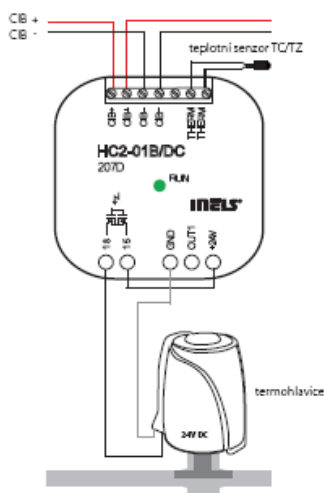
## Ovladač termohlavic

HC2-01B/DC



EAN kód  
HC2-01B/DC 8595188131322

### Zapojení HC2-01B/DC



## HC2-01B

### TECHNICKÉ PARAMETRY

	HC2-01B/AC	HC2-01B/DC
Měření teploty:	ANO, vstup na externí teplotní senzor, TC/TZ	
Rozsah a přesnost měření teploty:	-20 .. +100°C, 0,5°C z rozsahu	
Napětový výstup/max.proud:	x	0-10 V/10 mA
Výstup (napájení 24V DC pro termohlavice):	x	24V DC 250mA
Tranzistorový výstup:	Optimos relé	
Max. splnané napětí:	230 V AC	30 V AC
Max. proud zátěže:	0.15 A / 230V AC	0.5 A
Odpor o sepnutém stavu:	x	0.34 Ω
Rychlost sepnutí/rozepnutí:	0.5 cyklu	5/3 ms
Frekvence splnaného napětí	20-500 Hz	x
Splnání v nule:	Ano	x
Galvanické oddělení mezi výstupem a vnitřními obvody:	Ano	x
Izolační napětí mezi výstupem a vnitřními obvody:	3.75 kV, SELV dle EN 60950	x

### KOMUNIKACE

Instalační sběrnice:	CIB
Indikace stavu jednotky:	zelená LED RUN

### NAPÁJENÍ

Napájecí napětí/jm. proud:	27 VDC/20 mA, ze sběrnice CIB
Jmenovitý proud jednotky při plném zatížení výstupu 24V DC:	x 27V DC/270mA, ze sběrnice CIB

### PRIPOJENÍ

Svorkovnice:	0.5 - 1 mm <sup>2</sup>
Výstupy:	2 x kabel CY 5 x kabel CY, průřez 0.7mm <sup>2</sup> , délka 90mm

### PROVOZNÍ PODMÍNKY

Pracovní teplota:	-20 .. +55 °C
Skladovací teplota:	-30 .. +70 °C
Stupeň krytí:	IP 30
Účel řídicího zařízení	provozní řídicí zařízení
Konstrukce řídicího zařízení	samostatné řídicí zařízení
Charakteristika automatického působení:	1.B.E
Kategorie odolnosti proti teple a ohni	FR-0
Kategorie (imunita) protirázům:	třída 2
Jmenovité impulsní napětí:	2.5 kV
Kategorie přepětí:	III.
Stupeň znečištění	2
Pracovní poloha:	libovolná
Instalace:	do instalační krabice

## Termopohon ALPHA AA 24 V



EAN kód  
Alpha AA 24V NC 403160200293  
Alpha AA 24V NO 403160200316

- **Použití**  
Regulování termostatických ventilů podlahového, radiátorového a konvektorového vytápění.

### TECHNICKÉ PARAMETRY

Provozní napětí:	24 V AC, 50/60 Hz
Přikon:	1,8 W / 250 mA na max 2 min
Ochranná třída:	IP 54/II
Nastavení:	4 mm
Stavěcí síla:	100 N ± %
Připojení:	2 x 0,75 mm <sup>2</sup>
Délka vodiče:	1 m
Barva:	bílá RAL 9003
Rozměry w/s/h:	55+5/44/61 mm

## IDRT2-1

### TECHNICKÉ PARAMETRY

#### VSTUPY

Měření teploty:	ANO, vestavěný teplotní senzor, NTC
Rozsah a přesnost měření teploty:	0...+55°C; 0,3°C z rozsahu
Korekce okruhu vytápění/chlazení:	±3°C
Manuální ovládání okruhu vytápění/chlazení:	4x tlačítko

#### KOMUNIKACE

Instalační sběrnice:	CIB
Zobrazení:	znakový displej
Podsvícení displeje:	ANO

#### NAPÁJENÍ

Napájecí napětí/vjm. proud:	27 VDC/20 mA
-----------------------------	--------------

#### PŘIPOJENÍ

Svorkovnice:	0,5 - 1 mm <sup>2</sup>
--------------	-------------------------

#### PROVOZNÍ PODMÍNKY

Pracovní teplota:	0...+50 °C
Stupeň krytí:	IP 20
Kategorie přepětí:	III.
Stupeň znečištění:	2
Pracovní poloha:	svislá, svorkou CIB dolů
Instalace:	do instalační krabice

#### ROZMĚRY A HMOTNOST

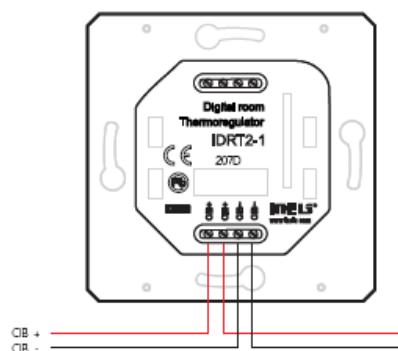
Rozměry:	90 x 52 x 65 mm
Hmotnost:	82 g

## Digitální pokojový termoregulátor



EAN kód  
IDRT2-1 8595188131007

### Zapojení

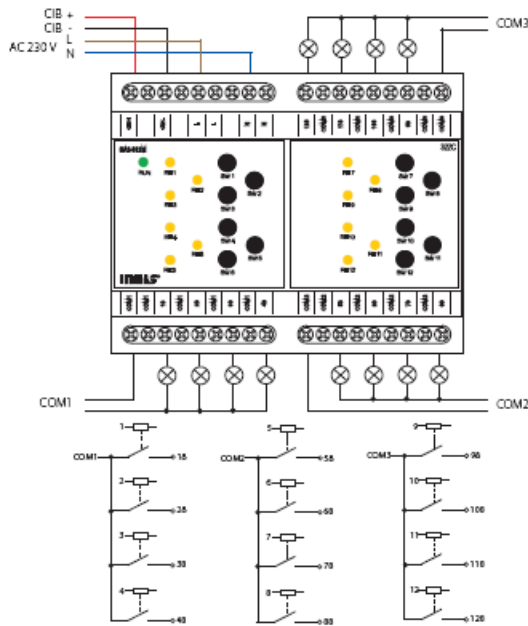


## Spínací dvanáctikanálový aktor



EAN kód  
SA2-012M 8595188131513

### Zapojení



## SA2-012M

### TECHNICKÉ PARAMETRY

#### VÝSTUPY

Výstup:	12 x spínač 8 A/AC1 viz. tabulka str. 57
Spínané napětí:	250 V AC1, 30 V DC
Spínaný výkon:	2000 VA/AC1, 240 W/DC
Spíчковý proud:	20 A/<3s
Izolační napětí mezi reléovými výstupy a vnitřními obvody:	3,75 kV, SELV dle EN 60950
Izolační napětí mezi jednotlivými reléovými výstupy RE1-RE4; RE5-RE8; RE9-RE12:	1000 V AC
Max. proud jednou společnou svorkou:	16 A
Minimální spínaný proud:	10 mA / 10 V
Frekvence spínání bez zátěže:	300 min <sup>-1</sup>
Frekvence spínání se jm. zátěží:	15 min <sup>-1</sup>
Mechanická životnost:	1 x 10 <sup>7</sup>
Elektrická životnost AC1:	1 x 10 <sup>6</sup>
Indikace výstupu:	12 x 2lutá LED

#### KOMUNIKACE

Instalační sběrnice:	CIB
Indikace stavu jednotky:	zelená LED RUN

#### NAPÁJENÍ

Napájecí napětí/jm. proud:	230 V AC/50 mA
----------------------------	----------------

#### PŘIPOJENÍ

Svorkovnice:	max. 2,5 mm <sup>2</sup> /1,5 mm <sup>2</sup> s dutinkou
--------------	--

#### PROVOZNÍ PODMÍNKY

Pracovní teplota:	-20 .. +55 °C
Skladovací teplota:	-30 .. +70 °C
Stupeň krytí:	IP 20 přístroj, IP 40 se zákrtem v rozvaděči
Kategorie odolnosti proti teple a ohni:	FR-0
Kategorie (imunita) protirázčm:	třída 2
Jmenovité impulsní napětí:	2,5 kV
Kategorie přepětí:	III.
Stupeň znečištění:	2
Pracovní poloha:	libovolná
Instalace:	do rozvaděče na DIN lištu EN 60715
Provedení:	6-MODUL

## Termopohon ALPHA AA 230 V



EAN kód  
Alpha AA 230V, NC 4031602000286  
Alpha AA 230V, NO 4031602000309

#### → Použití

Regulování termostatických ventilů podlahového, radiátorového a konvektorového vytápění.

### TECHNICKÉ PARAMETRY

Provozní napětí:	230 V, 50/60 Hz
Příkon:	1,8 W / 300 mA pro max.200 ms
Ochranná třída:	IP 54/II
Nastavení:	4 mm
Stavěcí síla:	100 N ± %
Připojení:	2 x 0,75 mm <sup>2</sup>
Délka e:	1 m
Barva:	bílá RAL 9003
Rozměry w/s/h:	55+5/44/61 mm

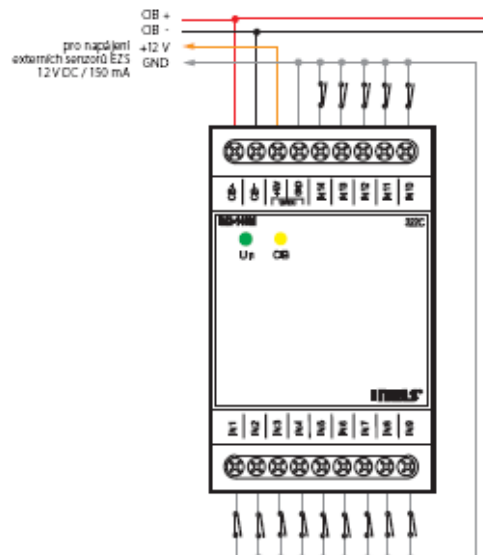
# PŘÍLOHA P XII: PRVKY EZS A EPS

## Jednotka binárních vstupů



EAN kód  
M2-140M 8985186131094

### Zapojení



## IM2-140M

### TECHNICKÉ PARAMETRY

#### VSTUPY

Vstup: 14x spínač nebo rozpnáč proti GND (-)  
INI - IN7 - možnost vyvážení

#### VÝSTUPY

Výstup (napájení 12V pro senzory): 12 V DC/150 mA

#### KOMUNIKACE

Instalační sběrnice: CIB  
Indikace datového přenosu: žlutá LED

#### NAPÁJENÍ

Napájecí napětí/jm. proud: 27 V DC/25 mA, ze sběrnice CIB  
Jmenovitý proud jednotky  
při plném zatížení výstupu 12 V DC: 100 mA  
Indikace napájecího napětí: zelená LED Un

#### PŘIPOJENÍ

Švorkovnice: max. 2,5 mm<sup>2</sup>/1,5 mm<sup>2</sup> s dutinkou

#### PROVOZNÍ PODMÍNKY

Pracovní teplota: -20 .. +55 °C  
Skladovací teplota: -30 .. +70 °C  
Krytí: IP 20 přístroj, IP 40 se zákrytem v rozvaděči  
Kategorie přepětí: III.  
Stupeň znečištění: 2  
Pracovní poloha: libovolná  
Instalace: do rozvaděče na DIN lištu EN 60715  
Provedení: 3-MODUL

#### ROZMĚRY A HMOTNOST

Rozměry: 90 x 52 x 65 mm  
Hmotnost: 102 g

## Jednotka binárních vstupů

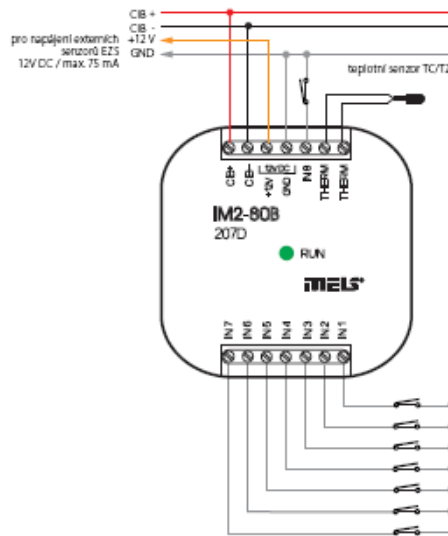
## IM2-80B

IM2-80B



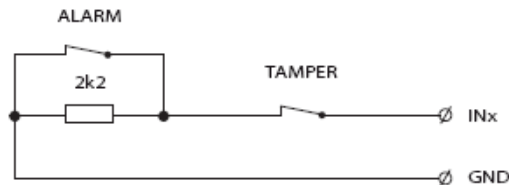
EAN kód  
IM2-80B 8595188131103

### Zapojení IM2-80B

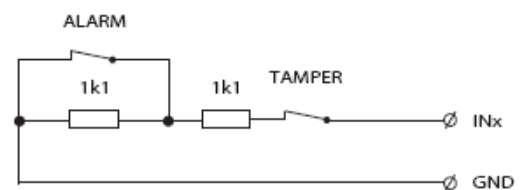


### Vyvážení vstupů

Jednoduché:



Dvojité:



### TECHNICKÉ PARAMETRY

#### VSTUPY

Vstup IM2-20B:	2x spínací nebo rozpnací proti GND (-) IN1, IN2 - možnost vyvážení
Vstup IM2-40B:	4x spínací nebo rozpnací proti GND (-) IN1, IN2 - možnost vyvážení
Vstup IM2-80B:	8x spínací nebo rozpnací proti GND (-) IN1 - IN8 vyvážené vstupy
Měření teploty:	ANO, vstup na externí teplotní senzor TC/TZ
Rozsah / přesnost měření teploty:	-20 .. +100°C / 0,5°C z rozsahu

#### VÝSTUPY

Výstupní napětí / proud:	12 V DC / 75 mA, pro napájení EZS senzorů
--------------------------	---

#### KOMUNIKACE

Instalační sběrnice:	CIB
Indikace stavu jednotky:	zelená LED RUN

#### NAPÁJENÍ

Napájecí napětí/jm. proud:	27 V DC / 15 mA, ze sběrnice CIB
Jmenovitý proud IM2-20B a IM2-40B při plném zatížení výstupu 12 V DC:	60 mA
Jmenovitý proud jednotky při plném zatížení výstupu 12 V DC u IM2-80B:	100 mA

#### PŘIPOJENÍ

Svarkovnice:	0,5 - 1 mm <sup>2</sup>
Vstupy IM2-20B:	4x vodič CY, průřez 0,75 mm <sup>2</sup> , délka 90 mm
Vstupy IM2-40B:	6x vodič CY, průřez 0,75 mm <sup>2</sup> , délka 90 mm

#### PROVOZNÍ PODMÍNKY

Pracovní teplota:	-20 .. +55 °C
Skladovací teplota:	-30 .. +70 °C
Krytí:	IP 30
Kategorie přepětí:	II.
Stupeň znečištění:	2
Pracovní poloha:	libovolná
Instalace:	do instalační krabice

#### ROZMĚRY A HMOTNOST

Rozměry:	49 x 49 x 13 mm
Hmotnost:	IM2-20B - 30 g, IM2-40B - 32 g, IM2-80B - 24 g

## Optický detektor kouře SD-280

### TECHNICKÉ PARAMETRY

Napájecí napětí/proud:	9-15 V DC / 2,5 mA
Výstupy:	
- poplachový - OUT	60 W / 100 mA max.
- sabotážní (poruchový) TMP	R = 68 Ω
Detekce kouře	optický rozptyl světla
Citlivost detektoru kouře	m = 0,11 ± 0,13 dB/m dle ČSN EN 14 604
Detekce teplot	třída 2 dle ČSN EN 54-5
Poplachová teplota	+60 °C až +70 °C
Akustický výkon šířiny:	85 dB/m
Určeno pro prostředí:	vnitřní všeobecné
Rozsah pracovních teplot	-10 °C .. +70 °C
Krytí:	IP 40 (ČSN EN 60 529)
Instalace:	na rovnou plochu
Rozměry:	průměr 126, výška 65 mm
Hmotnost:	238,7 g



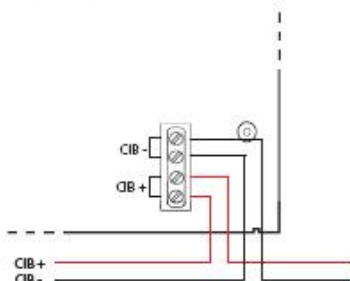
EAN kód  
SD-280 859405233952

## Zabezpečovací klávesnice



EAN kód  
KEY2-01 8595188131124  
KEY2-01/R 8595188131117

### Zapojení



## KEY2-01, KEY2-01/R

### TECHNICKÉ PARAMETRY

#### KOMUNIKACE

Instalační sběrnice: CIB

#### DISPLEJ

Počet znaků: 2 x 16 znaků  
Technologie displeje: COB  
Velikost displeje: 99 x 24 mm  
Velikost fontu: 4,84 x 9,66 mm  
Podsvícení: aktivní  
Ovládací kódy: 4 až 8 znaků  
Počet pokusů zadání kódu: nastavitelný

#### ČTEČKA KARET (KEY2-01/R)

Typ: RFID 125 kHz ± 6 kHz  
Podporované karty: ISO Card Unique  
IC Typ: Unique 64 Bits RF/64 ASK Manchester

#### NAPÁJENÍ

Napájecí napětí/jm. proud: 24 V DC/90 mA, ze sběrnice CIB

#### PŘIPOJENÍ

Svrkovnice: 1 mm<sup>2</sup>

#### PROVOZNÍ PODMÍNKY

Třída prostředí: II, vnitřní všeobecně -10...+40 °C  
Stupeň krytí: IP 40  
Pracovní poloha: libovolná  
Instalace: na rovnou plochu

#### ROZMĚRY A HMOTNOST

Rozměry: 148 x 122 x 32 mm  
Hmotnost: 307 g

## PIR detektor pohybu osob JS-20 „LARGO“



EAN kód  
JS-20 8594062532166

### TECHNICKÉ PARAMETRY

Napájecí napětí/proud:	12 V DC ± 5% / max. 35 mA
Detekční vzdálenost:	12 m
Úhel detekce:	120° (se základní čarou)
Doporučená instalační výška:	2,5 m nad úroveň podlahy
Doba stabilizace po zapnutí:	max. 180 s
Zatížitelnost výstupu PIR:	spínač max. 60 W/50 mA vnitřní odpor max. 30 Ω
Zatížitelnost sabotážního výstupu TMP:	spínač max. 60 W/50 mA vnitřní odpor max. 16 Ω
Klasifikace dle ČSN EN 50131-1:	stupeň 2. (střední riziko)
Prostředí dle ČSN EN 50131-1:	vnitřní všeobecně
Pracovní teplota:	-10...+55 °C
Max. průřez připojovacích vodičů:	1 mm <sup>2</sup>
Instalace:	na rovnou plochu
Rozměry:	110 x 60 x 55 mm
Hmotnost:	120 g

## Detektor rozbití skla GBS-210 „VIVO“



EAN kód  
GBS-210 8594062532675

### TECHNICKÉ PARAMETRY

Napájecí napětí/proud:	12 V DC ± 25% / max. 35 mA
Zatížitelnost sabotážního výstupu:	spínač max. 60 W/50 mA vnitřní odpor max. 16 Ω
Zatížitelnost poplachového výstupu:	spínač max. 60 W/50 mA vnitřní odpor max. 30 Ω
Detekční vzdálenost:	do 9 m
Minimální plocha okenní výplně:	0,6 x 0,6 m
Doba stabilizace po zapnutí:	max. 60 s
Klasifikace dle ČSN EN 50131-1:	stupeň 3 (střední až vysoké riziko)
Prostředí dle ČSN EN 50131-1:	II, vnitřní všeobecně
Rozsah pracovních teplot:	-10 °C...+40 °C
Max. průřez připojovacích vodičů:	1 mm <sup>2</sup>
Instalace:	na rovnou plochu
Rozměry:	100 x 40 x 24 mm
Hmotnost:	120 g
Výrobek je označen evropskou značkou shody CE	

## PŘÍLOHA P XIII: PRVKY PRO GSM A INTERNET

### GSM2-01

#### TECHNICKÉ PARAMETRY

##### KOMUNIKACE

Komunikační rozhraní:	RS232, pro komunikaci s CU2-01M
Typ použitého GSM modulu:	Wireless Module MC551
GSM síť:	Quad-band 850, 900 a 1800,1900 Mhz
Počet informačních SMS:	max. 80 (48+32)
Počet přednastavených čísel:	max 32
Indikace přenosu:	červená LED

##### NAPAJENÍ

Napájecí napětí/m. proud:	27 V DC/250 mA
Indikace napájecího napětí:	zelená LED

##### PRIPOJENÍ

Svorkovnice:	max. 2.5 mm <sup>2</sup> /1.5 mm <sup>2</sup> s dutinkou
--------------	--

##### PROVOZNÍ PODMÍNKY

Pracovní teplota:	-20 .. +55 °C
Skladovací teplota:	-30 .. +70 °C
Stupeň krytí:	IP 20 přístroj, IP 40 se zákrytem v rozvaděči
Kategorie přepětí:	III.
Stupeň znečištění:	2
Pracovní poloha:	libovolná
Instalace:	na DIN lištu EN 60715
Provedení:	3-MODUL

##### ROZMĚRY A HMOTNOST

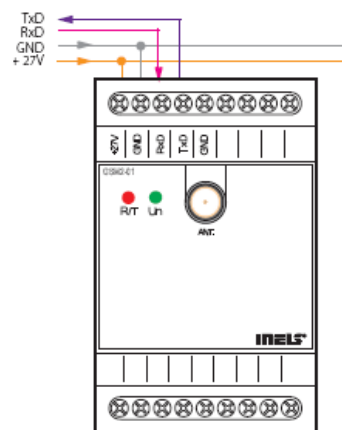
Rozměry:	90 x 52 x 65 mm
Hmotnost:	128 g

### GSM komunikátor



EAN kód  
GSM2-01 8595188131063

#### Zapojení



### Operátorské panely Touch 11/PCB

#### TECHNICKÉ PARAMETRY

##### TOUCH 11/PCB

Displej	TFT LCD, úhlopříčka 5,7"
Rozlišení displeje	640x480 bodů, 262 144 barev
Podsvícení displeje	bílými LED diodami
Dotykový panel	s odporovou technologií

##### PROCESOVÝ MODUL

Procesor	AMD GEODE LX800
Paměť	256 MB RAM, CompactFlash 512 MB
Základní deska, periferie	VGA, 2x RS232, 4x USB, 1x Ethernet RJ-45, 1x LPT, 1x PS2 (klávesnice a myš), 1x IRDA 115 kb/s, 1x audio

#### Touch 11/PCB



EAN kód  
Touch 11/PCB 8595188139090