

# **Informační systém rodinného domu**

Information System of the house

Bc. Vladimír Čepička

---

Diplomová práce  
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Vladimír ČEPIČKA  
Osobní číslo: A09731  
Studijní program: N 3902 Inženýrská informatika  
Studijní obor: Bezpečnostní technologie, systémy a management

Téma práce: Informační systém rodinného domu

### Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši uplatnění informačních systémů u rodinných domů.
2. Podle výsledků analýzy literární rešerše vypracujte typové řešení informačního systému pro ideální rodinný dům pro hlavní funkce: sledování, vyhodnocování informací a jejich zpracování, bezpečnostní zabezpečení a varování v rodinném domě.
3. Definujte základní parametry vnitřního prostředí pro teploty, stav výplní otvorů oken a dveří, bezpečnost z pohledu úniku plynů, zatopení, pohybu osob.
4. Navrhněte systémovou strukturu vlastního řešení pro vyhodnocování dovolených stavů, kontrolu regulace teploty, zpracování a vyhodnocování informací a jejich dostupnost na centrální jednotce a s možností budoucího doplnění přenosu přes GSM.
5. Vypracujte úvodní projekt vlastního informačního systému rodinného domu.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. Křeček, S a kol. Příručka zabezpečovací techniky. 2. vyd. Cricetus, 2003. 351 s. ISBN 80-902938-2-4.
2. Krejčířík A. SMS - střežení a ovládání objektů pomocí mobilu a SMS, GSM pagery a alarmy. 1. vyd. Praha : BEN - technická literatura, 2004. 303 s. ISBN 80-7300-082-2.
3. Hermann Merz, Thomas Hansemann, Christof Hübner. Automatizované systémy budov. 1. vyd. Praha : Grada, 2008. 261 s. ISBN 978-80-247-2367-9.
4. Valeš, Miroslav. Inteligentní dům. 2. vyd. Brno : Era, 2008. 123 s. ISBN 978-80-7366-137-3.
5. Klánová, Kateřina. Výskyt plísní v nedostatečně větraných místnostech domů s novými okny : Tepelná ochrana budov. Roč. 12, 6, 2009, s. 34-36. ISSN 1213-0907.
6. Pavel Rydlo. Projekt energeticky úsporného domu. Stavitel. Roč. 16, 6, 2008, s. 32-34. ISSN 1210-4825.
7. Dušan Petráš a kolektiv. Vytápění rodinných a bytových domů. 1. vyd. Bratislava : Jaga, 2005. 246 s. ISBN 80-8076-020-9.
8. Jaroslav Dufka. Vytápění domů a bytů. 2. vyd. Praha : Grada, 2004. 99 s. ISBN 80-247-0642-3.
9. HRUŠKA, F. Projektování řídicích a informačních systémů. Učební texty. 1.vyd. Zlín: UTB ve Zlíně, 2010, 175 s. ISBN 978-80-7318-979-2.

Vedoucí diplomové práce:

**doc. Ing. František Hruška, Ph.D.**

Ústav elektroniky a měření

Datum zadání diplomové práce:

**25. února 2011**

Termín odevzdání diplomové práce:

**27. května 2011**

Ve Zlíně dne 25. února 2011



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

*děkan*



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.

*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá uplatněním informačního systému v rodinném domě. Je navržena základní struktura informačního systému a následně jeho praktická implementace. Jsou rozebrány parametry rodinného domu, které lze měřit, analyzovat a následně je použít pro zajištění životních potřeb a zvýšení komfortu bydlení. Hlavním cílem je vytvořit informační systém, který bude flexibilní, snadno instalovatelný a finančně snadno dosažitelný.

Klíčová slova:

Informační systém, teplota, vlhkost, rodinný dům, komfort, vzduchotechnika, čidla, sběrnice, Dallas, jednovodičová sběrnice

## **ABSTRACT**

Thesis is speaking about using information system in family house. There is designed basic structure of information system and its practical implementation. There are described parameters of family house, we are able to measure, analyze and use his information for our live requirements or for making better living comfort. Main target is create information system, that will be flexible, easy for install and accessible for everyone.

Keywords:

Information system, temperature, humidity, family house, comfort, air conditioning, sensors, bus, Dallas, 1wire bus

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Františku Hruškovi, Ph.D. za zadání zajímavého tématu i za odborné a cenné rady při řešení vzniklých problémů.

**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>11</b>
<b>I. TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>1 LITERÁRNÍ REŠERŠE UPLATNĚNÍ INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ U RODINNÝCH DOMŮ</b> .....	<b>13</b>
1.1 INTELIGENTNÍ RODINNÝ DŮM .....	13
1.1.1 STUPNĚ INTELIGENCE RODINNÉHO DOMU .....	13
1.1.2 CO LZE INTEGROVAT .....	16
1.2 ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉMY RODINNÉHO DOMU .....	19
1.2.1 ELEKTRONICKÝ ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉM (EZS) .....	20
1.2.2 PRVKY PROSTOROVÉ OCHRANY .....	21
1.2.3 ÚSTŘEDNA ELEKTRICKÉHO ZABEZPEČOVACÍHO SYSTÉMU.....	26
1.2.4 OVLÁDÁNÍ EZS.....	27
1.2.5 ELEKTRICKÁ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE - EPS .....	28
1.2.6 KAMEROVÉ SYSTÉMY CCTV .....	29
1.3 REGULACE.....	30
1.3.1 REGULACE A OVLÁDÁNÍ.....	30
1.3.2 TYPY REGULÁTORŮ.....	31
<b>2 TYPOVÉ ŘEŠENÍ INFORMAČNÍHO SYSTÉMU PRO IDEÁLNÍ RODINNÝ DŮM</b> .....	<b>34</b>
2.1 PŘIPRAVENOST RODINNÉHO DOMU .....	34
2.2 PROPOJENÍ VŠECH PRVKŮ INFORMAČNÍHO SYSTÉMU .....	34
2.3 OVLÁDÁNÍ SILOVÝCH ČÁSTÍ .....	35
2.4 PRVKY SVĚTELNÉ POHODY.....	35
2.5 PRVKY TEPELNÉ POHODY .....	36
2.6 PRVKY ZABEZPEČENÍ DOMU .....	36
2.7 MODUL PRO VYHODNOCENÍ A ZPRACOVÁNÍ INFORMACÍ.....	36
2.8 MODULY PRO VAROVÁNÍ .....	37
2.9 MODUL UCHOVÁVÁNÍ HISTORICKÝCH DAT .....	37
2.10 UŽIVATELSKÉ ROZHRAŇÍ.....	37
<b>3 ZÁKLADNÍ PARAMETRY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ</b> .....	<b>39</b>
3.1 TEPELNÁ POHODA.....	39
3.1.1 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ TEPELNOU POHODU.....	39
3.1.2 NÁVRH VĚTRACÍHO SYSTÉMU .....	40
3.2 SVĚTELNÁ POHODA.....	43
3.2.1 VELIČINY POPISUJÍCÍ SVĚTLO: .....	43
3.2.2 ZÁSADY NÁVRHU OSVĚTLENÍ.....	44
3.2.3 PRVKY SVĚTELNÉ TECHNIKY .....	44
3.3 TEPLOTA .....	45



3.3.1	TEORIE PŘENOSU TEPLA .....	45
3.3.2	TEPLOTA UVNITŘ MÍSTNOSTÍ.....	51
3.3.3	VÝPOČTOVÉ HODNOTY Z ČSN 73 0540-3 .....	51
3.3.4	TEPELNÉ POMĚRY MÍSTNOSTÍ.....	52
3.3.5	ZÁVISLOST POTŘEBNÉHO VÝKONU NA VENKOVNÍ TEPLOTĚ .....	54
3.4	STAV VÝPLNÍ OTVORŮ OKEN A DVEŘÍ.....	56
3.4.1	STAV DVEŘÍ.....	56
3.4.2	STAV OTVORŮ OKEN.....	56
3.4.3	ČIDLO S MAGNETICKÝM JAZÝČKOVÝM KONTAKTEM.....	57
3.5	ÚNIK PLYNŮ.....	57
3.5.1	MONITORING CO .....	57
3.6	ZATOPENÍ VODOU .....	58
3.7	POHYB OSOB.....	58
3.8	VLHKOST .....	58
<b>II.</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>59</b>
<b>4</b>	<b>NÁVRH SYSTÉMOVÉ STRUKTURY VLASTNÍHO ŘEŠENÍ.....</b>	<b>60</b>
4.1	REGULACE TEPLoty .....	61
4.1.1	SERVOPOHONY REGULACE TEPLoty .....	61
4.1.2	VÝPOČET POTŘEBNÝCH VÝKONŮ OD ZDROJŮ TEPLA .....	62
4.1.3	REGULACE TEPLoty PODLAHY.....	63
4.1.4	REGULACE TEPLoty RADIÁTORU .....	64
4.2	BLOK POŽÁRNÍHO ZABEZPEČENÍ.....	65
4.3	BLOK SVĚTELNÉ POHODY .....	65
4.4	BLOK EZS .....	66
4.5	MODUL VAROVÁNÍ.....	67
4.6	MODUL KONFIGURACE UŽIVATELEM.....	67
4.7	MODUL VYHODNOCENÍ FUNKČNOSTI VŠECH PRVKŮ NA SBĚRNICI.....	68
<b>5</b>	<b>ÚVODNÍ PROJEKT VLASTNÍHO INFORMAČNÍHO SYSTÉMU RODINNÉHO DOMU.....</b>	<b>69</b>
5.1	POPIS POUŽITÝCH SOUČÁSTEK.....	69
5.1.1	DALLAS 1Wire SBĚRNICE .....	69
5.1.2	MIKROPROCESOR ATMEGA644P.....	71
5.1.3	VZDÁLENÉ VSTUPY A VÝSTUPY DS2413 .....	72
5.1.4	AD PŘEVODNÍK DS2450 .....	72
5.1.5	DISPLEJ MC1604 .....	72
5.1.6	PŘEVODNÍK ICL232 .....	73
5.1.7	ČIDLO TEPLoty DS18B20 .....	73
5.2	ŘÍDÍCÍ JEDNOTKA .....	74

5.2.1	MÍSTNÍ OVLÁDÁNÍ.....	74
5.2.2	NAPÁJENÍ .....	75
5.2.3	OVLÁDACÍ RELÉ PRO SERVOPOHON .....	75
5.2.4	KOMUNIKACE S OVLÁDACÍM PROGRAMEM.....	75
5.2.5	1WIRE SBĚRNICE .....	76
5.3	SCHÉMA ZAPOJENÍ VSTUPNÍCH OBVODŮ .....	76
5.3.1	ČIDLO TEPLoty .....	76
5.3.2	PŘIPOJENÍ ČIDLA VLHKOSTI.....	76
5.3.3	PŘIPOJENÍ POHYBOVÉHO ČIDLA .....	77
5.3.4	BINÁRNÍ VÝSTUPY 220VAC .....	78
5.3.5	BINÁRNÍ VÝSTUPY 24VAC .....	78
5.3.6	BINÁRNÍ VSTUP 220V PRO SIGNALIZACI HDO .....	79
5.3.7	ČIDLO ZÁPLAVY .....	79
5.3.8	ČIDLO INTENZITY OSVĚTLENÍ.....	79
5.4	NÁVRH OBRAZOVEK KLIENTA NA PC .....	80
5.5	FOTO DOKUMENTACE REALIZOVANÉ ŘÍDÍČÍ JEDNOTKY .....	81
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>82</b>
	<b>POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>84</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>86</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>87</b>

## ÚVOD

Inteligentní dům je řešením při hledání komfortu bydlení a současně snižování nákladů na chod domácnosti. Poměrně jednoduché ovládání umožňuje řídit vytápění, ohřev, větrání, zavlažování, sledovat bezpečnostní, komunikační systémy, nebo havarijní stavy vzniklé v objektu z domu, práce či dovolené a následně informovat uživatele o vzniklých stavech. Inteligentní dům má za cíl zjednodušovat chod domácnosti a to jak z hlediska časového, finančního, bezpečnostního, tak i z hlediska pohodlí. Instalace technologií do nových nebo již postavených domů je perspektivně rostoucím oborem již několik let.

Cílem práce je analyzovat možnosti uplatnění informačních systémů v rodinných domech. V začátku práce jsou zhodnoceny možnosti, které nám můžou poskytnout dnešní informační systémy při běžném životě v domácnosti. Dále budou informační systémy rozděleny do základních skupin a to jsou zabezpečovací systém majetku, systém pro ochranu osob a systém pro zvyšování komfortu bydlení.

Budou navrženy základní stavební kameny informačního systému, které jsou nezbytné pro komplexní zajištění činnosti informačního systému a jejich vzájemné propojení přes komunikační sběrnici. Všechny části informačního systému musí komunikovat mezi sebou a vnějším světem jako jsou internet, GSM. Budou uvedeny stavební požadavky na ideální rodinný dům pro snadnou instalaci informačního systému. Dále budou analyzovány stavy, které můžou nastat a reakce informačního systému na tyto stavy.

Bude provedena analýza základních parametrů prostředí rodinného domu. Možnosti měření těchto parametrů a teoretický rozbor jejich vlastností. Jedním z mnoha důležitých parametrů je tepelná a světelná pohoda.

Bude navržena struktura vlastního informačního systému a moduly připojitelné k systému pomocí komunikační sběrnice. Dále budou zpracovány a popsány různé stavy a reakce informačního systému z hlediska různých částí informačního systému.

Závěrem vypracuji konkrétní implementaci navrženého informačního systému rodinného domu, kterou lze použít v reálném rodinném domě.

## I. TEORETICKÁ ČÁST

# 1 LITERÁRNÍ REŠERŠE UPLATNĚNÍ INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ U RODINNÝCH DOMŮ

## 1.1 Inteligentní rodinný dům

Propojením a integrací různých systémů budovy získáme dům, který lze po právu nazvat inteligentní. Inteligentní dům je budova vybavená počítačovou a komunikační technikou, která předvídá a reaguje na potřeby obyvatel s cílem zvýšit jejich komfort, pohodlí, snížit spotřebu energií, poskytnou bezpečí a zábavu pomocí řízení všech technologií v domě.

Myšlenka takového bydlení již vznikla v 50. letech minulého století, kdy se jednalo o koncept automatického domu, který sám řídí topení, má roboty na čištění podlah a má zabudované audio/video systémy zabudované v každé místnosti.

Inteligentní dům v budoucnosti nám umožní změny způsobu žití lidí s technikou a používání technologie v domácnosti. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

### 1.1.1 Stupně inteligence rodinného domu

1. Inteligentní zařízení a systémy - dům obsahuje samostatná inteligentní fungující zařízení a systémy pracující nezávisle na ostatních. Jako příklad může být systém řízení osvětlení, který pomocí snímače přítomnosti osoby a snímače úrovně osvětlení rozsvítí světla při vstupu člověka do místnosti pouze v případě, že není dostatek venkovního světla. Další systém může zajišťovat například zabezpečení domu, ale nekomunikuje s čidly například pro řízení osvětlení.

2. Inteligentní komunikující zařízení a systémy – dům obsahuje inteligentně fungující zařízení a systémy, které si z důvodu zdokonalení své činnosti vyměňují informace a zprávy mezi sebou. Například po zamčení vchodových dveří se automaticky zapne bezpečnostní systém domu a vyšle příkaz pro zhasnutí všech světel, stažení rolet v přízemí vypnutí hudby, televize, všech dalších zvolených spotřebičů a snížení nastavené teploty topení.

3. Propojený dům (tzv. connected home) – dům je propojen pomocí vnitřní a vnější komunikační sítě. Umožňuje vzdálené ovládání systémů, přístup k informacím z kteréhokoliv místa z domu i mimo něj. Například bezpečnostní systém v případě poplachu rozsvítí světla v domě a na zahradě, současně zablokuje jejich vypnutí pomocí vypínačů na zdech, vytáhne rolety, roztáhne závěsy aby bylo vidět do domu, přivolá bezpečnostní službu a umožní vzdálený přístup k záznamům bezpečnostních kamer. Závlahový systém v pravidelných intervalech z internetu získává informace o předpovědi počasí a optimalizuje dávkování množství závlahové vody.

4. Učící se dům – zaznamenává aktivity v domě a používá nashromážděné informace pro samočinné ovládání technologií podle předvídaných potřeb uživatelů. Příkladem může být ovládání světel a topení podle obvyklého způsobu používání. Na tomto stupni inteligence lze ušetřit náklady na programování a nastavování řídicího systému, které jsou v nižších stupních nutné pro přizpůsobení konkrétnímu domu.

5. Pozorný dům – veškeré dění, aktivity, poloha lidí a předmětů v domě jsou neustále vyhodnocovány podle předvídaných potřeb. Na rozdíl od 4. stupně, kde jsou užívána historická data, zde vše probíhá v reálném čase. Příkladem je speciální podlaha, která snímá kroky pro identifikaci různých lidí a určuje místo kde se právě nachází. Stupně inteligence na sebe navzájem navazují, každý stupeň v sobě automaticky zahrnuje schopnosti ze všech nižších. Stupně 4 a 5 jsou v současnosti výzkumné projekty. Běžně dostupné technologie v současné době jsou stupně 1 - 3.

#### ***1.1.1.1 Hlavní úkol inteligentního domu***

Hlavní úkolem inteligentního domu je usnadnit a zpříjemnit uživatelům bydlení, převzít kontrolu nad počítačovou sítí, základní elektronikou, termostaty, řízením topení, osvětlovacím systémem, zabezpečovacím systémem, kamerovým systémem. V běžných domech tato technika nedokáže navzájem spolupracovat. Každý systém má jiný způsob ovládání a odlišné ovládací prvky. Integrovaný dům všechnu techniku vzájemně propojí a sjednotí její ovládání lze přizpůsobit na míru pro požadovaný dům a jejich obyvatele.

#### ***1.1.1.2 Požadavky na systém inteligentního domu***

- Zvýšit komfort a pohodlí obyvatel domu
- Zvýšit bezpečnost
- Snížit náklady na provoz domu
- Sjednotit ovládání celého domu

#### ***1.1.1.3 Komfort a pohodlí***

Komfortu a pohodlí lze dosáhnout zjednodušením a zrychlením ovládání při pravidelně se opakujících činnostech, kdy se systémy správně nastaví podle očekávání obyvatel a případné změny lze rychle provést. Ovládání je pohodlné, rychlé a lze je provádět z kteréhokoliv místa v domě. Další možností je ovládání systému pomocí telefonu nebo internetu.

K telefonnímu hovoru můžeme užít mikrofon a reproduktory zabudované v místnosti a na dotykovém panelu se nám zobrazí jméno volaného.

Někdy může dojít k situaci, kdy je obvyklé automatické funkce třeba pozměnit. Proto je k dispozici možnost do programu zasáhnout, vyřadit jej částečně nebo úplně z činnosti a ovládat jej manuálně dle potřeb lidí v budově.

Lze nastavit různé režimy pro celý dům nebo jednotlivé části domu a to jak pro spánek, návštěvu, dovolenou. Scénu lze vyvolat stisknutím jednoho tlačítka, a nastavit tak všechny navolená zařízení do požadovaného stavu. Pomocí manuálního ovládání můžeme provést jakékoliv přednastavení scény a uložit scénu do paměti.

Speciálním druhem scény je tlačítko u dveří, které vypne všechna požadovaná zařízení v místnost při odchodu lidí z místnosti.

Méně používané funkce, jako ovládání topení, není vhodné dávat na běžné vypínače na zdech. Tyto funkce je vhodné ovládat z dotykového displeje, z televize nebo počítače, kde je přehlednější ovládání a zobrazování. Zde můžeme zvolit, jak mají ovládací tlačítka fungovat a můžeme si zde zobrazit nápovědu.

Ideální situace nastane, kdy všechna dálková ovládání sdružíme do jediného ovladače.

#### ***1.1.1.4 Bezpečnost***

Pro člověka je důležité, aby jeho dům byl bezpečný a pro jeho rodinu a blízké poskytoval zázemí a jistotu. Nestačí dům zabezpečit běžnými ochrannými prvky, které se používaly v minulosti. Ani v současnosti nestačí zabezpečit domy dokonalými mechanickými zábrannými prostředky jako jsou bezpečnostní dveře s kvalitními zámky, mříže, ploty. Nyní je nutné domov vybavit inteligentním systémem pro detekci neoprávněného vniknutí, úplné zabezpečení a maximální pohodlí. Bezpečnostní systémy omezují vznik nebezpečných událostí ohrožující náš domov. Současné technologie dokážou integrovat zabezpečení, vytápění, osvětlení a ovládání do jediného systému, který zajistí, že zabezpečení bude aktuální, snadno použitelné a ekonomické.

#### ***1.1.1.5 Snížení nákladů na provoz domu***

Jedním z cílů inteligentního domu je snížení spotřeby energie, to znamená, že se jedná o finanční úspory, ale také o ochranu životního prostředí. Musíme si však uvědomit, kolik je potřeba energie na vytápění domu.

To lze ovlivnit stavebním řešením domu (nízkoenergetický dům, pasivní dům) nebo dodatečným zateplením objektu. Značnou část energie lze uspořit venkovními roletami. Technologie a elektronika použitá v inteligentním domu spotřebovává zanedbatelnou část energie v porovnání s nejvíce energeticky náročnými činnostmi. Největší spotřebu energie tvoří vytápění domu, dále klimatizace a ohřev teplé vody. Přesto z důvodu šetření našeho životního prostředí, zvyšování pohodlí a bezpečnosti, je nutné využít

elektronické systémy k optimalizaci spotřeby energií a zamezení zbytečnému plýtvání energiemi.

Použitím vhodné a promyšlené elektronické regulace topení, ventilace, klimatizace, ohřevu teplé vody a osvětlení je možné uspořit více než 30% nákladů. Je nutností regulovat teploty ve všech místnostech a proto je vybavit elektricky ovládanými termostaty. Teploty v jednotlivých místnostech je možné nastavit v závislosti na čase i dnech v týdnu. Po odchodu lidí z domu se teplota automaticky sníží a současně se vypne zapomenuté osvětlení. Při otevření oken se automaticky vypíná topení pod tímto oknem.

Ohřev teplé užitkové vody (TUV) bývá realizováno pouze elektricky, ale je možné ohřev TUV v rodinném domě realizovat kotlem na tuhá paliva, plynovým kotlem a pomocí solárních kolektorů.

Domácnost je vybavena různými spotřebiči a technologiemi, které mají rozdílnou spotřebu elektrické energie, proto se musíme již při výběru spotřebičů zamyslet, které si pořídíme. Mnohonásobný rozdíl je mezi pohotovostní spotřebou (standby), kdy spotřebič odebírá malé množství el. energie i když nepracuje a provozní spotřebou. Lze naprogramovat, že po zhasnutí z místnosti se vypnou také spotřebiče jako je televize, hudba atd. Veškerou činnost spotřebičů je možné přehledně zobrazit na displeji, kde se ukáže aktuální spotřeba i historie spotřeby. Lze porovnávat celkovou spotřebu domácnosti i rozložení na jednotlivé spotřebiče nebo měřit jednotlivé okruhy (ohřev vody, sporák, svícení).

Vhodné je využít informace, kdy je elektřina levnější (víceletarifová sazba), a spotřebiče s větším odběrem proudu (pračka, myška, sušička prádla), necháme pracovat v době nižšího tarifu. Současně se snažíme, aby všechny spotřebiče s vyšším příkonem neběžely současně, z důvodu konstantního odběru proudu a nenastávaly náhlé špičky, které narušují stabilitu energetické soustavy.

### **1.1.2 Co lze integrovat**

Integrovat znamená propojit systémy použité v budově za účelem řízení kvality vnitřního prostředí pro potřeby obyvatel a zajištění bezpečnosti. Lze propojit systém řízení ventilace, klimatizace, stínění, ohřev teplé užitkové vody, regulace osvětlení, regulace topení zabezpečovacích systémů a dalších speciálních systémů, dle náročnosti a požadavků zákazníka.



### **1.1.2.1 Řízení ventilace**

Z hygienických důvodů je nutné celý objem vzduchu v místnosti vyměnit během dvou hodin. Pro snížení energetické náročnosti je vhodné použít nuceného větrání. Vhodné je použít rekuperace, kdy je zpětně získáváno teplo, a to předeříváním přiváděného vzduchu do budovy odpadním vzduchem, který je odváděn z domu. Množství vzduchu lze regulovat z hlediska okamžité potřeby dle množství osob v budově. Zde je nutné v systému nainstalovat snímače CO<sub>2</sub>, vlhkosti, teploty, přítomnosti osob. V místnosti, jako je třeba koupelna, kde je vysoká relativní vlhkost vzduchu, se samočinně zapínají ventilátory při překročení nastavené mezní hodnotě. Ventilátor může plynule měnit otáčky a tím nastává plynulá výměna vzduchu. Můžeme také změnit směr otáčení ventilátoru, tímto zamezíme rovnoměrnému usazování tepla v místnosti. Můžeme také mít nainstalované motorové otevírání oken, které otevírá okna automaticky.

### **1.1.2.2 Klimatizace**

Klimatizací rozumíme – ohřev, chlazení, filtraci, zvlhčení a další upravování vzduchu v domě. Může se jednat i o větrání, ale především se jedná o chlazení. V jednotlivých místnostech je individuálně prováděno měření, regulace teploty s využitím snímačů přítomnosti nebo nepřítomnosti osob za využití zabezpečovacího systému. Klimatizace je blokována při otevřeném okně. Systém lze dálkově ovládat podle aktuální potřeby.

### **1.1.2.3 Stínění**

Při orientaci oken domu na jižní až západní stranu je nutné je stínit před nežádoucím ohřevem, kdy dochází k následnému zvyšování teploty v místnostech a jakou důsledek je vyšší neekonomický výkon klimatizace, ale také při ochraně před UV zářením. V tomto případě lze použít regulovatelné clonící zařízení např. venkovní žaluzie. Regulování žaluzií je nutné, z důvodu zajištění dostatečného osvětlení místností a průhledu ven. Při zvýšení teploty nad stanovenou hodnotu dojde automaticky k zastínění oken. Zatažené žaluzie nebo rolety, snižují tepelné ztráty budovy v noci, proto lze nastavit v systému režim spánek a žaluzie se automaticky uzavírají v celém domě.

### **1.1.2.4 Ohřev teplé užitkové vody**

Použitím solárních kolektorů k ohřevu teplé vody, lze dosáhnout velkého snížení výdajů. Přitom v letních měsících je to až 100% úspory na ohřev vody. Celoročně pak dosáhneme 50-60% úsporu energie. Další úspory lze dosáhnout automatickým řízením

teploty výtokové vody pomocí termostatických baterií, tím je také snížena spotřeba vody. Toho dosáhneme cirkulací teplé vody v potrubním rozvodu. Zároveň ale dochází také k ochlazení vody v soustavě. Cirkulaci teplé vody bychom měli řídit časovým programováním pouze na předpokládanou dobu odběru a v ostatní době regulaci vypnout.

#### **1.1.2.5 Regulace osvětlení**

V částech domu, kde se lidé zdržují nepravidelně a krátkou dobu, např. chodba, šatna, sklep, je vhodné a úsporné spínat osvětlení s využitím snímačů pohybu nebo přítomnosti osob. Tento způsob spínání osvětlení je možný také na zahradě nebo na přístupových cestách. Tento systém samostatného rozsvěcování je zablokován v případě dostatečného přirozeného slunečního světla.

V místnostech je možné této systém automatického rozsvěcování a zhasínání doplnit a využívat snímačů úrovně venkovního osvětlení, kdy se světlo rozsvítí na potřebnou intenzitu a při západu slunce se intenzita postupně zvýší. Inteligentní stmívače při zapnutí světlo dokážou velmi rychle postupně zesilovat na požadovanou úroveň. V noční době na chodbě a v koupelně se světla rozsvítí automaticky a svítí nižší intenzitou, aby neoslňovala. Osvětlení musí být naprogramováno a seřízeno tak, aby odpovídalo potřebám uživatele. To znamená, aby se někde nesvítilo zbytečně, změny osvětlení probíhaly automaticky dle naprogramovaného nastavení nebo pomocí dálkového ovládání a při odchodu z domu nebo při režimu "spánek" dojde k vypnutí zapomenutých světel. V současné době je aktuální trend vyměnit klasické žárovky za LED svítidla, která jsou několikanásobně úspornější a mají mnohokrát větší životnost.

#### **1.1.2.6 Regulace topení**

Regulaci topení lze rozdělit na několik základních druhů:

- manuální regulace - ruční nastavení různých režimů topení –plný výkon, útlum, noc, protinámrazová ochrana;
- automatické regulace – změny regulace lze provádět pomocí detektoru přítomnosti osob – (může být v každé místnosti);
- časové programování – nastavení teploty podle hodiny ( jiná je v noci, ve dne), podle dne v týdnu (pracovní den, volný den), podle přesného data (doba dovolené);
- dálková regulace – řešíme situaci pozdějšího příchodu do domu, nebo zapnutí topení před příchodem domů;
- zablokování při otevřeném okně - předejde se tímto zbytečnému plýtvání.

Zde uvedené regulace, lze aplikovat pro celý dům, patro, skupinu místností nebo samotnou místnost.

Důležitým aspektem je navrhnout topný systém tak, aby regulaci umožnil.

### **1.1.2.7 Zabezpečovací systémy**

Hlavním úkolem zabezpečovacích systémů je udržet stabilní a nikým nerušené prostředí v domě, pohodu, klidné zázemí v domácnosti. Propojením kamerových, zabezpečovacích, protipožárních, vstupních systémů centrální řídicí jednotky nebo počítače vznikne inteligentní systém, který dokáže okamžitě reagovat na jakékoliv nestandardní události v domě, vyrozumět povolanou osobu o způsobu a příčině události na kterémkoliv předem zadaném místě na Zemi a učinit vhodná opatření. Může se jednat o pokus nebo vniknutí do objektu, vznik požáru, únik plynu, zaplavení vodou, ale také řízení předem naprogramovaného systému rozsvěcování světel v domě, simulování přítomnosti lidí v domě, zapínání a vypínání topení a klimatizace. Elektronické zabezpečovací systémy jsou finančně dostupné a cenově srovnatelné s běžnými elektrickými spotřebiči v domácnosti. Je pravdou, že pořizovací cena bude rozdílná mezi zabezpečovacím zařízením v panelákovém bytě a v luxusní vile.

## **1.2 Zabezpečovací systémy rodinného domu**

Každý se snaží od nepaměti uchránit svůj majetek proti nevídaným návštěvníkům. Toho lze dosáhnou účinnou ochranou. Nové bezpečnostní systémy zabraňují zlodějům vniknutí do objektů, nebo jim staví účinné překážky. Majetková trestná činnost v České republice zaujímá 70% celkové zjištěné kriminality. Vzhledem k tomuto alarmujícímu zjištění je bezpečnost našich domovů ohrožena a jejich ochrana je stále náročnější. Proto je nutné k jejich ochraně a monitoringu používat nové kvalitní bezpečnostní multifunkční elektronické systémy.

První elektrický zabezpečovací systém byl předveden v USA již v roce 1847, kde byly propojeny požární hlásky telegrafem s centrálním stanovištěm, které bylo dále propojeno s požárními stanicemi. V Čechách se elektrická zabezpečovací signalizace začala používat po 1. světové válce v bankovním sektoru, kde byla využívána v provozuschopném stavu téměř 50. Po 2. Světové válce se vývojem a výrobou zabezpečovacích zařízení zabývala Tesla Jihlava, později Tesla Liberec, Metra Blansko, Tesla Blatná. Informace o prvcích zabezpečovacích zařízení a jejich montáži byly ze zákona utajovány. Konkrétní místa nasazení bezpečnostních zařízení byla předmětem státního tajemství. Informace o těchto systémech měl omezený počet osob především z řad policie. Velký rozvoj nastal po roce 1989 s růstem majetkové trestné činnosti a

další faktory jako rozvoj bankovního sektoru, privatizace, restituce, výstavby, umožnění volného pohybu a mezinárodního obchodu.

V domácnosti lze použít a propojit tyto elektrotechnické zabezpečovací systémy:

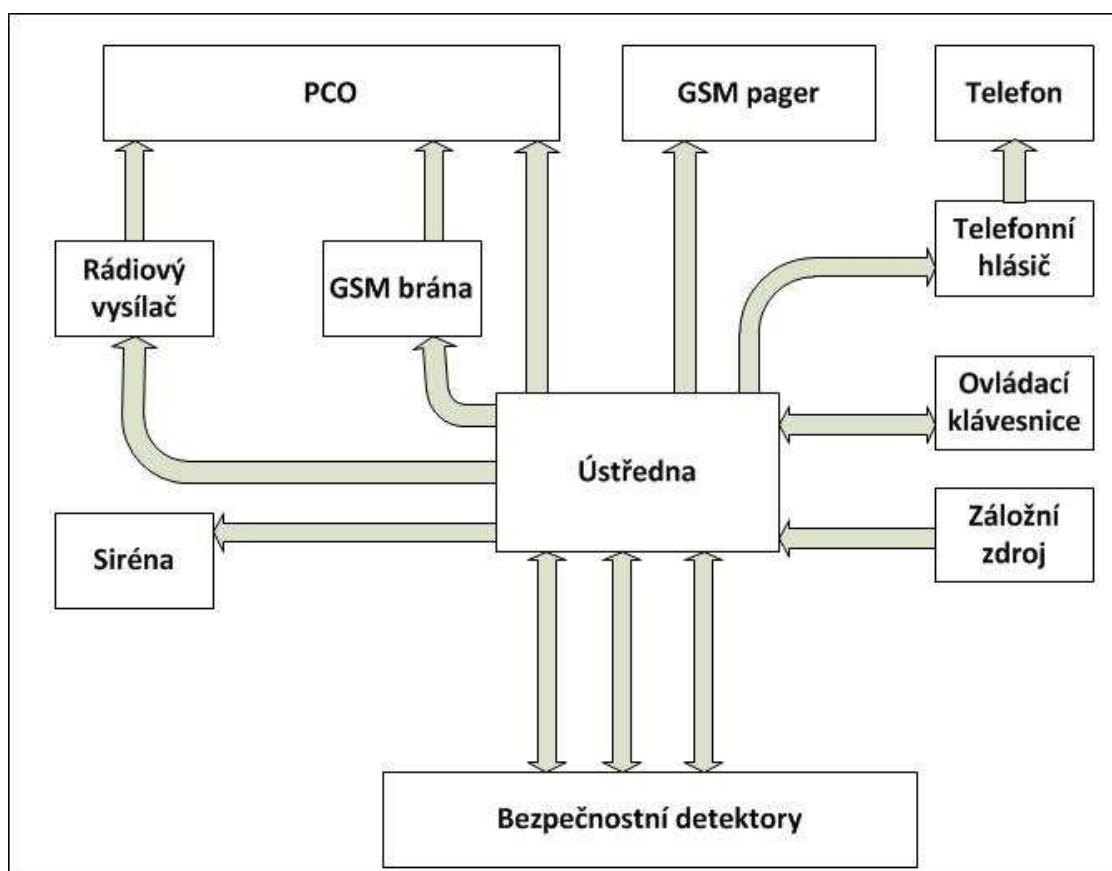
EZS – elektronické zabezpečovací systémy

EPS – elektrická požární signalizace

CCTV - systémy uzavřených televizních okruhů

### 1.2.1 Elektronický zabezpečovací systém (EZS)

Hlavním úkolem EZS je včas rozeznat přítomnost nežádoucí osoby a informovat uživatele o neoprávněném vniknutí do chráněného objektu nebo území. Jedná se o soubor čidel, tísňových hlásičů, ústředny, záložního zdroje, prostředků poplachové signalizace, koncových zařízení, přenosových zařízení, jejichž prostřednictvím je opticky nebo akusticky signalizováno na předem zvoleném místě narušení objektu nebo prostoru.



Obr. 1. Blokové schéma EZS

- Ústředna je srdcem celého zabezpečovacího systému, je to zařízení určené k příjmu a vyhodnocení výstupních elektrických signálů čidel nebo tísňových hlásičů a k vytvoření signálu o narušení.
- Bezpečnostní detektor (čidlo) je zařízení reagující na jevy související s narušením střeženého objektu nebo s nežádoucí manipulací se střeženým předmětem vytvořením předem určeného výstupního elektrického signálu. Bezpečnostní detektory komunikují s ústřednou, která detekuje jejich funkčnost a vyhodnocuje stavy.
- Pult centrální ochrany (PCO) je zařízení, které umožňuje přenos i vyhodnocení signalizace narušení ze zabezpečených objektů do místa centrálního vyhodnocení pomocí linek jednotné telekomunikační sítě (JTS), internetu, radiového vysílače, GSM brány.
- Ovládací klávesnice je zařízení, které umožňuje s použitím kódu vyřazení a opětovné uvedení do funkce jednotlivých prvků EZS bez signalizace poplachu.
- Záložní zdroj je zdroj elektrické energie (akumulátor) pro napájení zařízení EZS při výpadku základního napájecího zdroje.
- Sirena je signalizační zařízení, které opticky nebo akusticky, nebo opticky a akusticky signalizuje výstupní informace ústředny.

EZS lze ovládat pomocí klávesnice, klíčenky, telefonu a internetu. Zabezpečení zájmového prostoru nebo objektu lze drátovým způsobem, nebo bezdrátovým způsobem, kde není možné použít drátové vedení. Zabezpečovací systém lze připojit na pult centrální ochrany (PCO) pomocí telefonní linky (JTS), radiového vysílače nebo GSM brány, kde je objekt dispečerem monitorován, vyhodnocován poplach a následně je vyslána zásahová jednotka na místo poplachu.

Všeobecné požadavky na EZS jsou stanoveny normou EN 50131-1.

### 1.2.2 Prvky prostorové ochrany

Prostorová doplňuje plášťovou ochranu a střeží určený prostor. Pracuje na principu, kdy mechanická (fyzikální) změna způsobená narušitelem je sejmuta s využitím elektromagnetických vln a v detektoru přeměněna na elektrický poplachový signál.

Základní dělení je na čidla

- Pasivní-reagují na fyzikální změny ve svém okolí
- Aktivní- vytváří své pracovní prostředí aktivním působením na své okolí a detekují změnu takto vytvořeného fyzikálního prostředí

### 1.2.2.1 Pasivní infračervená čidla

Pasivní infračervená čidla jsou označována jako PIR čidla (Passive infra red sensor). Jsou založena na principu zachycení změn vyzařování v infračerveném pásmu kmitočtového spektra elektromagnetického vlnění. Využívají skutečnosti, že každé těleso, jehož teplota je vyšší než  $-273^{\circ}\text{C}$  (absolutní nula) a nižší teplota než  $560^{\circ}\text{C}$ , je zdrojem vyzařování vlnění v infrapásmu, odpovídající teplotě tělesa. Pro teplotu lidského těla je charakteristická vlnová délka 9,4mm. Tohoto jevu se využívá k zachycení pohybu těles, jež mají jinou teplotu než je okolní teplota. Detekční prvek je měnič gradientní povahy, to znamená, že není schopen detekovat stálou úroveň záření, ale jen změny záření dopadající na detektor. To znamená, že pohybuje-li se těleso, jehož teplota je odlišná od teploty okolí v zorném poli čidla PIR, zachytí čidlo odchylky od normálního pozadí, elektronika odchylky vyhodnotí jako signál pro poplachové hlášení.

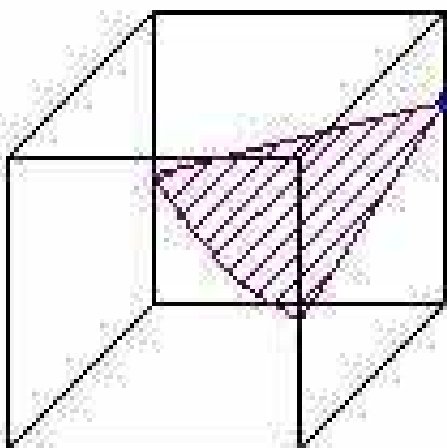
Zvolením vhodné optiky je možné střežit prostor do vzdálenosti 15 metrů od čidla, nebo dlouhé úzké prostory do 60 metrů. Čidla pro stropní montáž jsou schopna obsáhnout plochu v rozsahu  $360^{\circ}$ .

Běžně v praxi se používá soustava Fresnelových čoček (ekonomicky výhodnější), nebo soustava křivých zrcadel (kvalitnější zobrazení)

Možnosti snímací charakteristiky pasivního detektoru:

#### Typ „vějíř“

Čidlo snímá horizontálně v „širokém vějíři“.

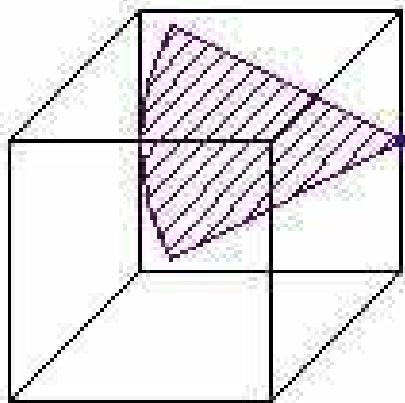


Obr. 2. Snímání „Vějíř“

Tato možnost je využívána při klasické prostorové ochraně místností. Dosah čidla je dán výrobcem, pohybuje se okolo 12 - 15m, úhel záběru je čidla se pohybuje v rozmezí  $90^{\circ}$  –  $120^{\circ}$ .

**Typ „záclona“**

Čidlo snímá vertikálně v „širokém vějíři“.

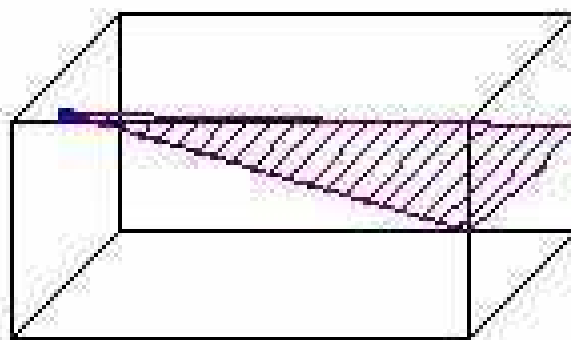


Obr. 3. Snímání „Záclona“

Tato možnost se využívá při obvodové ochraně, např. v místnostech s velkými okny nebo výkladními skříněmi. Dosah čidla i úhel záběru je shodný jako v minulém případě, snímací charakteristika je však orientována vertikálně.

**Typ „dlouhý dosah“**

Čidlo snímá horizontálně v „úzkém dlouhém vějíři“.



Obr. 4. Snímání „Dlouhý dosah“

Tato možnost je využívána na úzkých dlouhých chodbách. Dosah čidla je dán výrobcem, pohybuje se okolo 25 - 30m. Úhel záběru je rovněž dán výrobcem čidla, pohybuje se okolo 45 – 60°. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Použití PIR čidel:

Použití PIR čidel je finančně nenáročné, mají minimální nároky na spotřebu elektrické energie, nevyzařují žádnou energii, navzájem se v činnosti neovlivňují. Činnost PIR čidla ovlivňují průvany, přímé nebo nepřímé vyzařování světla, proměnné zdroje tepla. Vhodné pro použití v domácnosti.

### 1.2.2.2 Aktivní infračervená čidla

Aktivní infračervené čidlo AIR (Active infra red sensor) bylo patentováno v roce 1992. Využívá principu aktivní detekce, kde do střeženého prostoru jsou vysílány kódované svazky infračerveného záření. Rozdělení infračerveného záření do jednotlivých aktivních sektorů se provádí pomocí klasické čočkové optiky. Odražený signál je přijímán a změny jsou vyhodnocovány.

Čidla AIR se používají v objektech s vysokými požadavky na zabezpečení ke střežení v prostorách do vzdálenosti 7-10 metrů, nebo předmětů o velikosti od 15x15 cm. Vzhledem k vysoké odolnosti proti falešným poplachům lze čidla použít, kde ostatní typy čidel selhávají (místnosti se zapnutou klimatizací, místnosti se změnami teplot, místnosti s podlahovým vytápěním, zabezpečení předmětů za sklem).

Čidlo nesmí být vystaveno dlouhodobé vlhkosti, agresivním výparům, kouři prachu a párám, které mohou způsobit falešný poplach.

Použití AIR čidel

Čidla AIR jsou odolná proti falešným poplachům, čidla lze použít, kde ostatní typy čidel selhávají (místnosti se zapnutou klimatizací, místnosti se změnami teplot, místnosti s podlahovým vytápěním, zabezpečení předmětů za sklem).

Čidla nesmí být vystavena dlouhodobé vlhkosti, agresivním výparům, kouři prachu a párám, které mohou způsobit falešný poplach.

Pro zabezpečení rodinného domu je tento typ čidel vhodný, ale je nepříznivá jeho větší pořizovací cena než u PIR čidel.

#### 1.2.2.2.1 Ultrazvuková čidla

Ultrazvukové čidlo (Ultrasonic sensor - US) využívá jinou část elektromagnetického vlnění je aktivní a vysílá do prostoru energii. Vysílač vysílá do střeženého prostoru vlnění o kmitočtu nad slyšitelným pásmem zvuku. Přijímač přijímá vlnění a elektronika vyhodnocuje vlny. Při pohybu tělesa ve střeženém prostoru se mění fáze přijatého vlnění, poté elektronika vyhodnotí narušení prostoru a vyhlásí poplach. US čidla mají instalována tak, aby se narušitel pohyboval k čidlu nebo od něj. Dosah čidla je do 10 metrů.



Více ultrazvukových čidel může být v jednom prostoru nainstalováno tehdy, jestli není možné jejich vzájemné ovlivňování.

US čidla se nesmí instalovat na závěsy, nad topná tělesa, v prostorách s teplovzdušným topením, v prostorách s volně zavěšenými tělesy (lampy), v blízkosti zdrojů s širokým kmitočtovým spektrem (telefon). Při změnách v interiéru je třeba dosah čidel znovu nastavit.

#### Použití US čidel

Více ultrazvukových čidel může být v jednom prostoru nainstalováno tehdy, jestliže není možné jejich vzájemné ovlivňování. US čidla se nesmí instalovat na závěsy, nad topná tělesa, v prostorách s teplovzdušným topením, v prostorách s volně zavěšenými tělesy (lampy), v blízkosti zdrojů s širokým kmitočtovým spektrem (telefon). Při změnách v interiéru je třeba dosah čidel znovu nastavit.

Pro domácnost je tento typ čidel nevhodný, protože je citlivý na umístění a změny prostředí.

#### 1.2.2.2.2 Mikrovlnná čidla

Mikrovlnné čidlo (Microwave sensors - MW) pracuje na stejném fyzikálním principu jako ultrazvukové čidlo, ale v jiném kmitočtovém pásmu elektromagnetického vlnění (2,5 GHz, 10 GHz, nebo 24 GHz). Jedná se o aktivní systém zachycující pohyb pracující v daném kmitočtovém pásmu.

Mikrovlnná čidla pohybu se instalují v pravděpodobném směru pohybu pachatele k čidlu nebo od čidla. MW musí být instalována tak, aby se v jedné místnosti vzájemně neovlivňovala, aby nebyla aktivována podněty z vnějšího prostředí (projíždějící vozidla na ulici, výtahy...). V místnosti se nesmí nacházet velké předměty z kovu zvláště s rovinným povrchem od kterého se vlny odrážejí a způsobují poplach. Dále se nesmí instalovat v místnostech, kde dochází v době střežení ke spínání zářivkového osvětlení.

#### Použití MW čidel

MW čidla jsou funkčně spolehlivá, reagují na podněty vzniklé v zájmovém prostoru musí být instalována tak, aby se v jedné místnosti vzájemně neovlivňovala, aby nebyla aktivována podněty z vnějšího prostředí (projíždějící vozidla na ulici, výtahy...). V místnosti se nesmí nacházet velké předměty z kovu zvláště s rovinným povrchem, od kterého se vlny odrážejí a způsobují poplach. Dále se nesmí instalovat v místnostech, kde dochází v době střežení ke spínání zářivkového osvětlení.

Možnost použití v domácnosti, ale je nutné počítat s tím, že zde dochází k vyzařování MW energie (zdravotní hledisko) a dále je zde opět větší náročnost na výběr umístění.

#### 1.2.2.2.3 Kombinované (duální) čidlo

Kombinované čidlo (PIR-US, nebo PIR-MW) se instaluje v prostředí, kde se nachází negativně působící vlivy pro čidla. Aplikace dvou odlišných fyzikálních principů působících současně na čidlo, se snižuje riziko falešných poplachů, které známe u jednosystémových čidel.

Použití kombinovaných čidel:

Použití kombinovaných čidel je vhodné v prostorách s obtížnými podmínkami nasazení a s výrazným negativním vlivem okolního prostředí například v blízkosti osvětlení.

Vhodné pro použití v domácnosti, ale pořízení čidla je finančně nákladné.

### 1.2.3 Ústředna elektrického zabezpečovacího systému

Základním článkem každého elektrického zabezpečovacího systému je ústředna. Je to zařízení, které vyhodnocuje veškeré signály ze snímačů a ovládacích zařízení a na základě jejich analýzy a v souladu s naprogramováním rozhoduje o vyhlášení poplachu. Je napájena ze sítě 230V s transformací napětí na 12 V. Při výpadku elektrické energie ze sítě je napájena záložním, nejčastěji olověným akumulátorem, který zajistí správnou funkci systému při nouzovém stavu.

- přijímá a vyhodnocuje výstupní elektrické signály od čidel EZS
- ovládá signalizační, přenosová, zapisovací a další zařízení, která indukují narušení
- napájí čidla a další prvky EZS elektrickou energií 12V DC
- pomocí ovládací klávesnice nebo kódových zámků se provádí uvedení systému EZS nebo jeho části do stavu zastřežení nebo odstřežení
- umožňuje provádět diagnostiku systému

#### *Hlavní parametry moderní ústředny EZS*

- počet zón
- klidový odběr ústředny
- paměť událostí
- stupeň zabezpečení
- počet programovatelných výstupů
- počet nezávislých klávesnic nebo čteček
- počet uživatelských kódů
- počet podsystémů
- komunikační prostředky (PSTN, GSM modul, SMS, audio kom. reproduktor, mikrofon)

- bezpečnost přenosů (kanálové blokování s 24 bitovým dekódováním jedinečného sériového čísla prvků)
  - dálkového nastavení ústředny a update firmware
  - programování z klávesnice
- osvědčení: CE, UL, EN 50131

### ***1.2.3.1 Výstupní obvody ústředen***

Výstupní obvody ústředen umožňují aktivovat výstupní a indikační obvody a prvky systému.

- výstup pro akustickou signalizaci (aktivní nebo pasivní siréna) bývá programovatelný
- výstup pro optickou signalizaci (zábleskový maják) může být programovatelný
- výstup telefonního voliče je přizpůsoben pro připojení k JTS je programovatelný
- programovatelné výstupy umožňují vytvořit potřebné výstupní signály (resetování, diagnostika)
- pomocné zvukové výstupy (připojení dalších reproduktorů, zpoždění poplachu, sabotáž v denním režimu...)
- výstupy pro periferie (tiskárny, signalizační tabla, počítače, programovací moduly)
- bezpotenciálové výstupy (pro uzavřené televizní okruhy CCTV, systém kontroly vstupu osob do objektu nebo systém aktivace osvětlení objektu při poplachu)

### ***1.2.3.2 Napájecí obvody***

Napájecí obvody slouží k napájení obvodů ústředny a všech dalších návazných systémů EZS. Napájení je prováděno ze sítě 230V (základní zdroj), a napětí je transformováno na 13,8V. Zálohování napětí je bezúdržbovým akumulátorem, nebo centrálou (náhradní zdroj) při rozsáhlejší EZS.

### **1.2.4 Ovládání EZS**

Ovládací zařízení je určeno k uvedení EZS do stavu sřezení nebo stavu klidu. Vhodný typ ovládacího zařízení se volí podle stupně rizik a požadavků zákazníka. Dále je ovládací zařízení určeno k odepínání a připínání smyček, volbě speciálních funkcí (volba hlášení z klávesnice, testování), zadávání uživatelských kódů, programování, odstavení a resetování poplachů ...

#### 1.2.4.1 Základní stavy EZS

- stav střežení / stav klidu systému EZS
- stav připravenosti k uvedení stavu střežení
- stav hlášení poruchy zdroje
- stav narušení smyček (sabotáž, tamper)
- stav tísně (přepadení)
- stav interního poplachu

#### 1.2.4.2 Blokovací zámek

Blokovací zámek je prvek mechanického zajištění vstupních dveří kombinovaný s ovládáním EZS. Je to přídavný zámek, který lze zamknout v případě je-li systém pořádku. Při odemknutí blokovacího zámku přejde systém do stavu klidu poté je možné vstoupit do chráněného území. Blokovací zámek lze osadit cylindrickou vložkou. Vlastní zámek je chráněn elektricky sabotážní smyčkou.

#### 1.2.4.3 Kódové klávesnice

Klávesnice slouží k ovládání EZS a k informování o zapnutí, vypnutí systému a stavu detektorů. Rozlišujeme klávesnice LED, které jsou podsvíceny a klávesnice LCD, které údaje vypisují na displeji. Pomocí klávesnice lze naprogramovat ústřednu EZS.

#### 1.2.5 Elektrická požární signalizace - EPS

Elektrická požární signalizace je soubor technických zařízení skládajících se z ústředny EPS, hlásičů požárů a doplňkových zařízení, které vytváří systém, kterým se akusticky a opticky signalizuje vzniklé ohnisko požáru již v počáteční fázi vzniku požáru, kdy ještě nedošlo k vzplanutí. Hlavním úkolem elektrická požární signalizace je rychlé a spolehlivé určení místa požáru v samotném počátku zahoření, vyhlášení poplachu, aktivace a řízení evakuačního systému. EPS převyšuje ostatní bezpečnostní systémy z hlediska ochrany života, zdraví a osob, tak z hlediska chráněného majetku. Detektory EPS pracují na různých fyzikálních principech, tyto vyhotovují optické, ionizační nebo teplotní parametry prostředí, ve kterém jsou umístěny. Ústředna komunikuje s jednotlivými hlásiči požáru a aktivuje výstupní obvody a koncová zařízení, která brání v dalším rozšíření požáru. Ústředna dále akusticky i opticky signalizuje vznik požáru. Důležité objekty jsou napojovány na elektronické pulty Hasičského záchranného sboru **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů..**

Použití detektorů EPS:

Detektory EPS jsou vhodné pro domácnosti, kde je nainstalované topení na tuhá paliva (detekce „oxidu uhelnatého“) nebo na propan butan či zemní plyn. Další možností jsou detektory „zaplavení“.

### 1.2.6 Kamerové systémy CCTV

Kamerové systémy slouží k monitorování vnitřního prostředí budov i venkovního okolí. Mohou pracovat v automatickém režimu nebo mohou být manuálně ovládány. Přenos dat je možný po telefonních sítích, přes internet, po sítích LAN/WAN, bezdrátově radiovým přenosem, kabely. Uživatel se může do kamerového systému vzdáleně připojit, sledovat a ovládat jej. Systém CCTV lze integrovat k dalším zabezpečovacím systémům EZS (při narušení střeženého objektu), EPS (při hlášení požáru).

Kamerové a bezpečnostní systémy jsou účinným nástrojem v oblasti bezpečnosti jak pro domácnosti, tak pro velké instituce. Chrání životy, zdraví, majetek a mají významnou funkci prevence.

Použití kamerového systému CCTV:

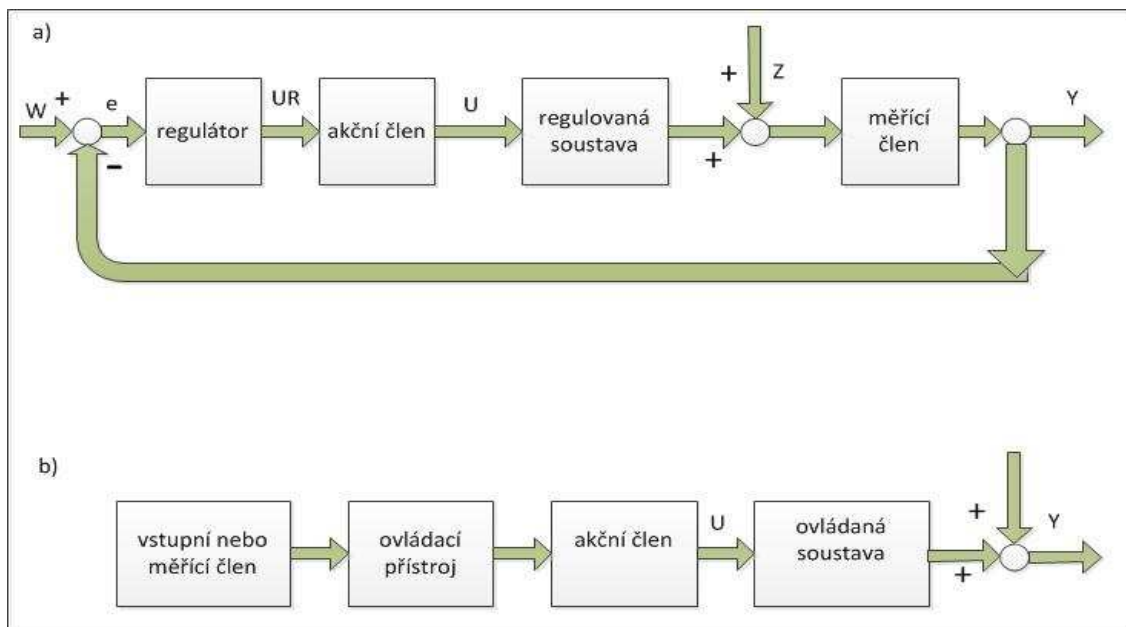
Vhodné použití jak pro domácnost (použití např. Web kamery propojené s počítačem, které jsou nekvalitní), tak pro objekty s vyšším zabezpečením (rozsáhlé kamerové systémy).

## 1.3 Regulace

### 1.3.1 Regulace a ovládání

Základní pojmy používané při regulaci:

- *Regulovaná veličina*: výstupní veličina systému (značí se  $y$ )
- *Řídící veličina* – žádaná hodnota, určuje průběh regulované veličiny (značí se  $w$ )
- *regulační odchylka* – rozdíl mezi žádanou a skutečnou hodnotou regulované veličiny (značí se  $e$  a její hodnota je  $e = w - y$ )
- *akční veličina* – nebo regulační veličina, vstupní veličina systému (značí se  $u$ )
- *porucha* – veličina, která působí na vstupu nebo na výstupu nebo kdekoli v regulované soustavě (značí se  $v$ )



Obr. 5. Blokové schéma: a) regulace, b) ovládání

*Ovládání* - proces v systému, u kterého jedna nebo více veličin jako výstupní veličiny ovlivňují systém na základě známých zadaných zákonitostí. Poznávacím znamením pro ovládání je otevřený působící obvod pro jednotlivé přenosové členy nebo řídicí řetězec.

-znamená otevřený působící obvod (řídicí resp. ovládací řetězec) ;

- odpovídajícím způsobem může působit jen na takovou poruchovou veličinu, která je stanovena či naddimenzována, jiné rušivé vlivy nejsou odstranitelné

- nemůže být nestabilní, pokud je ovládaný (řízený objekt) sám stabilní

*Regulace* - proces, při kterém je jedna veličina (regulovaná veličina) stále evidována (měřena) a porovnávána s jinou veličinou (řídící veličinou) a v závislosti na výsledku porovnání ve smyslu přizpůsobení se řídící veličině ovlivňována. Takto působící proces probíhá v uzavřeném obvodu, tj. regulačním obvodu.

- díky uzavřenému regulačnímu obvodu může odpovídajícím způsobem působit na všechny poruchové veličiny (negativní zpětná vazba)

- může být nestabilní (amplituda kmitání v okruhu povolna nedožívá, ale roste i při omezení vstupní veličiny  $w$  a  $z$  (teoreticky) roste nad všechny meze, případně zůstává konstantní)

regulace je charakterizována následujícími kroky:

- měření regulované veličiny  $y$
- vznik regulační odchylky  $e = w - y$ ; porovnáním skutečné hodnoty regulované veličiny  $y$  s požadovanou hodnotou  $w$
- zpracování regulační odchylky tak, že díky změně akční veličiny  $u$  se regulační odchylka zmenší či odstraní.

### 1.3.2 Typy regulátorů

#### 1.3.2.1 Dvoustavové regulátory

Dvoustavová regulace je méně náročná aplikace, při které nelze dosáhnout nenulové regulační odchylky. Měrná hodnota neustále kmitá v okolí požadované hodnoty. Odchylku je možné snížit zmenšením hystereze, tímto však dochází k častějším spínáním výkonových členů (relé, stykače, apod.) a jejich opotřeбенí.

Výhodou dvoustavové regulace jsou jednoduchá obsluha, nižší nároky na regulátor a životnost výkonových spínačů. Nevýhodou systému je nízká jakost regulace.

$$u = \begin{cases} u_{max} & \text{pro } e > 0 \\ u_{min} & \text{pro } e < 0 \end{cases} \quad (1)$$

Kde  $u_{max}$  – maximální akční zásah

$u_{min}$  – minimální akční zásah

Akční veličina kmitá z  $u_{min}$  do  $u_{max}$  dle regulační odchylky  $e$ .

#### 1.3.2.2 Spojité PID regulátory

Spojité regulátory přímo převádí hodnotu výstupu regulátoru na akční veličinu a zároveň spojitě převádí hodnotu výstupu regulované soustavy na vstupu regulátoru.

##### P- regulátor

$$u = \begin{cases} u_{max} & \text{je-li } K_e + u_b > u_{max} \\ K_e + u_b & \text{je-li } K_e + u_b \in \langle u_{min}, u_{max} \rangle \\ u_{min} & \text{je-li } K_e + u_b < u_{min} \end{cases} \quad (2)$$

$u_b$  se obvykle volí jako střední hodnota mezi  $u_{max}$  a  $u_{min}$ . P regulátor je používán pro svou jednoduchost (neodstraní vliv působení poruchové veličiny, může

jej jen zmenšit). Je samozřejmé, že při změně typu regulátoru je nutné změnit všechny zbývající parametry regulátoru.

**PI-regulátor**

$$u(t) = K \left[ e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau \right] \tag{3}$$

Kde K je zesílení a  $T_i$  je integrační časová konstanta regulátoru. Přítomnost integrační složky zajišťuje žádanou vlastnost a to je nulová regulační odchylka pro konstantní působení poruchy a konstantní žádanou hodnotu.

**PID-regulátor**

Snaha zlepšit stabilitu PI regulátoru vedla k zavedení derivační složky.

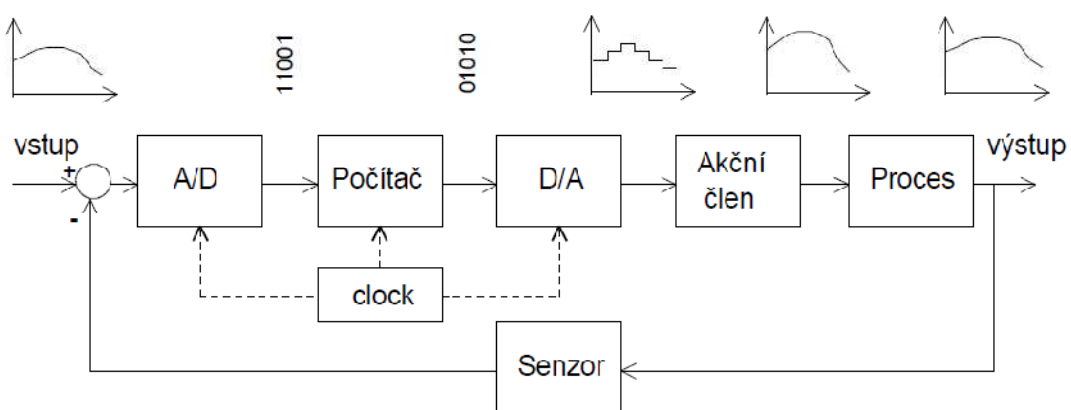
$$u(t) = K \left[ e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \frac{de(t)}{dt} \right] \tag{4}$$

Derivační složka umožňuje tedy předvídat budoucí chování procesu a využívat tuto znalost pro řízení. Omezení pro využití derivační složky a je v případech, kdy řízený systém obsahuje velké dopravní zpoždění, nebo kdy je regulovaná veličina zatížena velkým šumem měření.

Výhody PID regulátoru: Vysoká jakost regulace, zejména u soustav proporcionálním výstupem.

Nevýhody PID regulátoru: Velké nároky na regulátor. Vyšší nároky na spínače (nedoporučují se elektromechanické) Zdlouhavé manuální nastavování regulačních parametrů.

**1.3.2.3 Diskrétní PID regulátory**



Obr. 6. Schéma soustavy s diskretním regulátorem

Předpokládáme spojité vstupní signál (žádanou hodnotu výstupu), senzor výstupního signálu, kterým může být i neelektrická veličina, např. rychlost pohybu, teplota atd., má opět spojité signál. Formy signálu mezi jednotlivými bloky číslicového řídicího systému jsou naznačeny na Obr. 6.

V našem řešení budeme používat diskretní tvar PID, který se nazývá PSD regulátor.



$$u(kT) \approx y_R(kT) = q_0 e^{(kT)} + q_1 e^{[(k-1)T]} + q_2 e^{[(k-2)T]} + y_R[(k-1)T] \quad (5)$$

kde

$$q_0 = r_0 \left(1 + \frac{T}{T_i} + \frac{T_d}{T}\right) \quad q_1 = -r_0 \left(1 + 2\frac{T_d}{T}\right) \quad q_2 = r_0 \frac{T_d}{T} \quad (6)$$

T – perioda vzorkování

$T_d$  – velikost derivační složky

$T_i$  – velikost integrační složky

## 2 TYPOVÉ ŘEŠENÍ INFORMAČNÍHO SYSTÉMU PRO IDEÁLNÍ RODINNÝ DŮM

Hlavní funkce informačního systému: sledování, vyhodnocování informací a jejich zpracování, bezpečnostní zabezpečení a varování v rodinném domě.

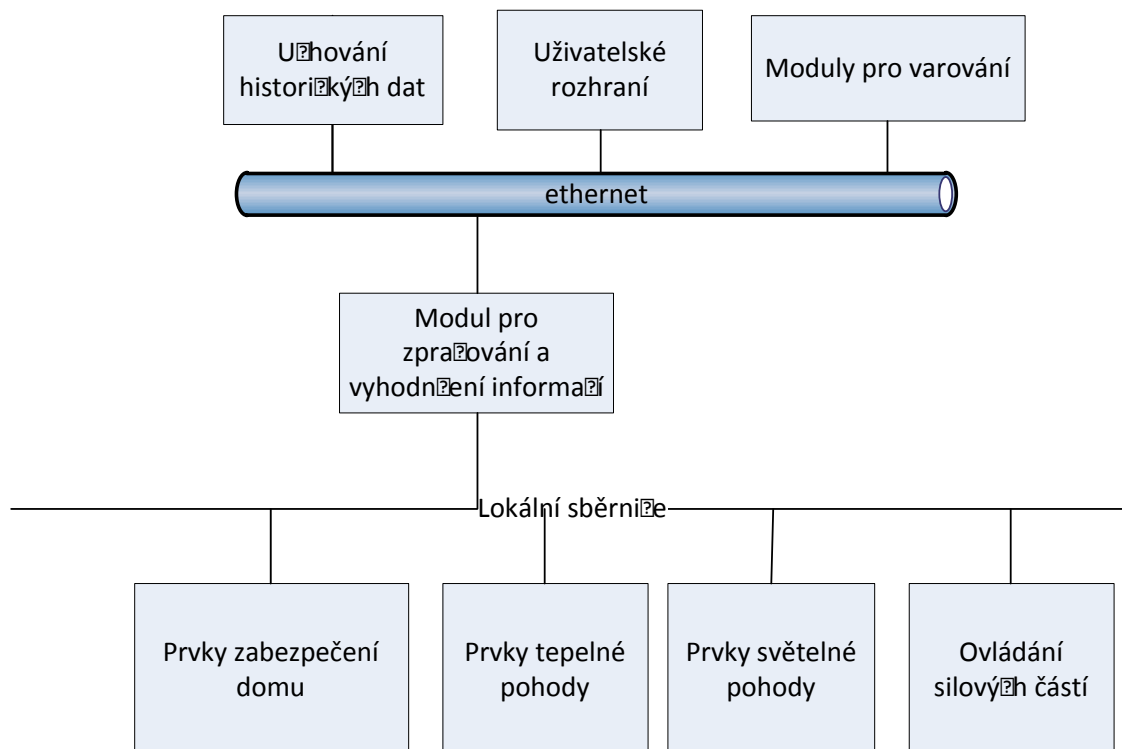
### 2.1 Přípravenost rodinného domu

Ideální rodinný dům je připraven pro kompletní instalaci informačního systému. Měl by mít nainstalovanu kabeláž, která je třeba pro funkčnost informačního systému.

- Silová část – to jsou rozvody elektrické sítě 230/400VAC. Tyto rozvody jsou řízeny silovými moduly ovládanými centrální jednotkou. V případě poruchy centrální jednotky by tyto silové rozvody měly být funkční.
- WAN – centrální připojení k internetu a propojení s LAN pomocí Wifi routeru.
- LAN – v každé místnosti je možnost připojení k místní síti zajištěno kabelem příslušné kategorie.
- V domě jsou zajištěny rozvody sběrnicevého systému ke všem inteligentním prvkům.

### 2.2 Propojení všech prvků informačního systému

Informační systém ideálního rodinného domu vyhodnocuje a sleduje co nejvíce parametrů. Všechny systémy jsou propojeny, ale nejsou na sobě funkčně závislé. Například porucha pohybového čidla nemá mít vliv na funkčnost zbytku systému například čidlo teploty a další. Celý systém splňuje základní funkčnost i po odpojení přívodu elektrické energie, protože obsahuje záložní zdroj elektrické energie. Stav a konfigurace systému jsou dostupné odkudkoli uvnitř domu – LAN, Wifi, ale i mimo něj WAN a GSM.



Obr. 7. Schéma struktury ideálního domu

### 2.3 Ovládání silových částí

Moduly pro ovládání silových částí jsou výkonové spínače ovládané řídicí jednotkou. Výkonové spínače mohou být umístěny přímo v rozvaděči u řídicí jednotky – pak je nutné přivést silové kabely všech ovládaných prvků do rozvaděče. Nebo jsou výkonové prvky umístěny přímo v instalační krabici pod vypínačem nebo pod zásuvkou a k zásuvce je přiveden pouze datový kabel lokální sběrnice.

### 2.4 Prvky světelné pohody

Světelnou pohodu v domě zajišťují zdroje světla, které jsou tvořeny v dnešní době žárovkami, led žárovkami nebo zářivkami. V ideálním domě je třeba z energetických i hygienických důvodů zachovávat potřebnou intenzitu osvětlení. Intenzita osvětlení je však velmi subjektivně vnímána v závislosti na činnosti v dané místnosti. Dle doporučení však je třeba dimenzovat minimální intenzitu osvětlení, kterou lze v případě potřeby snížit regulačním prvkem. Regulační prvky jsou instalovány způsobem uvedeným v kapitole 2.5. Informační systém v tomto místě nemá za úkol automaticky regulovat intenzitu osvětlení, ale dát uživateli možnost programově intenzitu osvětlení měnit v každé místnosti. Dále má za úkol například na chodbách detekovat přítomnost osob a světlo zhasnout, pokud přítomnost není detekována.

Ideální informační systém by měl mít možnost definovat tzv. světelná schémata, která lze jednoduše zapínat. Jiné schéma může být definováno pro čtení, sledování televize nebo při odpočinku.

## 2.5 Prvky tepelné pohody

Tepelná pohoda je ovlivňována mnoha faktory, které by měl informační systém přinejmenším monitorovat.

Teplota vzduchu v místnosti – informační systém musí umožňovat nastavení aktuální teploty, která bude dosažena s minimálním zpožděním. Dále je nutné plánovat průběhy teploty během dne dle uživatelského nastavení. Systém by měl automaticky dle potřeby tepla zapínat jednotku chlazení nebo ohřevu vzduchu.

Činnost – při různých domácích činnostech vzniká přebytečné teplo, které ohřívá místnost stejně jako pohyb více lidí v místnosti. Při vzniku takového tepla se zvedne teplota vzduchu v místnosti a regulace zajistí snížení výkonu otopných těles nebo zapnutí vzduchotechniky pro snížení teploty.

Relativní vlhkost – vlhkost je opět ovlivněna činností a počtem lidí v místnosti. Informační systém monitoruje aktuální vlhkost v místnosti a pokud je vlhkost mimo nastavený interval, zapne informační systém výměnu vzduchu.

## 2.6 Prvky zabezpečení domu

Teplotní čidla ve vytápěných místnostech jsou správně umístěna tak, aby nebyla ovlivňována zdroji tepla nebo chladu (např. oknem nebo komínem). Pohybová čidla v místnostech, ve kterých je třeba sledovat pohyb osob, jsou umístěna tak, aby nebylo možné je snadno vyřadit z činnosti. CO čidla jsou v místech, kde může dojít k vzniku plynu např. v kotelně. Čidla otevření dveří a oken, detektory rozbití skla. Čidlo záplava, které bude umístěno v nejnižším bodě domu.

Klávesnice pro EZS by měla být umístěna u vchodových dveří v chodbě. Siréna pro EZS nebo jiný poplach. Vypínače pro ovládání osvětlení v místnosti, regulátory teploty v jednotlivých místnostech.

## 2.7 Modul pro vyhodnocení a zpracování informací

Srdcem celého informačního systému je centrální jednotka. V centrální jednotce je implementována veškerá logika celého informačního systému a vizualizační nástroje pouze čtou nebo zapisují parametry informačního systému. Centrální jednotka zajišťuje komunikaci s čidly po vlastní sběrnici. Tato sběrnice umožňuje jednoduché připojení libovolného počtu periférií. Sběrnice pracuje na systému master-slave. Což znamená, že

se centrální jednotka dotazuje periferií na jejich stavy a ty jí zasílají tyto stavy v odpovědi. Výhoda tohoto systému je přesně definovaná perioda dotazů bez možnosti kolize jako u kolizního sběrnicevého systému jako je ethernet. Pokud master nedostane odpověď, okamžitě vyhodnotí stav prvku jako porucha nebo ohrožení.

Centrální jednotka je připojená k rozvodům sítě ethernet, které ale slouží pouze pro nastavení a konfiguraci centrální jednotky. Dále může centrální jednotka po této sběrnici komunikovat s historizačním serverem, který bude periodicky ukládat stavy zvolených periferií.

Systém je možné konfigurovat z PC, kde lze zobrazit a nastavit všechny parametry systému a také zobrazovat historická data. Další konfigurační periferie je klávesnice, která slouží k aktivaci EZS. PDA je připojeno k centrální jednotce přes WLAN a umožňuje také kompletní nastavení všech parametrů s ohledem na grafické omezení.

## 2.8 Moduly pro varování

Internet – při poplachu systém zašle emailovou zprávu nadefinovaným příjemcům.

GSM modem – zašle zprávu nadefinovaným příjemcům, např. bezpečnostní službě.

Akustický signál – siréna se záložním zdrojem, slouží pro upozornění osob uvnitř nebo v blízkosti domu.

## 2.9 Modul uchování historických dat

Tento modul slouží k monitoringu aktuálních hodnot všech veličin a ukládání do databáze s definovanou periodou. Uživatel má možnost podívat se do historie například na průběhy teploty a hodnoty otevření ventilů. Nevýhoda takového zařízení je, že vyžaduje velký paměťový prostor. Řídící jednotka obvykle nemá k dispozici velká paměťová média, a proto nezbyvá než ukládat data do vzdáleného PC.

## 2.10 Uživatelské rozhraní

Ideální uživatelské rozhraní je dostupné ze všech elektronických zařízení se zobrazovacím displejem používaných v domácnosti. Nejčastější je mobilní telefon, televize, dotykový displej nebo samozřejmě PC. Dále by mělo mít uživatelské rozhraní různé úrovně přístupů a ovládání. Jiné prvky budou zpřístupněny běžnému uživateli a jiné budou pro konfiguraci a přidávání nových prvků systému. Uživatelské rozhraní by mělo mít také dobrou dostupnost například z internetu nebo přes GSM modul. Dalším

---

přínosem pro uživatele by byla ne nutnost instalace speciálního prostředí pro komunikaci, ale využitím například internetového prohlížeče.

### 3 ZÁKLADNÍ PARAMETRY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

Základní parametry prostředí jsou: teplota, stav výplní otvorů oken a dveří, bezpečnost z pohledu úniku plynů, zatopení, pohybu osob.

#### 3.1 Tepelná pohoda

Nejdůležitější složkou tohoto prostředí je tepelně vlhkostní mikroklima. Jeho narušení ohrožuje základní podmínku existence lidské společnosti.

- Tepelná pohoda znamená, že je dosaženo takových tepelných poměrů, kdy člověku není ani chladno, ani příliš teplo a člověk se cítí příjemně.

- Tepelnou pohodou se také označuje stav, kdy prostředí odnímá člověku jeho tepelnou produkci bez výrazného (mokrého) pocení.

- Tepelná pohoda je stav mysli, jenž vyjadřuje spokojenost s teplotním klimatem a který vychází ze subjektivního hodnocení. [14]

Teplota vzduchu je teplota interiérového vzduchu bez vlivu sálání z okolních povrchů.

Teplota dle ČSN 06 0210 obývacích místností, tj. obývací pokoj, ložnice, jídelna, pracovna, dětský pokoj, WC je 20°C a teplota koupelny je 24°C.

##### 3.1.1 Faktory ovlivňující tepelnou pohodu

*Vlhkost vzduchu* - nejčastěji je používána relativní vlhkost RH (%), která udává nasycení vzduchu vodní parou nebo měrná vlhkost  $x$  ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), což je hmotnostní množství vodní páry v 1 kg suchého vzduchu. Vlhkost vzduchu v bytu je vhodná od 30 do 70 %, ideální vlhkost je 50%. Vlhkost však závisí od teploty, čím je vyšší teplota, tím by měla být nižší vlhkost v místnosti. Doporučené relativní vlhkosti vzduchu vytápěných místností dle ČSN 06 0210 je 60%, v koupelně 90%.

*Množství vyměňovaného vzduchu* - obecně se větrání navrhuje tak, aby se splnil požadavek intenzity výměny vzduchu 0,3 až 0,6  $\text{h}^{-1}$ , nebo aby přívod čerstvého vzduchu byl 15 až 30  $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$  na osobu (v místnostech s vyšší aktivitou osob má být přívod vzduchu 25 až 50  $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ ). V době, kdy v domě nikdo není, by měla být intenzita větrání cca 0,1  $\text{h}^{-1}$  kvůli odvodu vlhkosti a případných škodlivin. Pro výpočet potřeby tepla na vytápění u obytných budov se všeobecně předpokládá, že je splněn požadavek intenzity výměny vzduchu 0,5  $\text{h}^{-1}$ . [15]

*Rychlost vzduchu* - ovlivňuje přenos tepla prouděním a odpařování vlhkosti z pokožky. Může však způsobit i pocit průvanu. Rychlost proudění vzduchu by neměla překročit 0,1  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

### 3.1.2 Návrh větracího systému

Na základě vypočítaného objemu obytných prostor v domě ( $312 \text{ m}^3$ ), aby byl splněn požadavek intenzity výměny vzduchu  $0,5 \text{ h}^{-1}$ , jsem navrhl použít kompaktní vertikální větrací jednotku Duplex ECV 380 s rekuperací tepla a elektronicky řízenými ventilátory. Z tabulky technických parametrů lze vyčíst, že výkon větrací jednotky je  $360 (\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1})$  což je dvojnásobný výkon z důvodu plánované dostavby podkroví.

Tab. 1. Technické parametry jednotky Duplex ECV 380

Duplex ECV 380		
Priváděný vzduch - max	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	360
Odváděný vzduch - min	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	360
Účinnost rekuperace – max	%	90
Hloubka	mm	440
Šířka	mm	520
Výška	mm	800
Průměr přípojovacích hrdel	mm	4x160
Hmotnost	Kg	31
Napětí	V	230
Odvod kondenzátu	mm	22
Počet ventilátorů	ks	2
Jmenovitý proud pro jistící zařízení	A	10

#### 3.1.2.1 Popis funkce větracího systému

Čerstvý filtrovaný vzduch z exteriéru je nasáván do jednotky Duplex přes zeď. Na venkovní straně sání je nainstalována protidešťová žaluzie. Další možností je nasávání vzduchu ze zemního výměníku tepla (ZVT), který slouží částečně jako protinámrazová ochrana rekuperační jednotky. ZVT se skládá z potrubí vedeného v zemi v hloubce 1,5 až 2metry, délce 20 až 25 metrů a průměru 0,2 metru, vstupní šachty a nadzemního krytu s filtrem.

V zimním období má zemina jako sezónní akumulátor solární energie v hloubce 1,8 – 2m teplotu  $4 - 8 \text{ }^\circ\text{C}$ . Při průtoku větracího vzduchu ( $150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ) potrubím o průměru 0.2 m uložené v jílovité vlhké zemině v hloubce 2 m a délce 20 – 25 m se nasávaný venkovní vzduch teploty  $-15^\circ\text{C}$  ohřívá průchodem potrubím na  $+2$  až  $+5^\circ\text{C}$  na výstupu ze ZVT.

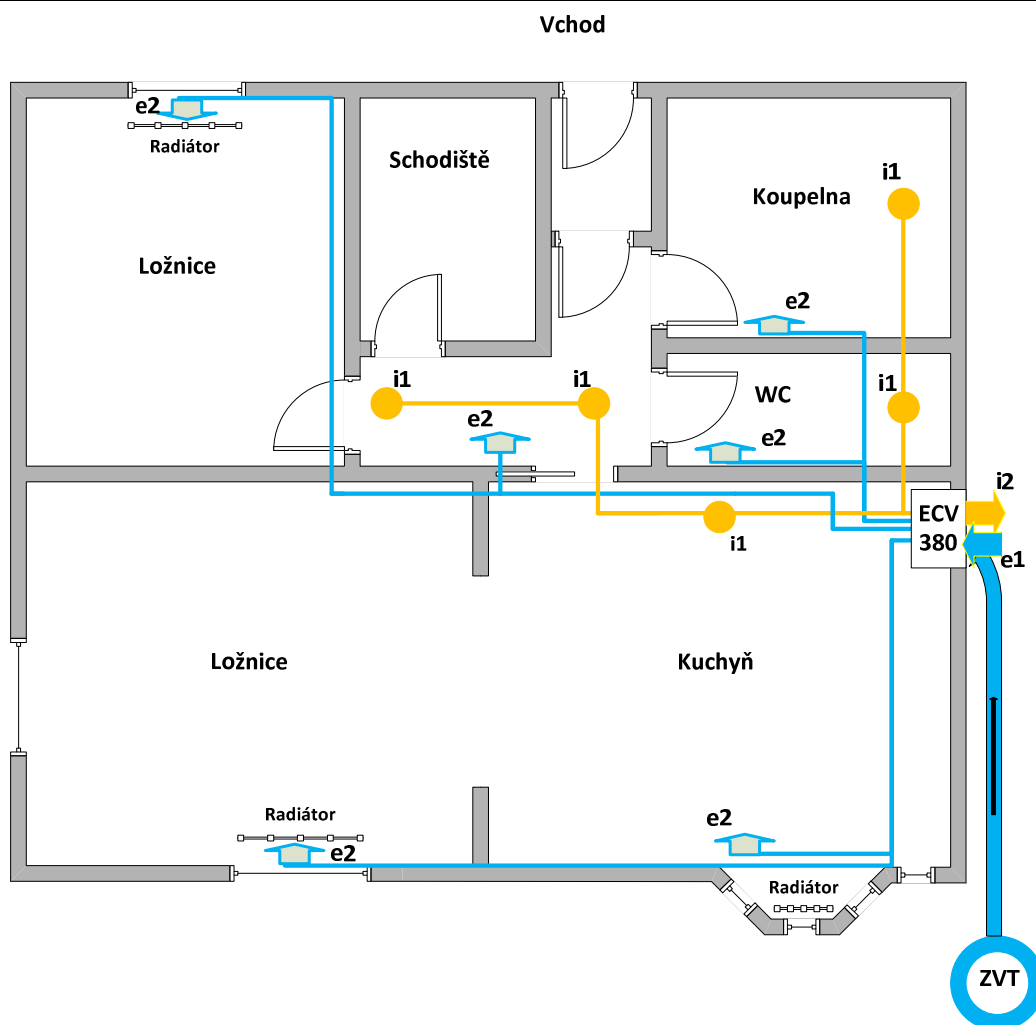
V letním až přechodném období má zemina v hloubce 2 m průměrnou teplotu  $10 - 14^\circ\text{C}$ . Při přetlakovém větrání se priváděný teplý venkovní vzduch průchodem potrubím ochlazuje na  $+17$  až  $+22^\circ\text{C}$ .



V přechodném období je větrací vzduch přiváděn k jednotce DUPLEX z venkovní žaluzie na fasádě objektu přes typovou tvarovku „T“ s klapkami a servo pohonem s automatickým řízením podle čidla venkovní teploty umístěného na severní fasádě domu. Tím se optimalizuje energetická náročnost větrání a zamezuje vyčerpání tepelné kapacity zeminy.

Nasávaný vzduch je z větrací jednotky dále rozváděn z centrální rozdělovací podlahové komory plochými kanálovými vzduchovody z pozinkovaného plechu o rozměrech 200x50 mm uložené v tepelně-izolační vrstvě podlahy, s vyústěním přes podlahové vyústky. Tento systém je určen pro novostavby. Tímto je zaručeno stejnoměrné rozložení teplot v jednotlivých místnostech. Celkem bylo nainstalováno 6 vstupů cirkulačního vzduchu: 2ks v ložnicích, dále po jednom v kuchyni, WC, koupelně, a chodbě. Je zde možné ruční nastavení klapek v podlahových vyústkách dle pozdějších požadavků. Odtah odpadního vzduchu z obytných místností je odváděn štěrbinami pod dveřmi bez prahů a odsáván talířovými vyústky pod stropním podhledem propojených dále s kruhovým potrubím z pozinkovaného plechu o průměru 160mm do větrací jednotky s protiproudým rekuperačním výměníkem. Zde dochází k předání požadovaného tepla čerstvému vzduchu přiváděnému do budovy. Z výměníku je odpadní vzduch odváděn do ovzduší. V budově jsem umístil odsávací stropní vyústěna chodbě, v kuchyni, koupelně na WC. Zapnout větrací jednotku nebo zvýšit její výkon lze stisknutím vypínače pro větrání v kuchyni, WC, nebo v koupelně. Zemní výměník tepla bude zakopán v blízkosti domu a propojen s rekuperační jednotkou.

Ve ventilačním systému nebudou nainstalována teplotní čidla, vlhkoměr, ani ohřívací či klimatizační zařízení.



Obr. 8. Schéma návrhu větrání v domě

$i_1$  - odpadní vzduch z místností

$i_2$  - výfuk odpadního vzduchu z rekuperační jednotky

$e_1$  - nasávání venkovního vzduchu

$e_2$  - čerstvý vzduch přiváděný do místností

ZVT - zemní výměník tepla

ECV - větrací jednotka

### 3.1.2.2 Režimy provozu větracího systému

- *Větrání* - normální větrací režim jednotky (jednotka větrá na požadovaný výkon dle nastavení parametru). Stálé provětrávání budovy je vhodné v přechodovém období (jaro, podzim), v létě nebo při přechodném zvýšení počtu osob v domě.
- *Periodické větrání* - jednotka spíná větrání s nastaveným vzduchovým výkonem v automaticky vypočítaných intervalech. Určeno pro větrání v zimním období. Při trvalém větrání hrozí přesoušení vzduchu z důvodu nižší vlhkosti venkovního vzduchu.

- *Koupelna* - jednotka je spuštěna externím vstupem na vyšší výkon, např. vypínačem pro větrání v koupelně, WC, kuchyni. Pokud jsou instalována čidla koncentrace CO<sub>2</sub>, nebo vlhkosti může jednotka do tohoto režimu přejít automaticky.
- *Party/Dovolená* - při tomto režimu nelze jednotku ovládat manuálně. Jedná se o dočasný režim buď na požadavek větší výměny vzduchu, kdy je v domě více lidí, nebo v době dovolené, kdy je třeba minimální přísun vzduchu.

### 3.1.2.3 Napojení větracího systému na informační systém

Ovládané prvky větracího systému:

Výkon větrání – vstup 0 – 10V umožňuje plynule regulovat výkon ventilátorů

Ovládání zdroje tepla – spínací kontakt pro sepnutí ohřevu vzduchu

Bezpečnostní vypnutí – rozpínací kontakt pro nouzové vypnutí větracího systému

Ovládání pohonu klapky uzavření zemního výměníku – vstup 24V, doba přeběhu 150s

## 3.2 Světelná pohoda

Denní osvětlení je základním faktorem životního prostředí člověka, má vliv na jeho zdravotní a psychický stav. Využívá přímé sluneční světlo rozptýlené atmosférou. Kvalita denního osvětlení v interiéru závisí na hladině osvětlení, rozložení světelného toku, směru osvětlení, rozložení jasů ploch v zorném poli oslnění apod.

Umělé osvětlení – používá se v době, kdy k vytvoření světelného klimatu denní světlo nestačí, vychází z rozboru zrakové náročnosti vykonávané práce nebo z hledisek estetických nebo klimatických, jeho úkolem je zajistit bezpečnost práce a přispět ke zrakové pohodě člověka.

Sdružené osvětlení – sdružené osvětlení je kombinace denního a umělého osvětlení.

Při denním osvětlení je zrakový výkon v průměru o 4 % vyšší než při osvětlení umělém. Průměrný jas oblohy je asi 4 000 cd.m<sup>-2</sup>, závisí na znečištění atmosféry, druzích mraků a podobně.

Světlo je viditelné elektromagnetické záření o vlnové délce 400-750 nm.

### 3.2.1 Veličiny popisující světlo:

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (7)$$

Kde:  $\Phi$  - světelný tok, jednotka lumen (lm)

E - intenzita osvětlení (lux)

S – osvětlovaná plocha (m<sup>2</sup>)

Tento vztah vyjadřuje jaký musíme zvolit světelný tok abychom dosáhli doporučenou intenzitu osvětlení viz. tabulka Tab. 2.

### 3.2.2 Zásady návrhu osvětlení

- zajistit potřebnou hladinu jasu či intenzity osvětlení,
- vytvořit rovnoměrné osvětlení,
- zabránit vzniku oslnění,
- volit přiměřenou chromatičnost světla dle tvarového a barevného řešení prostředí,
- volit správný směr osvětlení

Tab. 2. Doporučené hodnoty intenzit osvětlení obytných místností

Prostor	Intenzita E [lx]
Sklep, půda, schodiště	30
Předsín, prádelna, toaleta	60
Ložnice, koupelna	120
Dětská pokoj, obývací pokoj	150
Kuchyň, jídelna	250
Místo pro zrakově náročné práce	500

### 3.2.3 Prvky světelné techniky

Základními prvky světelné techniky jsou světelné zdroje. V domácnostech v současné době používáme žárovky klasické, halogenové, lineární zářivky, sodíkové výbojky, kompaktní zářivky vybavené patičí, umožňující nahrazení klasické žárovky. Nově se začínají používat LED žárovky.

Světelné zdroje hodnotíme podle vyzařovaného světelného toku (lm), měrného výkonu ( $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$ ), elektrického příkonu zdroje (W), délky životnosti zdroje, barevné jakosti a stálosti světelného toku.

Světelný tok 66-ti LED žárovky s příkonem 3,3 W je 462 lm což je srovnatelné s klasickou vláknovou žárovkou s příkonem 45W. Životnost klasické žárovky je 1000 hodin u LED žárovky je 50 000 hodin.

LED žárovky umožňují propojení s PIR čidlem a rozsvítí se v místnosti pokud je tma vždy kdy zaznamená pohyb, navíc žárovka v může mít v sobě integrovaný akumulátor a zásobovat světlo energií na jednu hodinu provozu v případě výpadku elektrické energie.

Od září 2009 začaly být v Evropské unii žárovky s wolframovým vláknem a další energeticky neúčinné zdroje světla stahovány z trhu. Od roku 2010 nejsou

vyráběny žárovky o příkonu 75 W, během roku 2011 s příkonem 60 W a od roku 2012 nebudou vyráběny s příkonem 40 W a méně.

Vizuální pohoda závisí na tom, zda je v oblasti zrakového úkolu dostatečná intenzita osvětlení, zda je tu bráněno vzniku oslnění a to přímého nebo nepřímého, nebo oslnění denním světlem. Dalším znakem vizuální pohody je vizuální kontakt s vnějším světem nebo pohled z venku dovnitř objektu.

Tab. 3. Základní parametry vnitřního prostředí bytového domu

Místnost		Obývací pokoj	Ložnice	Koupelna
Teplota	$T_i$ (°C)	19-25	14-24	22
Intenzita osvětlení	$E_{sk}$ (lux)	100-500	100-500	250
Intenzita výměny vzduchu ( $25\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ )	$n$ ( $1\cdot\text{h}^{-1}$ )	0,5	0,5	0,3-2

### 3.3 Teplota

Teplota je jednou z nejdůležitějších součástí komfortu v rodinném domě, proto každý informační systém monitoruje a reguluje teplotu v různých částech domu. Popisovaný informační systém monitoruje teplotu na mnoha místech díky sběrníkovému systému je neomezený počet míst pro monitorování teploty.

Monitorování teploty lze rozdělit do několika kategorií a to je teplota tepelných rozvodů, teplota v jednotlivých místnostech a teplota venkovní

Regulace teploty, probíhá na úrovni míchání teploty vody v jednotlivých okruzích a dále regulací výkonu radiátorů. Pro kvalitní regulaci je třeba spočítat maximální dosažené výkony jednotlivých topných těles a aktuální potřebu v místnosti dle venkovní teploty.

#### 3.3.1 Teorie přenosu tepla

Přenos tepla lze rozdělit do několika způsobů tepelné výměny: tepelná výměna vedením (kondukcí), tepelná výměna prouděním (konvekci) a tepelná výměna sáláním (záření, radiací)

##### 3.3.1.1 Přenos tepla vedením (kondukcí)

Přenos tepla vedením je děj kdy dochází k interakci částic dvou prostředí. Teplota se přenáší směrem ke chladnějšímu tělesu. Přenos vedením (kondukcí), neboli šíření tepla ve hmotě prostřednictvím vzájemné interakce jejích částic, je popsáno Fourierovým zákonem.

$$q = -\lambda \nabla v \quad (8)$$

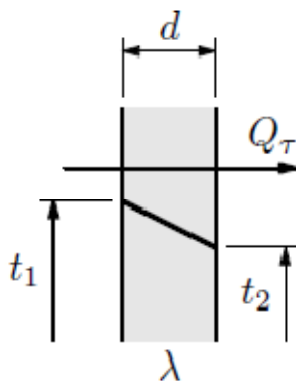
Fourierův zákon pro jednu souřadnici:

$$q = -\lambda \cdot S \cdot \frac{dv}{dx} \quad (9)$$

Po integraci dostaneme:

$$q = -\lambda \cdot S \cdot \frac{v_1 - v_2}{x} \quad (10)$$

který nám říká, že velikost tepelného toku  $q$  je přímo úměrná velikosti tepelné vodivosti  $\lambda$ , kontaktní ploše  $S$  a tepelnému gradientu  $\vartheta$ , přičemž vždy směřuje proti tomuto gradientu, tedy že tepelná energie vždy přechází z teplejšího tělesa do chladnějšího. [3]



Obr. 9. Řez rovinnou stěnou

Při aplikaci na rovinnou stěnu budeme uvažovat, že deska je homogenní a teplo proudí pouze v jednom směru. Velikost tepelného toku  $Q$  procházejícího plochou z povrchu desky, je pak dána vztahem:

$$Q_{\tau} = \frac{\lambda}{d} (t_1 - t_2) S = \frac{\lambda S \Delta t}{d} \quad (11)$$

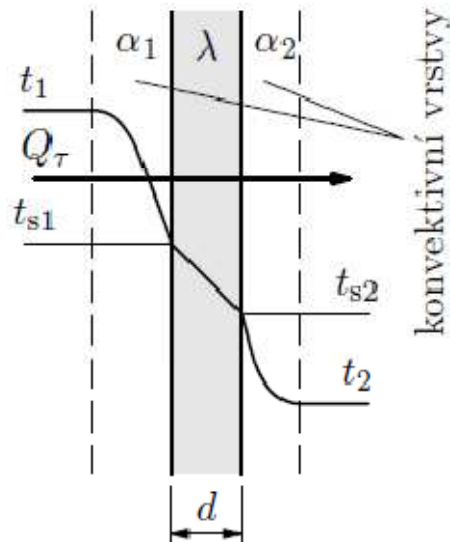
kde  $\lambda$  označuje součinitel tepelné vodivosti materiálu desky. Jednotkou  $\lambda$  je  $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ .

### 3.3.1.2 Přenos tepla prouděním (konvekci)

Přenos tepla prouděním neboli šíření tepla pohybem hmoty. Pohyb hmoty může být samovolný nebo nucený. Přenos tepla prouděním je charakterizován:

$$Q_t = \alpha S \Delta t \quad (12)$$

kde  $Q_T$  označuje tepelný tok ve watttech,  $S$  označuje plochu stěny v  $m^2$ ,  $\Delta t$  označuje rozdíl teplot ohřívání (ochlazení) tekutiny (plynu) v kelvinech,  $\alpha$  je součinitel přestupu tepla ve  $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ . [4]



Obr. 10. Vedení tepla prouděním u rovinné stěny

Mezi prvním prostředím ( $\alpha_1$ ) a stěnou dochází ke sdílení tepla prouděním, ve stěně dochází

k přenosu tepla vedením ( $\lambda$ ) a ze stěny do druhého prostředí opět prouděním ( $\alpha_2$ ). Ze zákona o zachování energie platí:

$$Q_{\tau 1} = Q_{\tau 2} = Q_{\tau 3} = Q_{\tau} \quad (13)$$

kde:

$$Q_{\tau 1} = \alpha_1 S (t_1 - t_{s1})$$

$$Q_{\tau 2} = \frac{\lambda}{d} S (t_{s1} - t_{s2})$$

$$Q_{\tau 3} = \alpha_2 S (t_{s2} - t_2)$$

po sečtení teplot

$$t_1 - t_2 = \frac{Q_{\tau}}{S} \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \quad (14)$$

Nyní opět vyjádříme

$$Q_{\tau} = \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} S \quad (15)$$

což je tepelný tok při celkovém prostupu tepla stěnou s konvektivním prouděním podél stěn.

### 3.3.1.3 Přenos tepla sáláním

Sálání souvisí se změnami vnitřní energie tělesa a následně těleso vydává záření. Toto záření je pak vysíláno ve formě elektromagnetických vln do prostoru, který těleso obklopuje. Dopadne-li toto záření na nějaké jiné těleso a dojde-li k pohlcení tohoto záření, zvýší se vnitřní energie tohoto tělesa. Souhrnně se vzájemné sálání a pohlcování při dvou nebo i více tělesech s různými teplotami nazývá sdílení tepla sáláním. Při výpočtu nebudeme uvažovat sdílení tepla tímto způsobem.

### 3.3.1.4 Tepelný odpor a ztrátový výkon

Tepelný odpor sdílením tepla vedením:

$$R = \frac{1}{(\alpha \cdot S)} \quad (16)$$

kde

R – tepelný odpor ( $\text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ )

d – vzdálenost míst na nichž je tepelný rozdíl  $\Delta T$  (m)

$\lambda$  – tepelná vodivost materiálu ( $\text{Wm}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

S – plocha přes níž prochází tepelný tok

Tepelný odpor vzduchové vrstvy sdílením tepla prouděním:

$$R = \frac{1}{(\alpha \cdot S)} \quad (17)$$

kde

S – plocha vzduchové vrstvy

$\alpha$  – součinitel přestupu tepla prouděním

Ekvivalentní ohmův zákon:

$$R = \frac{\Delta T}{P} \quad (18)$$

kde

$\Delta T$  - je tepelný rozdíl teplot na obou stranách vrstvy,  $T_2 - T_1$  (K)

P – aktuální tepelný výkon, který je roven ztrátovému výkonu

Ztrátový výkon s korekčním faktorem:

$$P = \frac{\Delta T \cdot f_k}{R} \quad (19)$$

kde  $f_k$  – teplotní korekční činitel pro zjednodušené výpočtové metody – zahrnuje například ztráty tepelnými mosty



Tab. 4. Teplotní korekční činitel

Tepelná ztráta:	$f_k$	Poznámky
Přímo do venkovního prostředí	1,00 až 1,40	Nižší hodnota platí pro tepelné mosty tepelně izolované, vyšší pro tepelné mosty, které nejsou tepelně izolované.
Nevytápěným prostorem	0,80 až 1,12	
Zemí	0,30 až 0,42	
Podkrovím a zvýšenou podlahou	0,90 až 1,16	
Do sousední budovy	0,50 až 0,70	
Do sousední funkční části budovy	0,30 až 0,42	

Ztrátový tepelný výkon větráním:

$$\Phi_{Vi} = 0,34 \cdot V_{min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_c) V_{min,i} = n_{min} \quad (20)$$

$\Phi_{Vi}$  – ztrátový výkon větráním v i-te místnosti

$V_{min,i}$  – objem požadovaného vzduchu, který se vymění větráním ( $m^3/h$ )

$\theta_{int,i}$  – teplota uvnitř místnosti ( $^{\circ}C$ )

$\theta_c$  – venkovní teplota ( $^{\circ}C$ )

Tab. 5. Minimální intenzita výměny vzduchu

Druh místnosti	$n_{min}(h^{-1})$
Obytná místnost základní	0,5
Kuchyně nebo koupelna s oknem	1,5
Kancelář	1,0
Zasedací místnost, školní třída	2,0

### 3.3.1.5 Tepelný výkon podlahového topení

Výkon podlahového topení v závislosti na teplotě povrchu lze spočítat dle [5].

Měrný výkon dodávaný do místnosti

$$q = 8,92 \cdot (\theta_{F,m} - \theta_i)^{1,1} \quad (21)$$

kde:

$q$  – hustota tepelného toku ( $W/m^2$ )

$\theta_{F,m}$  – střední teplota povrchu podlahy ( $^{\circ}C$ )

$\theta_i$  – jmenovitá střední teplota místnosti ( $^{\circ}C$ )

Příkon dodávaný podlahovou soustavou:

$$Q_h = A_F \cdot q \cdot \left(1 + \frac{R}{R_u} + \frac{\theta_i - \theta_u}{q \cdot R_u}\right) \quad (22)$$

kde  $Q_H$  – příkon dodávaný soustavou ( W )

$A_F$  – podlahová otopná plocha ( m<sup>2</sup> )

$q$  – hustota tepelného toku, měrný výkon podlahového soustavy (W/m<sup>2</sup> )

$R_o$  – tepelný odpor podlahové konstrukce od topných trubek směrem nahoru (m<sup>2</sup>K/W)

$R_u$  – tepelný odpor podlahové konstrukce od topných trubek směrem dolů (m<sup>2</sup>K/W)

$\theta_i$ - vnitřní výpočtová teplota vytápěné místnosti ( °C)

$\theta_u$ -teplota prostředí pod podlahou ( °C)

### 3.3.1.6 Tepelný výkon radiátoru

Pro výpočet byl použit zdroj [5].

Jmenovitý výkon radiátoru  $Q(W)$  se udává ve formátu:

$t_1 / t_2 / t_r$  kde

$t_1$ - teplota vstupní vody

$t_2$  – teplota výstupní vody

$t_r$  – teplota v místnosti

Aktuální výkon pro jiné podmínky je třeba korigovat korekčním faktorem

$$Q = Q_i \cdot f \quad (23)$$

$$f = f_{\Delta t} \quad (24)$$

Kde  $f$  – korekční faktor

$Q$  – skutečný výkon (W)

$Q_j$  – jmenovitý výkon (W)

$f_{\Delta t}$  – korekční faktor dle změněných teplotních podmínek

Rozdílový ukazatel:

$$c = \frac{t_2 - t_r}{t_1 - t_r} \quad (25)$$

$$f_{\Delta T} = \left(\frac{\Delta T}{\Delta T_n}\right)^n$$

$$\Delta T = \frac{t_1 + t_2}{2} - t_r$$

$$\Delta T_n = \frac{t_{1n} + t_{2n}}{2} - t_{rn} \quad (26)$$

Jestliže je  $c \geq 0,7$

$n$  – linearita radiátoru dle tabulky budeme uvažovat  $n = 1,26$

$t_{1n}$  – vstupní teplota v základním stavu ( $^{\circ}\text{C}$ )

$t_{2n}$  – výstupní teplota v základním stavu ( $^{\circ}\text{C}$ )

$t_r$  – teplota místnosti ( $^{\circ}\text{C}$ )

Jesliže  $c \leq 0,7$  pak platí

$$f_{\Delta t} = \left( \frac{\Delta T_{ln}}{\Delta T_{n,ln}} \right)^n$$

$$\Delta T_{ln} = \frac{t_1 - t_2}{\ln \frac{t_1 - t_r}{t_2 - t_r}} \quad (27)$$

$$\Delta T_{n,ln} = \frac{t_{1n} - t_{2n}}{\ln \frac{t_{1n} - t_m}{t_{2n} - t_m}} \quad (28)$$

### 3.3.1.7 Zdroje tepla

Jako zdroj tepla v rodinném domě jsou využity dva kotle. Kotel na pevná paliva a kotel elektrický. U každého kotle lze nastavovat a monitorovat několik veličin.

Kotel na tuhá paliva od firmy Atmos má výkon 25kW. U tohoto kotle je třeba sledovat teplotu v primárním okruhu kotle, která říká jaký výkon kotel aktuálně dodává a v jaké fázi se nachází. Podle této teploty se řídí chod oběhových čerpadel a způsob ohřevu TUV. Všechny regulační prvky jsou mechanické a neumožňují vzdálené řízení. Elektrický kotel o výkonu 15kW slouží jako doplňkový zdroj tepla. U tohoto zdroje je třeba monitorovat teplotu vody v obou okruzích a podle potřeby spínat jednotlivé výkonové stupně R1,R2.

### 3.3.2 Teplota uvnitř místností

Monitorovaná teplota uvnitř místností se skládá z teploty vzduchu v místnosti a teploty podlahy. Z výpočtu výkonových ztrát v místnosti a aktuálního výkonu podlahového topení lze zjistit, kolik procent lze pokrýt podlahovým topením a kolik radiátorovým okruhem.

### 3.3.3 Výpočtové hodnoty z ČSN 73 0540-3

Vnitřní teplota  $\theta_{int,i} = 20^{\circ}\text{C}$

Vnější teplota  $\theta_e = -15^{\circ}\text{C}$

Součinitel přestupu tepla u vnější konstrukce:  $\alpha_1 = 23 \text{ (W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}\text{)}$

Součinitel přestupu tepla u vnitřní konstrukce:  $\alpha_2 = 8 \text{ (W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}\text{)}$

Součinitel prostupu tepla oken: Zdvojená okna se dvěma skly  $k = 2,8 \text{ (W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}\text{)}$

### 3.3.4 Tepelné poměry místností

Tato kapitola řeší výkony dodané jednotlivými radiátory a podlahovým topením a výpočet aktuální tepelné ztráty místnosti. Výkony spočítané v této kapitole budou použity na ekvitermní řízení teploty v domě.

Pro názornost budeme uvažovat největší místnost v domě. Všechny konstanty jsou přebrány z normy ČSN 73 0540-3.

Nejprve jsou spočítány tepelné vodivosti a tepelné kapacity všech zdí uvnitř místnosti.

Tab. 6. Tepelné parametry zdí

Místnost	Název	Symbol	Materiál	Tloušťka d (m)	Plocha S (m <sup>2</sup> )	Objem V(m- 3)	Hmotnost m (kg)	Součinitel vodivosti $\lambda$ (W·m-1·K-1)	tepelné	Tepelný odpor R (K.W <sup>1</sup> )
Obývací pokoj Kuchyň a	Podlaha podl. topení	R8	Beton	0,04	50	50	4200	1,230		6,504E-04
	Podlaha nášlap	R9	Dřevo	0,012	50	50	360	0,220		1,091E-03
	Okna	R5	Dvojsklo	0,04	11,04					3,355E-02
	Zed' obvodová	R3	Cihla	0,3	46,16	52	0	0,230		2,826E-02
	Zed' vnitřní	R6	Cihla	0,25	26	26	0	0,200		4,808E-02
	Zed' obvodová	R10	Polystyren	0,15	46,16	52	69,24	0,051		6,372E-02
	Vzduch uvnitř místnosti	C2	Vzduch	2,6	50	50	0	0,026		2,000E+00
	Rozhraní vzduch zed' uvnitř	R11		1	46,16			8,000		2,708E-03
	Rozhraní vzduch zed' venek	R12		1	46,16			23,000		9,419E-04
	Strop	R13	Polystyren	0,07	57	6,84		0,051		4,128E-02
	Podlaha pod.podlahovým topením	R14	Polystyren	0,1	57	5,7		0,051		3,440E-02
	Podlaha nosný beton	R15	Beton	0,2	57	11,4		1,23		2,853E-03

**Ztrátové výkony:**

Ztrátový výkon obvodové zdi:

$$Q_1 = \Delta T / R = (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) / (R_{10} + R_3 + R_{11} + R_{12}) = 366\text{W}$$

Ztrátový výkon stropu:

$$Q_2 = (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) / R_{13} = 848\text{W}$$

Ztrátový výkon oken:

$$Q_3 = (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) / R_5 = 1081\text{W}$$

Ztrátový výkon větráním:

$$Q_4 = 0,34 * V_{\text{min},i} * (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) = 0,34 * 1,5 * 35 = 17,85\text{W}$$

Neuvažujeme ztrátu sklepem, protože je vytápěný kotlem a dále uvažujeme sousední místnosti se stejnou výpočtovou teplotou 20°C.

Celkový ztrátový výkon místnosti:

$$Q_c = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (29)$$

$$Q_c = (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) * (1 / (R_{10} + R_3 + R_{11} + R_{12}) + 1 / R_{13} + 1 / R_5) + 0,34 * V_{\text{min},i} = 2295\text{W}$$

**Dodané výkony:**

Hygienická norma dovoluje maximální teplotu podlahy větší o 9°C, než je žádaná teplota podlahy.

Maximální výkon podlahového topení při povrchové teplotě podlahy 30°C:

Vzorce využitě při výpočtu jsou: (25) – (28).

Měrný tepelný výkon:

$$q = 8,92 * (30 - 20)^{1,1} = 112,3 \text{ W.m}^{-2}$$

Podlaha:

$$Q_p = 45 * 112,3 * (1 + (7,227\text{E-}04 + 1,212\text{E-}03)) / (3,440\text{E-}02 + 2,853\text{E-}03) = 5316\text{W}$$

Ztráty směrem dolů jsou zanedbány, protože teplota pod podlahou je stejná jako výpočtová teplota místnosti.

Výkon radiátorů: při teplotě  $t_1/t_2/t_r = 55/45/20$

Radiátory:  $Q_{1t} = 1460 \text{ (W)}$

$$Q_{2t} = 1043 \text{ (W)}$$

Dle vzorců (15) – (19) lze výkony přepočítat na nižší nebo vyšší teploty  $t_1, t_2, t_r$ .

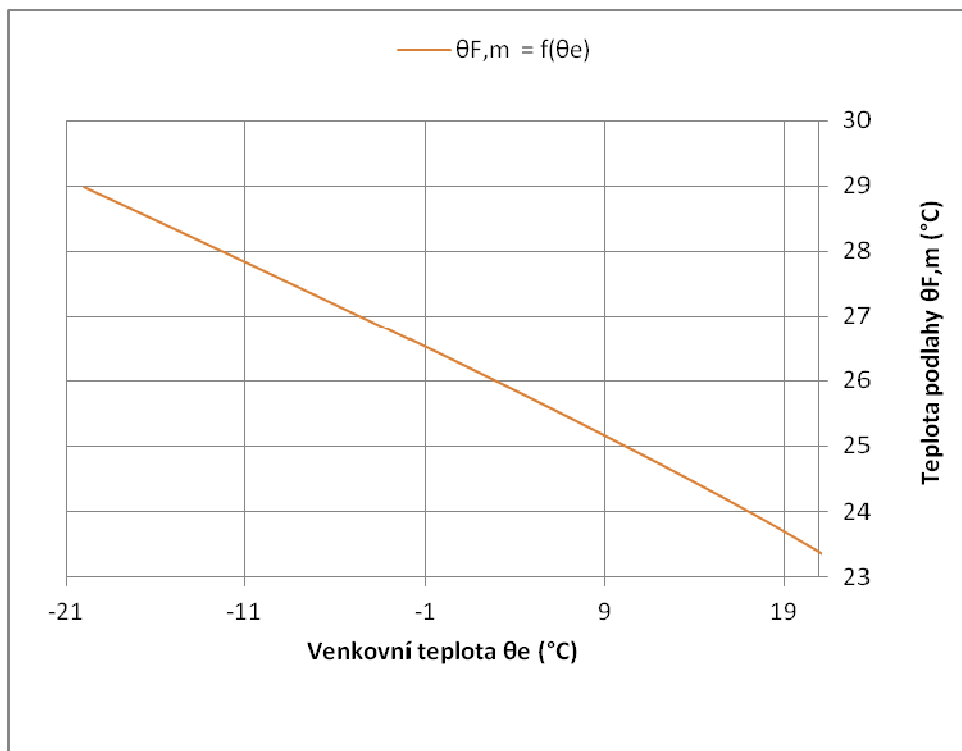
**3.3.5 Závislost potřebného výkonu na venkovní teplotě**

Pro správné nastavení výkonu podlahy je třeba získat závislost teploty podlahy na teplotě venkovní. Tento vztah získáme vyjádřením teploty podlahy ze vztahu (21) a (22). Za aktuální výkon podlahy dosadíme aktuální ztrátový výkon místnosti dle venkovní teploty  $Q_c$ . Vyjde rovnice ekvitermy, která určuje teplotu vody v závislosti na venkovní teplotě:

$$\theta_{F,m} = \sqrt[1,1]{\frac{Q_c}{A_F \left(1 + \frac{R_o}{R_u}\right) \cdot 8,92}} + \theta_i \quad (30)$$

kde  $Q_c$  – aktuální ztrátový výkon místnosti (W) dosadíme ze vzorce (20).

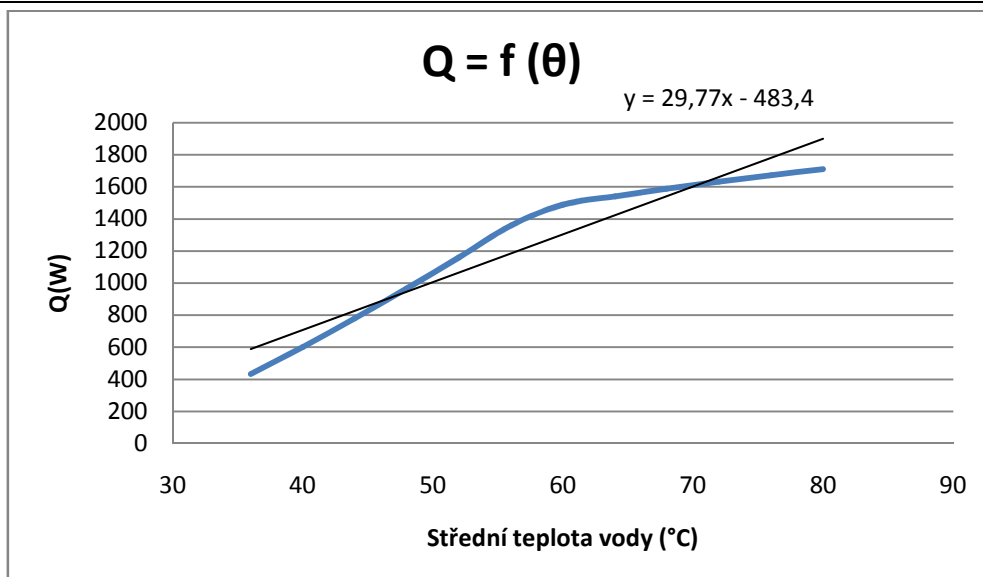
$\theta_{F,m}$  – potřebná teplota podlahy pro pokrytí aktuálního ztrátového výkonu (°C)



Obr. 11. Ekviterma podlahového topení

Výpočet teploty vody pro radiátorový okruh bude závislý na aktuální tepelné ztrátě místnosti.

Nyní přepočítáme požadovaný výkon radiátoru na teplotu vody radiátoru dle kapitoly 3.3.1.6.



Obr. 12. Graf závislosti výkonu radiátoru na teplotě vody

Tuto křivku bude třeba aproximovat pro vyjádření závislosti pomocí jednoduché rovnice. Z grafu vyplývá:

$$\theta_r = \frac{Q_r + 483,4}{29,77} \quad (31)$$

Kde:  $\theta_r$  - teplota vody v radiátorech (°C)

$Q_r$  - výkon radiátoru (W)

### 3.4 Stav výplní otvorů oken a dveří

#### 3.4.1 Stav dveří

Dveře obsahují spínací magnetický kontakt, který detekuje stav otevřeno a zavřeno všech dveří v místnosti.

#### 3.4.2 Stav otvorů oken

Okna obsahují spínací magnetický kontakt, který detekuje stav otevřeno a zavřeno každého okna v místnosti.

Použitý detektor: JS-25 COMBO - detektor pohybu osob a rozbití skla

Parametry:

Napájení: 12VDC

Doporučená instalační výška: 2,5m

Doba stabilizace po zapnutí max.: 90 s

Minimální plocha skleněné výplně: 0,6 x 0,6 m

Doba stabilizace po zapnutí max.: 90 s

Detektor rozbití skla užívá duální metodu, při které jsou vyhodnocovány nepatrné změny tlaku vzduchu v místnosti (náraz do skleněné výplně) a následné zvuky



řinčení skla. Toto řešení vyniká vysokou spolehlivostí reakce při rozbití skleněné výplně a nízkou náchylností k nežádoucím reakcím. Citlivost detektoru lze snadno nastavit podle vzdálenosti a rozměrů chráněných oken. Navíc je snímač rozbití skla vybaven volitelnou paměťovou indikací.

### 3.4.3 Čidlo s magnetickým jazýčkovým kontaktem

Čidlo se skládá ze dvou částí. První část obsahuje vlastní jazýčkový kontakt, který je trvale sepnutý, pokud se v jeho těsné blízkosti nachází permanentní magnet. Druhou část tvoří permanentní magnet.

Použitý detektor:

SA-201-A - magnetický dveřní kontakt od firmy Jablotron. [20]

## 3.5 Únik plynů

### 3.5.1 Monitoring CO

Čidlo CO, které detekuje únik plynu je osazeno v kotelně a v obývacím pokoji s kuchyní. Čidlo má upozornit systém při úniku kouře. Systém vyvolá alarm nebo zašle upozornění dle konfigurace. Jako detektor je možné použít čidlo ECO-983

Typ detektoru: plynový

Detekce: senzor CO

Aktivace poplachu: vniknutí CO

Napájení: 10,5-16V

Proudový odběr: max 250mA

Startovací doba detektoru: 10 minut

Detekční plocha: max.40m<sup>2</sup>

Montážní výška: max:7m

Testovací režim: přiložení magnetu

Poplachový výstup: NO/NC Akustická signalizace poplachu: interní siréna

Optická indikace: zelená/červená LED dioda

Barva krytu: bílá

CO je bez chuti, zápachu a velmi jedovatý. Detektor se montuje na strop. Detektor má sirénku a tři kontrolky LED. Indikace provozu, indikace poplachu, indikace vybité baterie, indikace poruchy detektoru. Detektor je konstruován tak, aby vyhověl normám UL2034 a EN50291. Výhodou je snadná instalace, nepřetržitá detekce CO, hlasitý poplach a vyhodnocení výskytu CO, automatický test s automatickým vyhodnocením závady, ruční spuštění testu.

### 3.6 Zatopení vodou

Čidlo zatopení vodou bude umístěno v nejnižším bodě sklepů. Další čidlo bude umístěno v každé místnosti se zdrojem vody to je: koupelna, WC a kuchyň. Při poplachu bude odeslána varovací SMS.

Pro zatopení vodou bude použito čidlo, které pracuje na principu elektrické vodivosti vody. Při záplavě bude sepnut kontakt, který spustí akci v řídicí jednotce. Elektrický odpor vody je asi  $2000\Omega$ , proto je třeba navrhnout vstupní obvod s odpovídající citlivostí.

### 3.7 Pohyb osob

Pohyby osob jsou monitorovány pohybovými čidly, které jsou namontovány dle schématu – obývací pokoj, chodba, ložnice a vstup do domu. Pohybová čidla mají dvě funkce. Slouží jako detektory pro EZS a pokud je EZS vypnutá slouží jako pohybové čidlo pro spínání pozičního osvětlení například chodby.

Použitý detektor: JS-25 COMBO - detektor pohybu osob a rozbití skla

Parametry:

Napájení: 12VDC

Doporučená instalační výška: 2,5m

Úhel záběru:  $120^\circ$  / 12 m (se základní čočkou)

Doba stabilizace po zapnutí max. 180 s

### 3.8 Vlhkost

Detektor vlhkosti *HIH-3610*

Napájení: 5V

Rozsah: 0 – 100%  $\pm 2\%$  (relativní vlhkosti)

Doba změny hodnoty: 15s

Výstup: 0,8 – 3,8V při  $25^\circ\text{C}$

Pro další teploty je třeba přepočítat křivky závislosti dle [11].

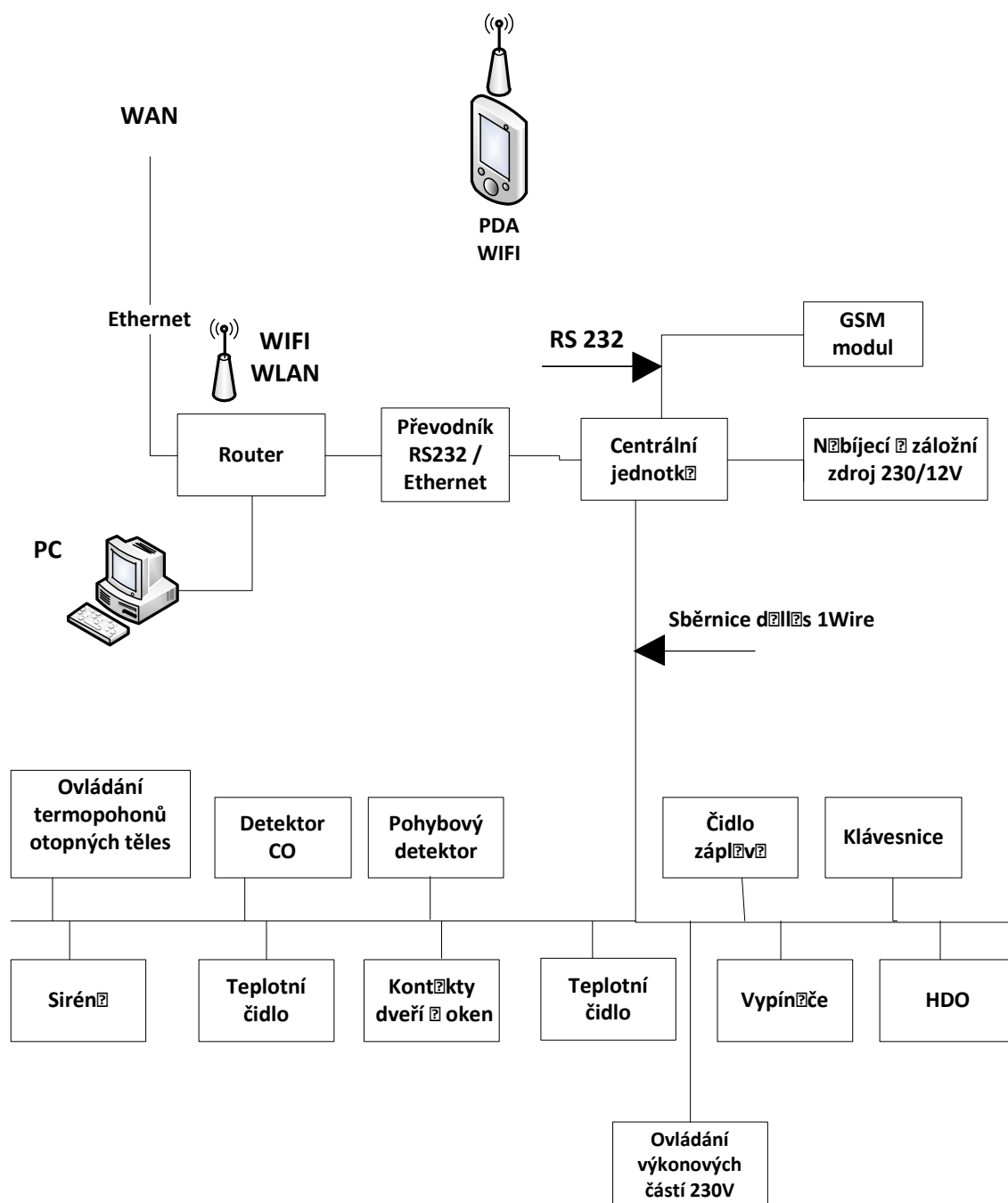
Umístění: Kuchyň, koupelna, obývací pokoj

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 NÁVRH SYSTÉMOVÉ STRUKTURY VLASTNÍHO ŘEŠENÍ

pro vyhodnocování dovolených stavů, kontrolu regulace teploty, zpracování a vyhodnocování informací a jejich dostupnost na centrální jednotce a s možností budoucího doplnění přenosu přes GSM.

Schemo inteligentního systému ideálního domu



Obr. 13. Blokové schéma struktury systému

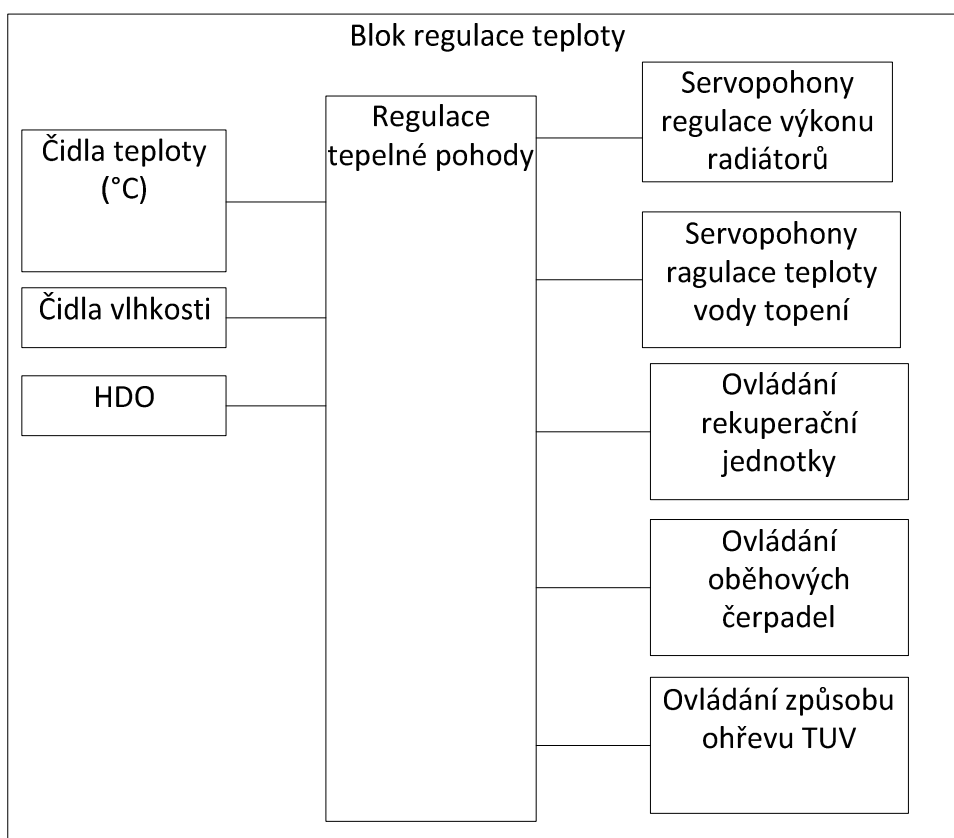
Blokové schéma naznačuje, že celý systém obsahuje vnitřní sběrnici pro komunikaci s čidly a výstupními obvody a vnější sběrnici pro komunikaci s uživatelským rozhraním.

Vnější sběrnice je ethernet, protože umožňuje připojení k internetu a dalším počítačům. Tato sběrnice je ale složitá pro implementaci fyzické vrstvy a znamenalo by to vyšší náklady na pořízení jednotlivých modulů. Proto je použita pouze pro komunikaci s okolním světem.

Vnitřní sběrnice je 1Wire od firmy Dallas. Výhoda této sběrnice je jednoduchá implementace fyzické vrstvy a komunikačního protokolu.

Procesor v řídicí jednotce obsahuje pouze hw blok pro komunikaci po sběrnici RS232, a proto musí být zapojen převodník z RS232 na Ethernet, který je dnes běžně k dostání. Další variantou je použít výkonnější procesor, který obsahuje modul pro zpracování dat z fyzické vrstvy ethernet.

## 4.1 Regulace teploty



Obr. 14. Schéma bloku regulace teploty

Tento blok zajišťuje kompletní regulaci teploty. Dále vyhodnocuje vlhkost a zajišťuje zapínání a vypínání rekuperační jednotky. Další kapitoly popisují výpočty pro zajištění tepelné pohody v místnosti.

### 4.1.1 Servopohony regulace teploty

V systému jsou použity dva druhy servopohonů. Servopohon ovládání třicestných ventilů pro míchání teploty vody v topení a dále tzv. termopohon pro ovládání výkonu radiátoru.

#### 4.1.1.1 Servopohony

Servopohony jsou použity od firmy ESBE. Serva obsahují tříbodový řídicí signál, který je na napětí 220VAC. Ovládací signály obsahují dva vodiče pro řízení směru otáčení a jednoho společného vodiče. Doba přeběhu serva mezi krajními polohami je 120s, a proto je možné prostým měřením času sepnutí serva nastavit libovolnou polohu. Tento způsob řízení je jednoduchý, ale klade nároky na časovací systém řízení a na přesnost spínacích prvků. Pro jistotu jsou v ovládacích blocích nastaveny intervaly resetu serva. Reset znamená, že servo najede do krajní polohy a jsou vynulovány čítače času. Informace čerpány z [8].

#### 4.1.1.2 Termopohony

Termopohony jsou ventily na pracující na principu ohřevu průchodem elektrického proudu. Tento způsob znamená, že ventil má jeden klidový stav například otevřeno a zavře se pouze průchodem proudu. Doba přeběhu z krajní polohy je asi 3min. Díky tomuto principu umožňuje servo pouze ON-OFF ovládání. Proto je nutné použít způsob řízení PWM, který umožní simulovat analogové řízení. Aby byla metoda PWM účinná, je třeba zajistit aby perioda PWM byla větší než je doba reakce systému, který je tímto způsobem regulován. U regulace teploty domu můžeme počítat s reakcí kolem 1 hodiny. Doba přeběhu (otevřeno-zavřeno a zpět) je 6 minut, takže perioda musí být větší než tato doba. Zvolíme periodu 20 minut, kde 14 minut bude rozsah řízení. Z přechodových stavů uvedených v **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** vyplývá, že přechod není lineární, ale skládá se z doby zpoždění a doby přeběhu. Při každé periodě je doba přeběhu asi 1minutu, kterou je třeba přičíst k stupni otevření. Což znamená, že pokud bude doba otevření, nebo zavření pod 6minut, je třeba již ventil uzavřít nebo otevřít trvale.

Požítý typ je STA71 od firmy SIEMENS, který má napájecí napětí 24V. Výhoda je použití pouze dvou vodičů pro řízení a dále nízká pořizovací cena. Pro správnou funkci musí být teplota okolí nižší než 40°C, aby tělísko rychle chladlo a ventil správně reagoval.

#### 4.1.2 Výpočet potřebných výkonů od zdrojů tepla

V domě jsou dva okruhy jako zdroje tepla, okruh radiátorů a okruh podlahového topení. Chovají se jako nezávislé zdroje tepla, ale v provozu budou doplňovat jeden druhého. Podlahové topení slouží jako stálý zdroj konstantního tepla, který nemůže rychle reagovat na aktuální potřebu tepla, ale pouze se snaží pokrýt aktuální tepelnou ztrátu. Jeho setrvačnost je však značná, a proto je zde ještě radiátorový okruh, který

vykřívá dlouhý náběh podlahového topení a dlouhé odezvy na ochlazení nebo oteplení místnosti. Výhoda podlahového topení je malý teplotní spád, a tudíž efektivnější přenos tepla například při použití tepelného čerpadla.

Výkon dodaný radiátory v místnostech s podlahovým topením závisí na aktuální teplotě podlahového topení, tedy na rozdílu aktuálního výkonu podlahového topení a výkonu ztrátového v místnosti.

Požadovaný výkon radiátorů pro místnosti pouze s radiátory:

$$Q_r = Q_c \quad (31)$$

Požadovaný výkon radiátorů pro místnosti, kde se nachází podlahové topení a radiátor:

Nastavený výkon podlahového topení:

$$Q_p = Q_c \quad (32)$$

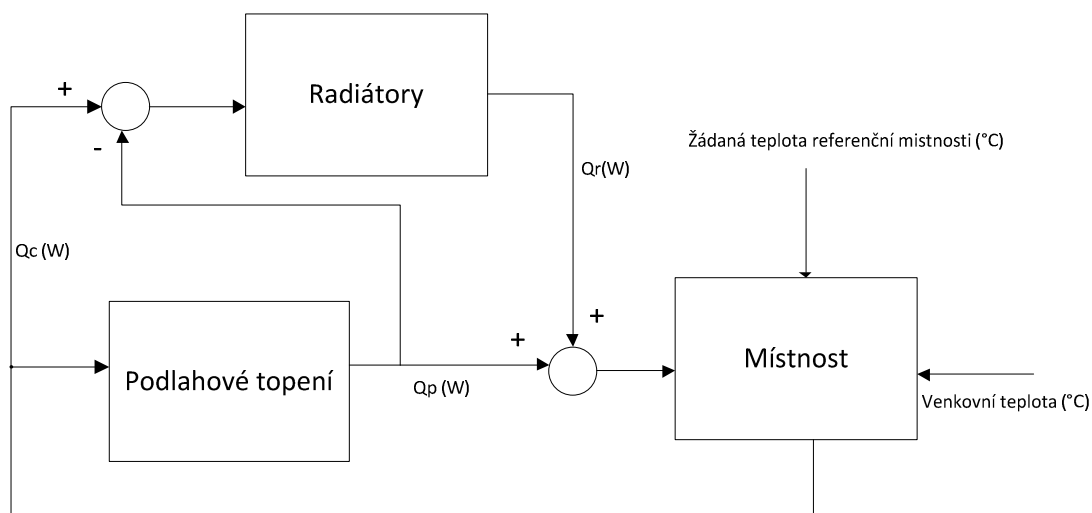
$$Q_r = Q_c - Q_{pa} \quad (33)$$

Kde  $Q_{pa}$  – je aktuální dodávaný výkon podlahovým topením. Tento výkon je zohledňován vzhledem k velké době náběhu podlahy do potřebného výkonu.

$Q_r$  – výkon, který je třeba, aby dodaly radiátory (W)

$Q_c$  – aktuální ztrátový výkon místnosti (W)

$Q_p$  - výkon aktuálně dodávaný podlahou (W)

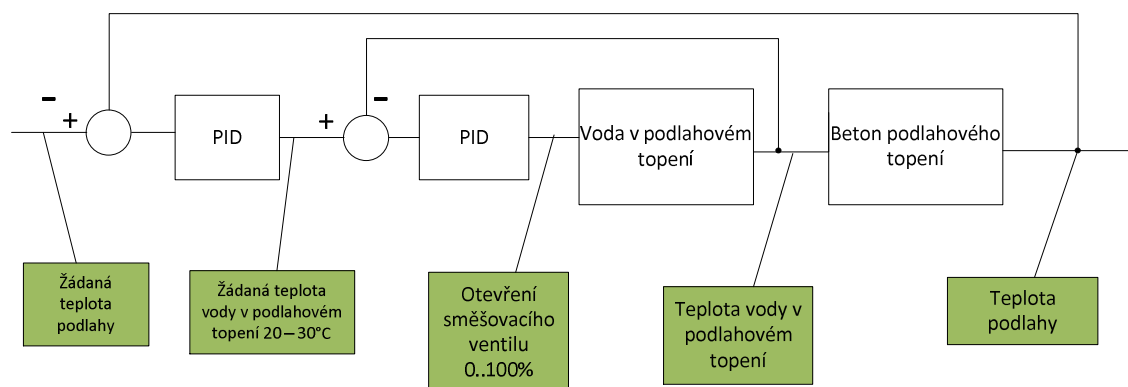


Obr. 15. Blokové schéma regulace teploty vody v otopných tělesech

Na obrázku je blokové schéma, ze kterého je patrný výpočet potřebného výkonu po radiátorovém okruhu a okruhu podlahového topení. Výkon podlahového topení je přímo roven aktuálním ztrátám místnosti. Výkon radiátorového okruhu je závislý na aktuálním výkonu podlahového topení a na celkovém ztrátovém výkonu místnosti viz. (29).

### 4.1.3 Regulace teploty podlahy

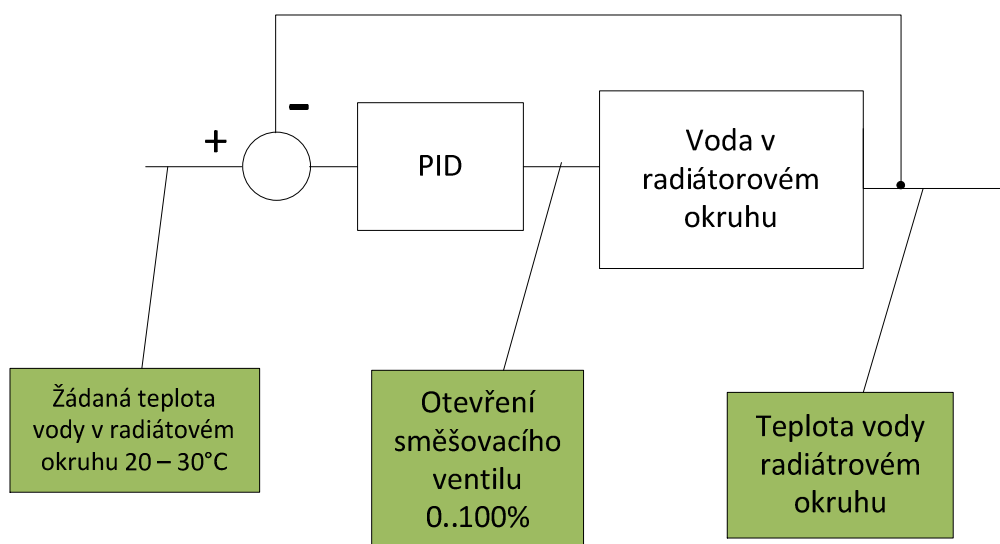
Regulace teploty podlahy obsahuje regulaci s pomocnou regulovanou veličinou. Vnitřní smyčku tvoří regulace teploty vody v oběhovém potrubí. Tato teplota je regulována otevřením třicestného ventilu. Otevření ventilu je nastavováno servopohonem. Nadřazená regulační smyčka zajišťuje regulaci teploty podlahy, která odpovídá dodávanému výkonu viz.3.3.5.



Obr. 16. Blokové schéma regulační smyčky teploty vody okruhu podlahového topení

### 4.1.4 Regulace teploty radiátoru

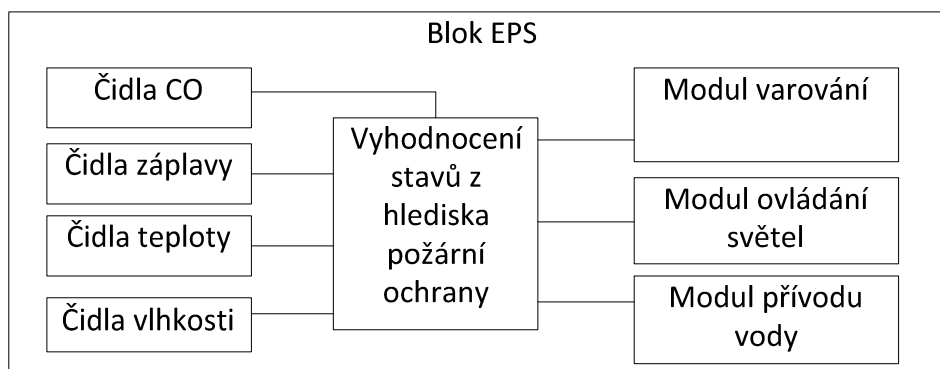
Regulace teploty vody v radiátorech obsahuje pouze jednu regulační smyčku a to je teplota vody v radiátorovém okruhu. Velikost žádané hodnoty teploty vody je přímo úměrná dodávanému výkonu radiátorem.



Obr. 17. Blokové schéma regulační smyčky teploty vody okruhu radiátorů



## 4.2 Blok požárního zabezpečení



Obr. 18. Blok požárního zabezpečení

Tento blok zajišťuje monitoring všech nebezpečí, které můžou ohrozit obyvatele domu.

Vyhodnocení stavu sepnutí čidla CO a čidla záplavy je přímo napojeno modul varování. Modul okamžitě odešle varování dle uživatelem nastavené konfigurace. Výstup modulu je také napojen na ovládání světel.

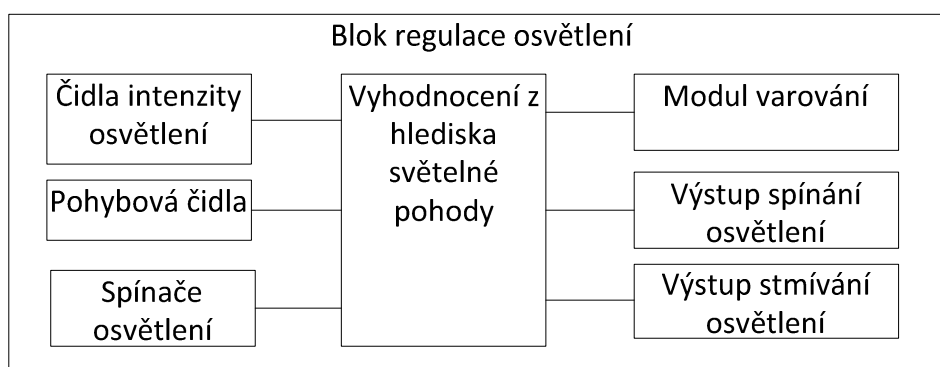
Vyhodnocení teploty – umožní nastavení nebezpečných mezí u každého čidla teploty. Při překročení nastavených mezí je opět spuštěna akce modulem varování.

Vyhodnocení vlhkosti – pokud překročí vlhkost nastavenou mez, je opět vyvolán alarm v modulu varování. Protože regulaci vlhkosti by měl zajistit modul rekuperace, může být tento poplach vyvolán poruchou rekuperační jednotky.

Pokud sepne čidlo záplavy – je automaticky zablokován přívod vody, protože může být záplava způsobena například poruchou pračky.

Všechny tyto poplachy mají automatický a manuální režim. V automatickém režimu probíhá vyhodnocení dle popisu, ale v manuálním ovládní lze vypnout všechna omezení.

## 4.3 Blok světelné pohody



Obr. 19. Blokové schéma regulace osvětlení

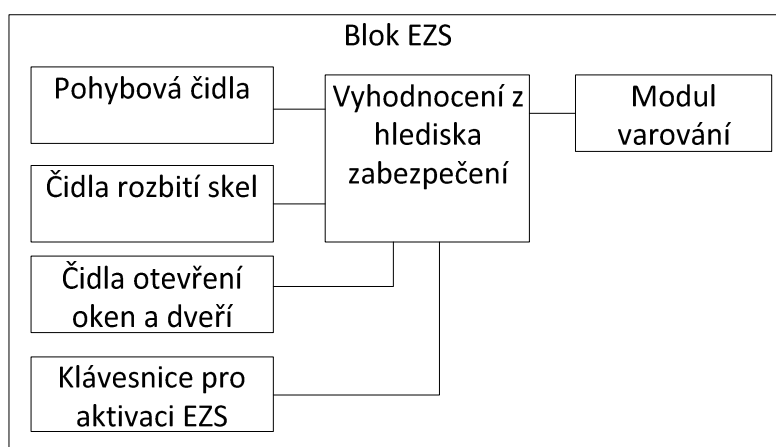
Regulace osvětlení zajišťuje zapínání a vypínání světel v závislosti na požadavcích uživatele nebo na základě intenzity osvětlení.

Spínače osvětlení – jedná se o obyčejné spínače umístěné na zdi, které spínají světlo nebo skupinu světel v místnosti. Uživatel může přiřadit skupinu tlačítek a různé kombinace k jednomu výstupu nebo skupině libovolných výstupů spínání osvětlení. Pokud je na výstupu připojen stmívač, lze nastavit výstupu požadovaný výkon osvětlení.

Pohybová čidla – na výstup spínání světla je připojena událost od pohybového čidla. Tento režim lze použít například na chodbě, kde se může automaticky spínat osvětlení v závislosti na intenzitě světla a pohybu osob.

Čidlo intenzity osvětlení – tento modul obsahuje volitelný spínač, který sepne vstup, pokud bude intenzita nižší než nastavená mez. Intenzita je pevně nastavená na vstupu a není možné ji programově měnit.

#### 4.4 Blok EZS



Obr. 20. Modul zabezpečení

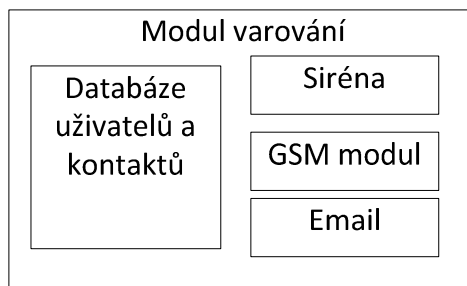
Tento modul vyhodnocuje stav všech prvků a při vyhodnocení poplachu je poslán alarm do modulu varování.

U všech čidel tohoto bloku je způsoben alarm při sepnutí nebo při ztrátě komunikace. Všechny vstupy lze seskupovat do tzv. zón, které lze nezávisle aktivovat.

Zabezpečení zóny lze aktivovat vstupem z klávesnice nebo přes externí uživatelské rozhraní.

Každé čidlo lze programově odstranit nebo vypnout při poruše aby nadále negenerovalo alarm.

## 4.5 Modul varování



Obr. 21. Modul varování

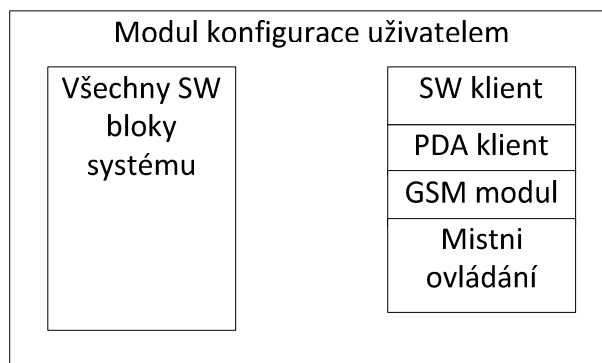
Modul varování ovládá výstupy, které doručí nějakým způsobem informaci k uživateli.

Siréna – je použita od firmy Jablotron. Jedná se o venkovní sirénu, která má zabudovaný záložní zdroj při výpadku napájení.

GSM modul – modul pro odeslání SMS zprávy předdefinované skupině uživatelů. Modul komunikuje po sběrnici RS232 a ovládá se AT příkazy jako standardní modem.

email – tento blok může zaslat emailovou zprávu, pokud je řídicí jednotka připojena do veřejné sítě.

## 4.6 Modul konfigurace uživatelem



Obr. 22. Modul umožňující uživatelské nastavení

Tento modul obsahuje interface pro připojení uživatelských ovládacích prvků. Modul obsahuje všechny proměnné všech výše uvedených modulů, které lze nastavovat uživatelem.

SW klient – program v PC, který se vzdáleně připojuje k řídicí jednotce přes síť ethernet. Umožňuje tím pádem i připojení a konfiguraci z internetu.

PDA klient – program v kapesním počítači. Připojuje se místně přes síť wifi. Může nahradit všechny ostatní ovládací prvky.

GSM modul – v nouzi lze ovládat řídicí jednotku správami SMS a tento modul bude obsahovat program, který dokáže konfigurovat moduly příkazy z SMS. Tento způsob ovládání je nebezpečný, protože můžou přijít náhodné zprávy ze sítě.

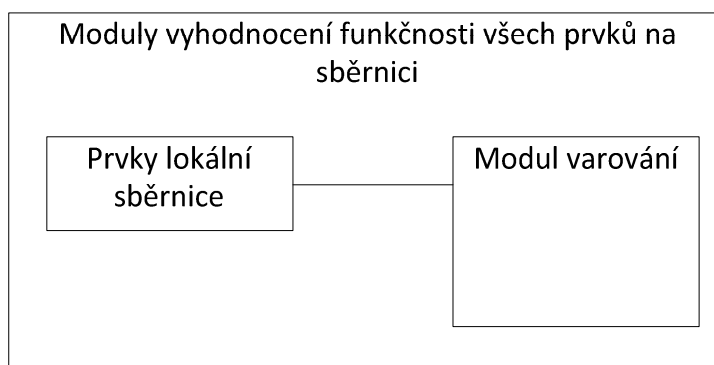
Místní ovládání – řídicí jednotka umožňuje ovládat všechny funkcionality místně. Řídicí jednotka obsahuje tlačítka a displej. Tento způsob je vždy funkční a je vhodný pro ožívování a při selhání všech ostatních prvků.

#### 4.6.1 Možnosti připojení GSM modulu

Jako vhodný GSM modul byl vybrán M75 od firmy Quectel. GSM modul obsahuje pro spojení s CPU asynchronní sběrnici RS232. Komunikační protokol jsou standardní AT příkazy používané v AT modemech. Problém připojení spočívá ve využití linky RS232, která je již na řídicí jednotce obsazena komunikací s ovládacími prvky. Existuje několik možností připojení:

1. Použít v řídicí jednotce procesor se dvěma moduly pro sériovou asynchronní komunikaci.
2. Vytvořit rozbočovač, který bude mít možnost připojení více prvků na sběrnici RS232.
3. Vytvořit komunikační modul na 1Wire sběrnici což by bylo nejelegantnější řešení, protože množství přenášených dat s GSM modulem je minimální.[22]

#### 4.7 Modul vyhodnocení funkčnosti všech prvků na sběrnici



Obr. 23. Modul kontroly funkčnosti prvků na sběrnici

Modul kontroluje periodicky všechny prvky na sběrnici a monitoruje jejich stav. Při změně stavu posílá událost do ostatních modulů. Tento modul nelze vypnout uživatelem, ale lze označit prvek jako neaktivní a lze do něj přidávat další prvky do konfigurace řídicí jednotky.

## 5 ÚVODNÍ PROJEKT VLASTNÍHO INFORMAČNÍHO SYSTÉMU RODINNÉHO DOMU

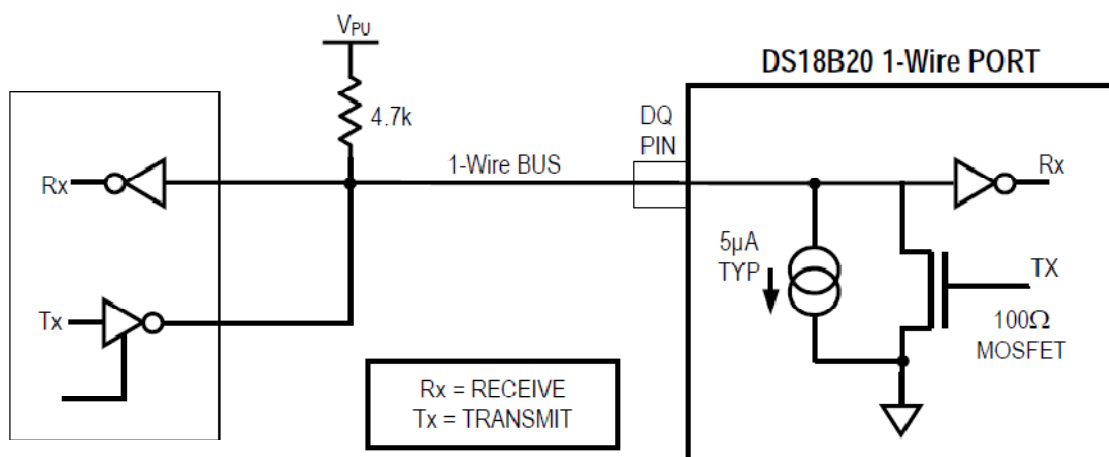
### 5.1 Popis použitých součástek

#### 5.1.1 Dallas 1Wire sběrnice

1 Wire sběrnice je dvou vodičová obousměrná sběrnice, která pracuje na principu master-slave. Ve vlastním řešení je master řídicí jednotka, která se dotazuje postupně všech prvků na sběrnici na jejich stav. Všechna data jsou přenášena nejdříve nejméně významným bitem. Popis 1Wire sběrnice rozdělíme na tři části a to je hardwarová konfigurace, transakce a popis a časování signálů.

##### 5.1.1.1 Hardwarová konfigurace sběrnice

Sběrnice má pouze jeden datový vodič, a proto všechny moduly připojené na sběrnici mají na vstupu tzv. „open-drain“ (tranzistor s otevřeným kolektorem) a nebo třístavový vstup. Tato konfigurace umožňuje uvolnit sběrnici pokud nevysílá data a tím pádem mohou vysílat další zařízení na sběrnici.



Obr. 24. Konfigurace 1Wire sběrnice

Na je zobrazena konfigurace sběrnice, kde jsou zobrazeny obě dvě možnosti připojení a to je třístavový vstup a nebo vstup s otevřeným kolektorem. Sběrnice obsahuje také pull-up odpore, který má hodnotu asi 5kΩ.

### 5.1.1.2 Transakce 1Wire sběrnice

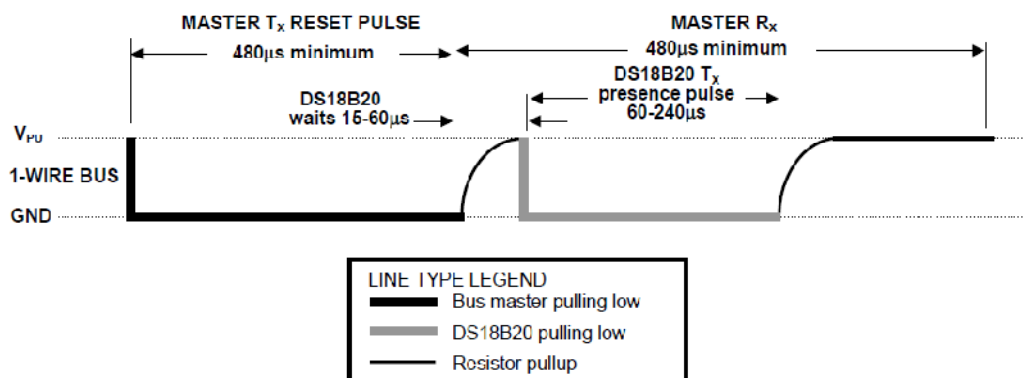
Komunikace na sběrnici se dělí do tří částí, a to je:

1. Inicializace – všechny transakce na sběrnici jsou zahájeny *Reset* pulsem, který inicializuje master. Všechny aktivní slave moduly na sběrnici odpoví *Presence* pulsem. Všechny moduly slave provedou vnitřní reset a čekají na další komunikaci.
2. ROM příkazy – tato transakce slouží pro adresaci konkrétního slave modulu pro další komunikaci. Master vyšle příkaz a adresu modulu. Po této akci již na další příkazy odpovídá pouze adresovaný slave až do dalšího reset pulsu. Dále tyto příkazy obsahují funkce automatického vyhledávání adres modulů.
3. Funkční příkazy – tyto příkazy jsou již specifické pro konkrétní zařízení slave.

### 5.1.1.3 Popis časování 1Wire sběrnice

Sběrnice je v klidovém stavu v log.1. Každou komunikaci zahajuje master, který nastaví na sběrnici nastaví na definovanou dobu dle typu signálu log.0.

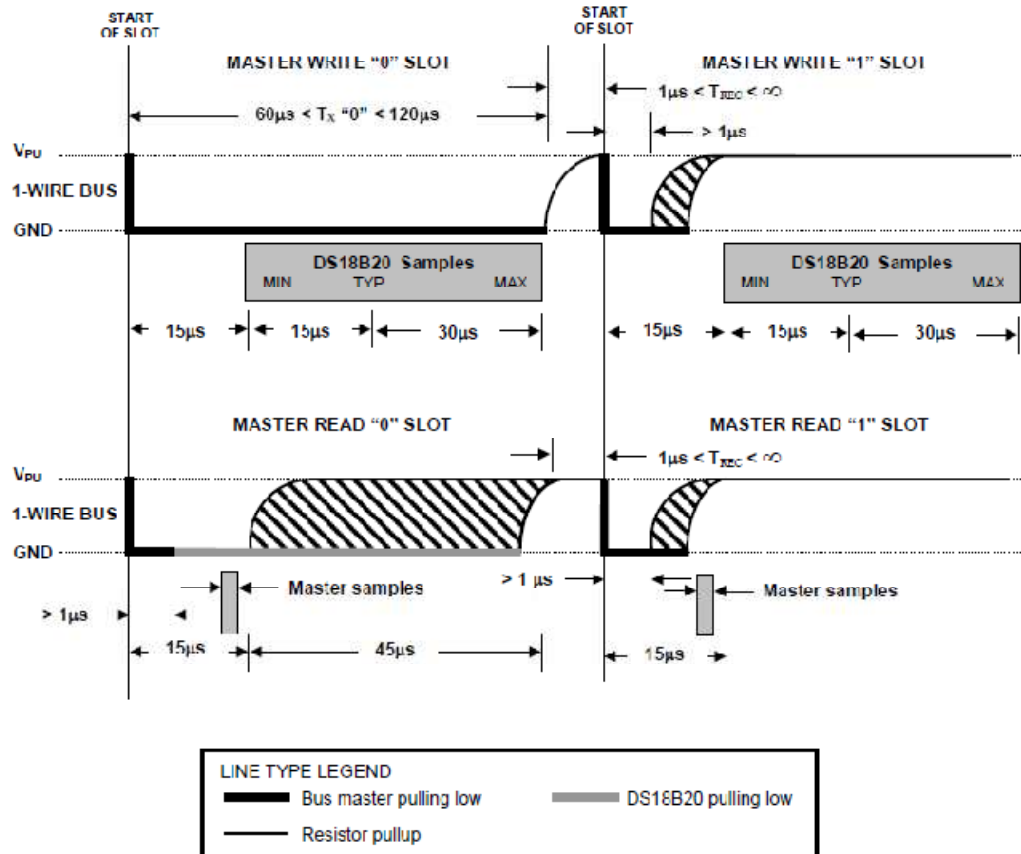
#### Reset puls



Obr. 25. Časování reset pulsu 1Wire sběrnice

Komunikaci zahajuje master, který na sběrnici nastaví log.0 na dobu 480µs. Pak následuje pauza 15-50µs ve které master uvolní sběrnici. V dalších 60-240µs odpoví každý slave presence pulsem a to je stažení sběrnice do log.0. Pak je sběrnice opět uvolněna.

## Zápis a čtení na 1Wire sběrnici



Obr. 26. Časování signálu při čtení a zápisu na 1Wire sběrnici

- Čtení mastera na 1Wire sběrnici - Slave může vysílat data jen když master data očekává, a proto slave vždy čeká na signál od mastera. Master inicializuje přenos bitu stažením sběrnice na log.0 po dobu 15µs a pak sběrnici uvolní. Po té podle toho, jestli vysílá slave log.1 nebo log.0, nastaví slave na sběrnici log.0 po dobu 45µs pro zápis.0 nebo sběrnici uvolní po tuto dobu a pak je na sběrnici zapsána log.1. Následuje uvolnění sběrnice po dobu 1µs pro zotavení sběrnice.
- Zápis mastera na 1Wire sběrnici - Zápis oper inicializuje podržením sběrnice na log.0 po dobu 15µs v dalších 45µs je sběrnice nastavena dle zápisu log.0 nebo log.1. Po tuto dobu musí slave detekovat stav sběrnice a nastavit se, že přečetl log.0 nebo log.1. Následuje uvolnění sběrnice po dobu 1µs pro zotavení sběrnice.

## 5.1.2 Mikroprocesor Atmega644P

Jedná se o osmibitový mikroprocesor s architekturou RISC.

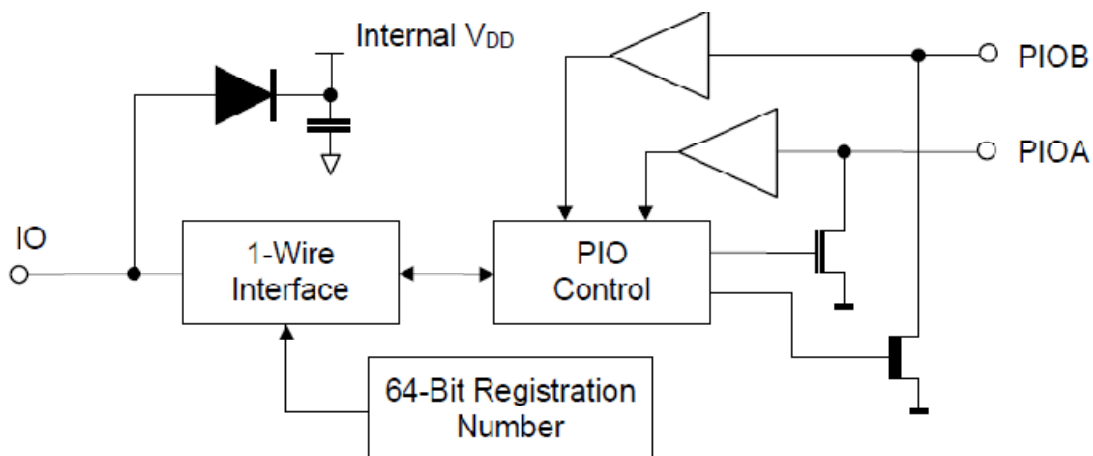
Paměť programu Flash: 64kB

Paměť dat RAM: 4kB

Paměť data EEPROM: 2kB

### 5.1.3 Vzdálené vstupy a výstupy DS2413

Modul vzdálených vstupů/výstupů na sběrnici Dallas 1Wire obsahuje dva vstupní, výstupní piny. Výstupy jsou tvořeny tranzistory s otevřeným kolektorem.



Obr. 27. Blokové schéma binárních IO DS2413

Parametry: Maximální vstupní napětí: -0,5 – 30V

Vstupní proud: max 70uA

Doporučený Pull Up odpor: 2kΩ (hodnota pro rychlé zotavení sběrnice)

### 5.1.4 AD převodník DS2450

Tento obvod obsahuje AD převodník s komunikačním modulem Dallas 1Wire.

Vlastnosti: Napájení: 5V

Vstupní rozsah: 5,12V a 2,56V

Vstupní odpor: 1MΩ

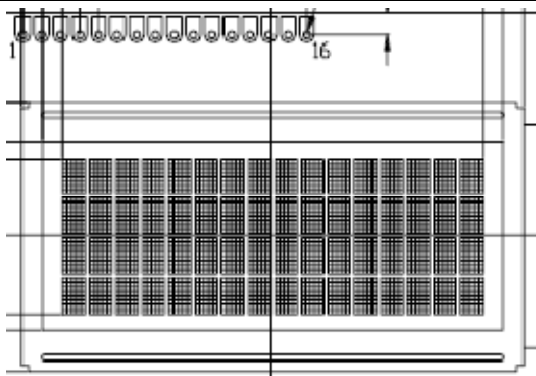
Rozlišení: 1 – 16bitů

Doba převodu: 4ms

### 5.1.5 Displej MC1604

Displej je znakový 4 řádkový a obsahuje standardní řadič SPLC780. Tento řadič je používaný a existuje k jeho ovládání mnoho implementací.





Obr. 28. Rozmístění vývodů displeje

Zapojení vývodů:

- 1 – Vss napájení GND
- 2 – Vdd napájení +5V
- 3 – Vo ovládání displeje
- 4 – RS příznak zda se jedná o data nebo instrukce
- 5 – R/W příznak zápisu nebo čtení
- 6 – E signál potvrzení akce
- 7 – 10 – datové signály DB0-DB4
- 11 – 14 – datové signály DB5-DB7
- 15 – 16 – napájení podsvícení

#### 5.1.6 Převodník ICL232

Převodník zajišťuje konverzi úrovní TTL na RS22. Bylo použito standardní zapojení dle specifikace výrobce.

#### 5.1.7 Čidlo teploty DS18B20

Digitální teplotní čidlo, které má tyto vlastnosti:

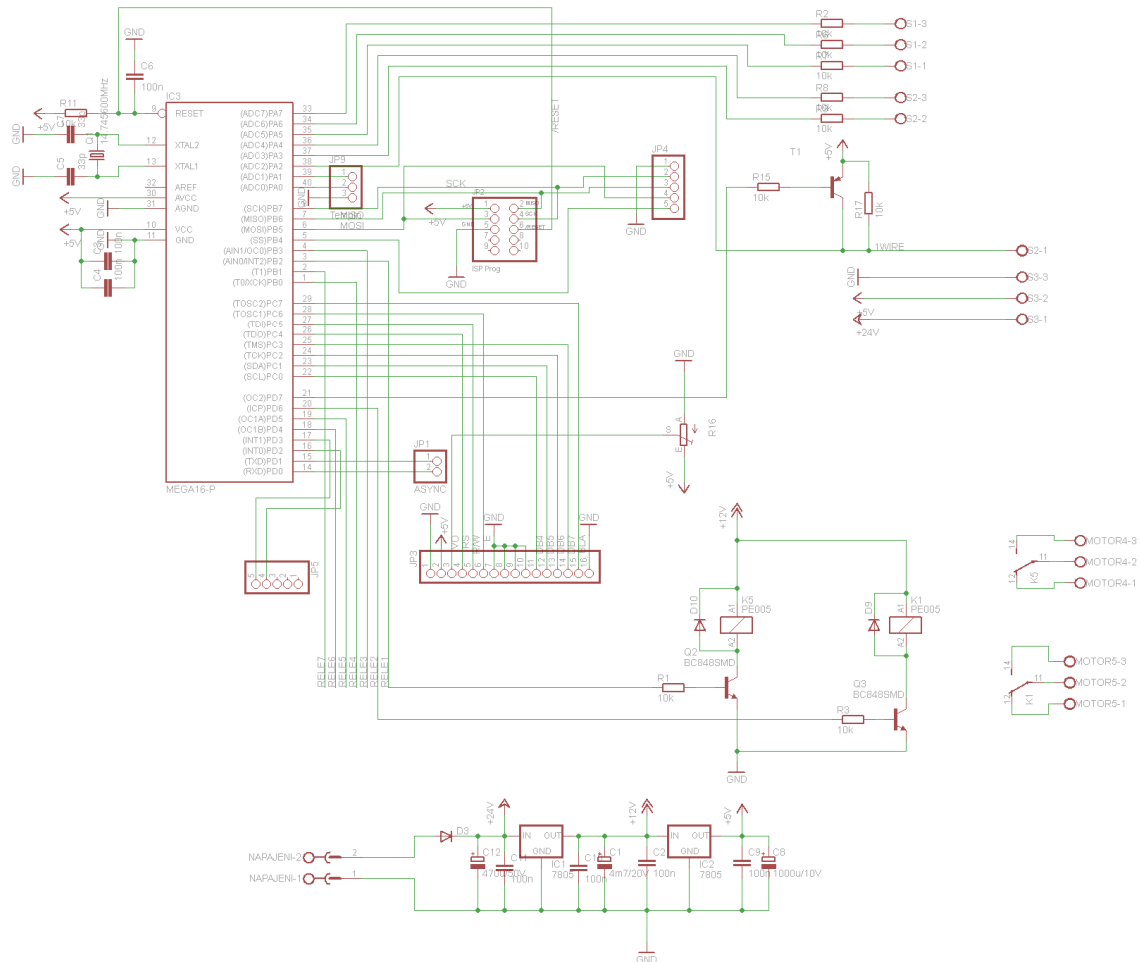
Napájení: 3 – 5V

Rozsah: -55V až 125V

$\pm 0,5V$  při rozsahu -10 až 85V

Rozlišení AD převodníku: 8 – 12 bitů

## 5.2 Řídicí jednotka

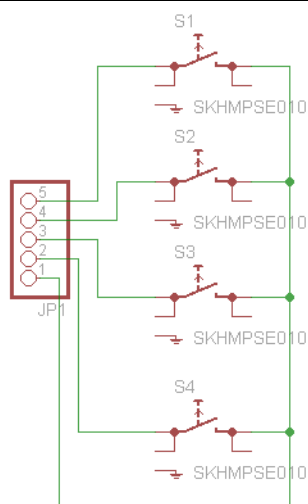


Obr. 29. Schéma řídicí jednotky

Jádrem řídicí jednotky je procesor Atmega644, který ovládá připojené periferie. Periferie lze rozdělit do několika skupin a to jsou: místní ovládání, 1Wire sběrnice, napájení, ovládací relé, komunikace s ovládacím softwarem a programovací konektor. Taktovací kmitočet procesoru je zvolen tak, aby byl dělitelný čísly s mocninou 2, které jsou v hardwarové děličce procesoru. Dělička je použita kvůli vytvoření vnitřních hodin 1s.

### 5.2.1 Místní ovládání

Místní ovládání zajišťuje 4řádkový displej a čtyři tlačítka. Tlačítka jsou na speciálním plošném spoji kvůli vyvedení na ovládací panel. Každé tlačítko pouze uzemní vstupní pin procesoru. Uvnitř procesoru jsou zapnuté pull-up odpory, které zajišťují klidové napětí v log.1 a při stisku tlačítka se vstup uzemní na log.0. Tlačítkový panel je připojený ke konektoru JP4.



Obr. 30. Tlačítkový panel

Displej je ve schématu řídicí jednotky připojen ke konektoru JP3. Pořadí vývodů odpovídá zapojení displeje, aby bylo možné jej přímo propojit plochým kabelem.

### 5.2.2 Napájení

Napájení je tvořeno lineárním stabilizátorem 7805, který má na výstupu 5V. Stabilizátor má maximální proudovou zátěž 1A. Stabilizátor je předimenzovaný, protože největší zátěž je od mikroprocesoru, který má spotřebu maximálně 200mA. Jako zdroj lze použít jakýkoli adaptér s napětím 24V a proudem asi 2A pro napájení výstupních relé.

### 5.2.3 Ovládací relé pro servopohon

Relé slouží k ovládní servopohonu. Níže je popsán ještě výstupní relé na sběrnici, ale servopohon potřebuje přesné časování, a proto jsou relé ovládány přímo řídicím počítačem. Relé byla použita na napájecí napětí 12V s přepínacím kontaktem, který je využitý pro ochranu současného připojení obou směrů servopohonu. Paralelně k relé je připojena antiparalelní dioda kvůli potlačení přepětí při odpojování od napětí. Spotřeba relé je asi 50mA, a proto jsou použity nízko výkonové tranzistory, které umožňují spínat proud až 100mA.

### 5.2.4 Komunikace s ovládacím programem

Komunikaci zajišťují piny P1 a zemnicí vývod. Tyto piny jsou napojeny na modul asynchronní komunikace. TTL pracuje s napětím 0 a 5V, RS232 pracuje s napětím -8V a +8V. Vývody pracují s napětím TTL, a proto je třeba připojit ještě obvod ICL232. Tento obvod zajistí potřebnou konverzi napětí, protože obsahuje

kapacitní zvyšovače a invertory napětí. Typické zapojení tohoto obvodu je uvedeno v **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů..**

### 5.2.5 1Wire sběrnice

Sběrnice je připojena přímo na vývod procesoru. Pouze je na sběrnici připojen ještě pull-up tranzistor, který zajišťuje tvrdé napájecí napětí v klidovém stavu. Některé obvody jsou napájeny přímo ze sběrnice, a proto je tento tranzistor třeba. Sběrnice obsahuje celkem tři aktivní vodiče a to jsou:

Data – datový vodič sběrnice

GND – vztažný vodič sběrnice

+5V – napětí pro napájení logických částí prvků na sběrnici

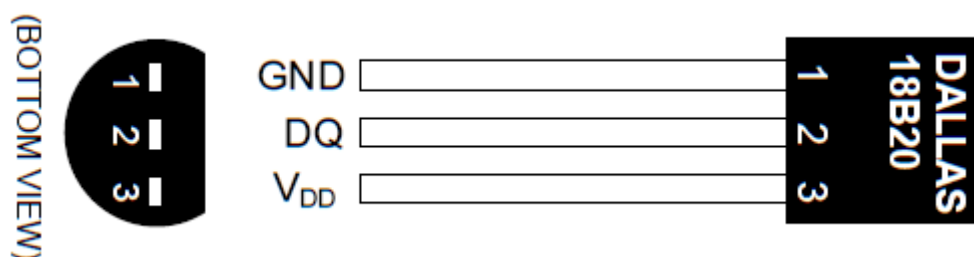
+12V – napětí pro napájení čidel

+24V - napětí pro napájení silových částí prvků na sběrnici

## 5.3 Schéma zapojení vstupních obvodů

### 5.3.1 Čidlo teploty

Čidlo teploty je tvořeno pouze obvodem DS18B20, který již nemá připojeny žádné periferie.



Obr. 31. Zapojení teplotního čidla DS18B20

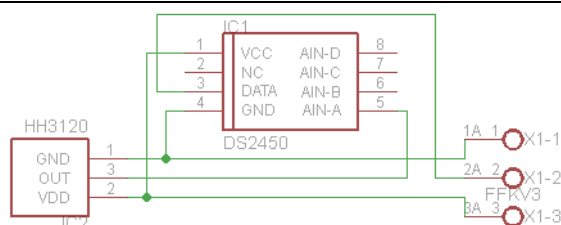
DQ – datový vodič

GND – zem

V<sub>dd</sub> – napětí +5V

### 5.3.2 Připojení čidla vlhkosti

Jako čidlo vlhkosti bylo použito čidlo HIH-3610 od firmy Honeywell. Protože výstupem tohoto čidla je napětí přímo úměrné vlhkosti, je třeba obvod doplnit AD převodníkem, který umožní instalaci na 1Wire sběrnici.



Obr. 32. Schéma zapojení čidla vlhkosti

### 5.3.3 Připojení pohybového čidla

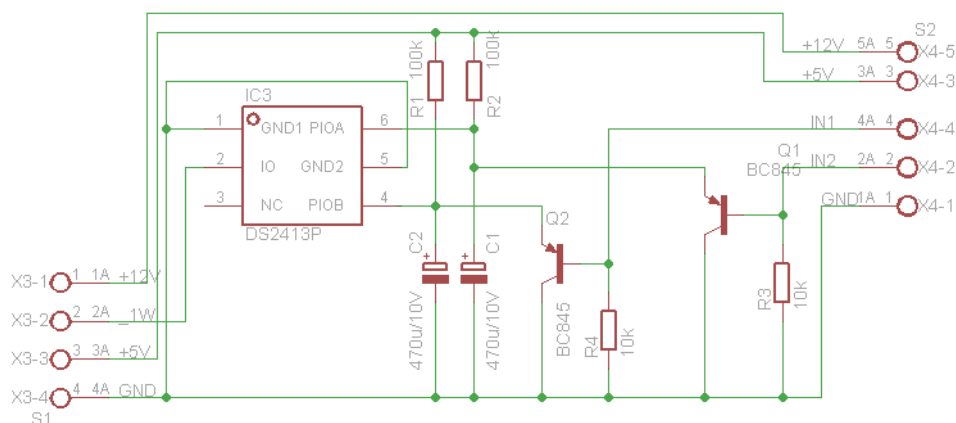
Pohybové čidlo je použito od firmy Jablotron, které je dostatečně rychlé a je vhodný jeho rozpínací kontakt. Čidlo je připojeno na modul binárních vstupů pro komunikaci po 1Wire sběrnici. Modul binárních vstupů však pouze skenuje stav čidla s periodou asi 1minuta, a proto je třeba použít zpožďovací člen, který prodlouží dobu sepnutí pohybového čidla. Časovou konstantu lze spočítat ze vzorce pro výpočet průběhu nabíjení kondenzátoru:

$$U_c = U_{in}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (34)$$

z tohoto vzorce vyjádříme konstantu  $\tau$ :

$$\tau = -\frac{t}{\ln\left(1 - \frac{U_c}{U_{in}}\right)} \quad (35)$$

Z popisu obvodu DS2413 plyne, že se při klidovém stavu na sběrnici je napětí překlopení asi 3V a proto RC konstantu přepočítáme na toto napětí. Po dosažení  $U_c=3V$ ,  $U_{in}=5V$  a čas asi 300s vychází konstanta  $\tau = 320s$ . Kondenzátor má kapacitu  $C_2 = 470\mu F$  a proto vychází hodnota odporu  $R_1 = 680k\Omega$ .



Obr. 33. Schéma zapojení pohybového čidla

Zapojení svorkovnice S1 k 1Wire sběrnici:

- 1 – 24V sběrnice
- 2 – Datový vstup sběrnice
- 3- +5V – napájení
- 4 – -pól napájení

Zapojení svorkovnice S2 k čidlu Jablotron JS-25 KOMBO

1 - -pól napájení

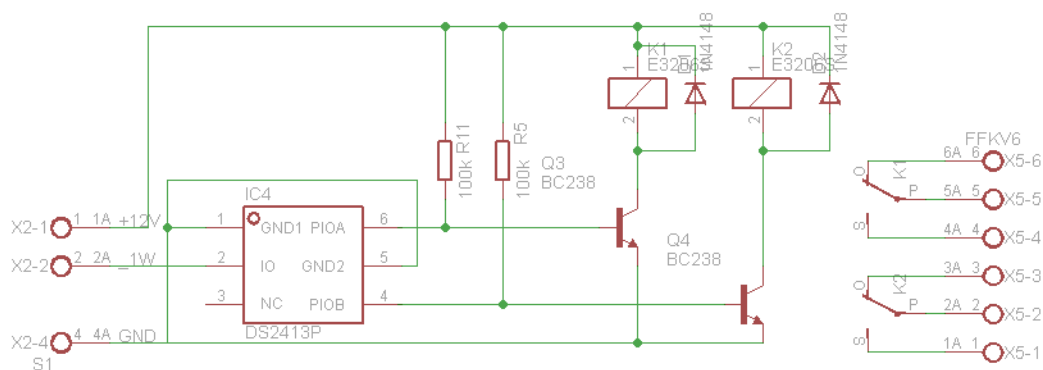
2 – IN1 – vstup trvale připojený na +5V při klidovém stavu – vstup PIR čidla

3 – napájecí napětí +5V slouží jako protipól detekčních vstupů

4 – IN2 - vstup trvale připojený na +5V při klidovém stavu – vstup čidla pro detekci rozbití skel

5 –+12V napájení čidla

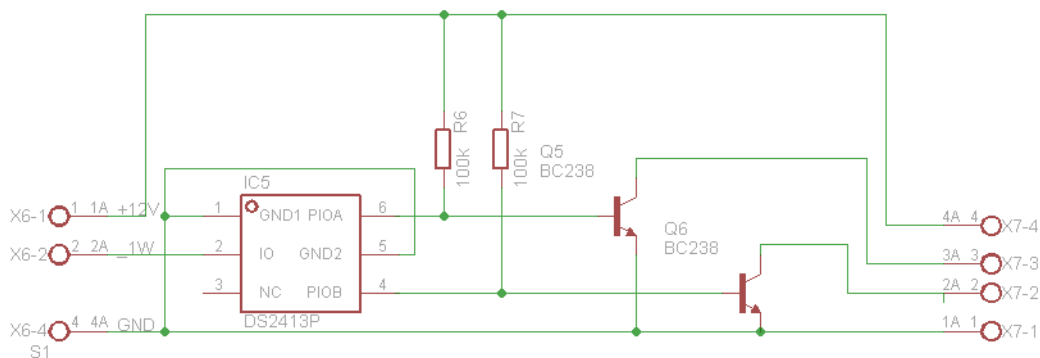
### 5.3.4 Binární výstupy 220VAC



Obr. 34. Zapojení modulu binárních výstupů 220VAC

Digitální výstup 220VAC je pouhé připojení relé na digitální výstup DS2413. Protože je maximální zatížení výstupních tranzistorů 30mA, jsou relé ovládány tranzistory, které snesou požadovaný proud.

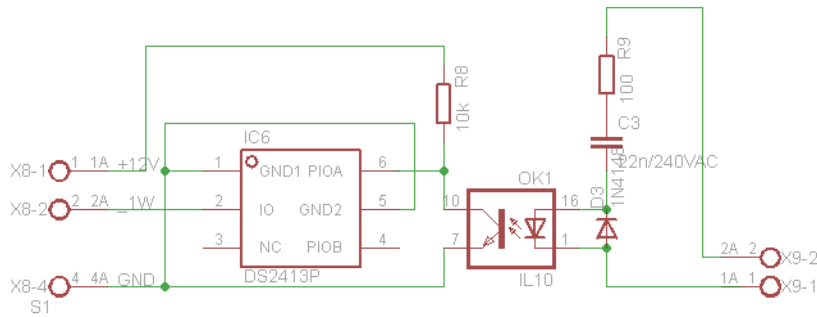
### 5.3.5 Binární výstupy 24VDC



Obr. 35. Zapojení binárních výstupů 24VDC

Binární výstupy 24VDC jsou použity pro ovládání termopohonu pro regulaci výkonu radiátorů a podlahového topení.

### 5.3.6 Binární vstup 220V pro signalizaci HDO

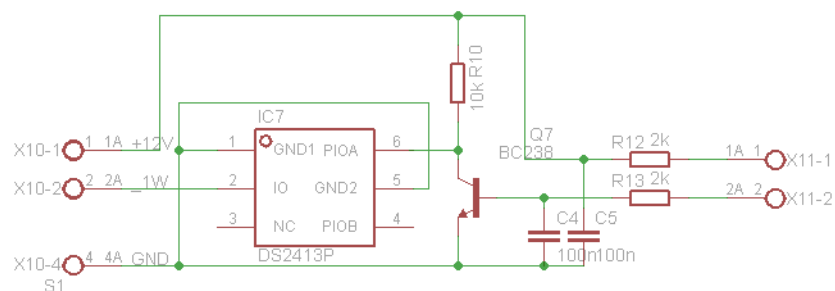


Obr. 36. Zapojení modulu binárního vstupu 220VAC

K modulu binárních vstupů je připojen optočlen, který slouží ke galvanickému oddělení sběrnice. Ve vstupním obvodu je připojen kondenzátor jako proudový zdroj a odpor  $10\Omega$  pro omezení proudového nárazu při zapnutí napájení.

### 5.3.7 Čidlo záplavy

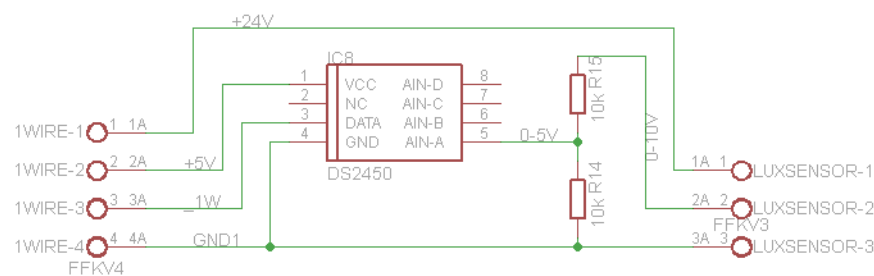
Čidlo záplavy obsahuje obvod, který musí sepnout již při odporu zátěže asi  $20k\Omega$ , protože odpor vody je asi  $2k\Omega$ .



Obr. 37. Schéma zapojení čidla záplavy

Proudový zesilovací činitel tranzistoru je asi 300 a proto tranzistor sepne již při vstupním proudu  $1,6\mu A$ , což odpovídá odporu asi  $2M\Omega$ . Kondenzátory na vstupech zajišťují ochranu vstupu proti vysokofrekvenčnímu rušení.

### 5.3.8 Čidlo intenzity osvětlení



Obr. 38. Schéma zapojení čidla intenzity osvětlení

Čidlo, které lze použít je od firmy Thermokon. Čidlo má napájecí napětí 12V a výstup je úměrný výstupnímu napětí  $0 - 10V$ . AD převodník DS2450 má rozsah

vstupního napětí 0 – 5V a proto je předřazen napěťový dělič. Světelný rozsah čidla je 0 – 1kLux.

#### 5.4 Návrh obrazovek klienta na PC

Byl vytvořen prototyp klienta na PC, který komunikuje s řídicí jednotkou. Zatím byly implementovány některé funkce. Jsou zde zobrazeny stavy a rozmístění pohybových čidel a dále adresář pro definování uživatelů a definování zón alarmového systému. SW klient byl napsán technologií WPF (windows presentation foundation), který se implementuje v objektovém jazyku C#. SW klient se připojuje přes TCP/IP protokol na sběrnici ethernet nebo RS232. Všechna logika je implementována v řídicí jednotce a tento klient si všechna data vyčítá za běhu. Tento způsob má výhodu v zajištění neustálého provozu všech funkcionalit nezávisle na dalších zařízeních, ale klade vyšší nároky na paměťový prostor řídicí jednotky.



Obr. 39. Návrh obrazovky sw klienta informačního systému



## 5.5 Foto dokumentace realizované řídicí jednotky



Obr. 40. Zobrazení řídicí jednotky

Řídicí jednotka má vyvedený konektor RS232, který je využíván k nahrávání programu a také ke komunikaci s ovládacím softwarem. U jednotky jsou zobrazeny popisy vývodů a kontaktů relé v klidovém stavu. Všechny relé jsou dimenzovány na spínání napětí 230VAC a proudu 5A. Řídicí jednotka je umístěna v krabici, kterou lze nadvaknout na DIN lištu.

## 6 ZÁVĚR

V této práci byla provedena analýza možností použití informačního systému v rodinném domě z hlediska regulace teploty, zabezpečení proti vniknutí cizí osoby, zajištění automatické ventilace vzduchu a světelné pohody.

Byl vytvořen základní model informačního systému ideálního rodinného domu. Byla popsána funkčnost jednotlivých modulů ze kterých se informační systém skládá. Byla provedena tepelná analýza domu a navržen optimální způsob regulace teploty v závislosti na momentálních potřebách místnosti a venkovní teplotě. Dále byla provedena analýza z hlediska větrání a následně byl navržen systém ventilace.

V práci se také uvažovalo o automatickém řízení osvětlení z hlediska světelné pohody, pohybu osob v místnostech a úspoře energie.

Byl navržen a vytvořen základ informačního systému, který je tvořen řídicí jednotkou a dalšími prvky, s nimiž dokáže komunikovat. Propojovací sběrnice a prvky byly použity od firmy Dallas pro snadnou implementaci a potažmo i příznivou cenu. Pro snímání potřebných stavů byla použita čidla od různých výrobců, která jsou připojena na lokální sběrnici přes převodník obsahující řadič lokální sběrnice. Díky jednoduchosti sběrnice 1Wire je možné vytvářet a připojovat další moduly a tím dále rozšiřovat funkcionalitu systému. V některých případech by byla vhodná komunikace bezdrátová, ale ta již zvyšuje nároky na cenu. Nicméně tento systém umožňuje připojení binárních vstupů, které mohou být sbírány bezdrátově.

Systém byl navržen tak, aby mohl snadno komunikovat i po sběrnici ethernet a tím pádem je možné jej ovládat i prostřednictvím internetu. Ovládání systému se předpokládá přes PC, PDA a bezdrátovou síť Wifi nebo GSM. Bylo by také možné vytvořit jednoduchou klávesnici pro aktivaci a deaktivaci EZS.

---

**Conclusion:**

In this thesis were done analysis possibilities of using information system in family house. Area of interesting were temperature regulation, security, automatic air conditioning and light regulation.

There were created basic model of information system of ideal family house. There was described functionality of modules we can find in information system. It was done temperature analysis of family house and designed optimal temperature regulation in relation to actual needs of rooms and out temperature. It was done analysis and design of air conditioning system.

In thesis was also thinking about automatic driving related to light well-being, people movement and energy saving.

There were designed bas of information system, that consists of control unit and next modules. Control unit can communicate with all connected modules. Connecting bus and modules were used from Dallas company because it is easy for implementation and it is very cheap opposite another products. For detection of status were used many sensors from different manufacturers. Sensors are connected to 1Wire bus with 1wire gate. Because is implementation of 1Wire protocol and physical layer very easy it is possible create and connect next modules and should make more functionality.

In some causes would be useful wireless communication but it is more expensive. But this system allow connect binary inputs that should be connected to wireless binary modules.

**POUŽITÁ LITERATURA**

## Monografie:

- [1] VALEŠ, Miroslav. *Inteligentní dům*. 1. české. Praha : ERA group, 2006. 123 s. ISBN 80-7366-062-8.
- [2] KŘEČEK, Stanislav. *Příručka zabezpečovací techniky*. 3. aktualizované. Praha : BEN, 2006. 350 s. ISBN 80-902938-2-4.
- [3] ANALÝZA TEPELNÝCH PROCESU METODOU TEPELNÝCH SÍTÍ  
Diplomová práce Pavlu\_Jiri\_DP\_2009
- [4] Přenos tepla Studijní text pro řešitele FO a ostatní zájemce o fyziku Ivo Volf – Miroslava Jarešova – Miroslav Ouhřabka
- [5] *Topenářská příručka 3*. 1. české. Praha : ČSTZ, 2008. 380 s. ISBN 978-80-86028-13-2.
- [6] BAŠTA, J.: *Hydraulika a řízení otopných soustav*. Praha: Ediční středisko ČVUT, 2003. - 252 s., 209 obr., ISBN 80-01-02808-9.

## Veřejné internetové zdroje:

- [7] <http://www.maxim-ic.com/datasheet/index.mvp/id/2812> [24.5.2011]
- [8] [http://www.esbe.cz/download/ESBE\\_2010\\_02\\_otocne\\_smesovaci\\_ventily.pdf](http://www.esbe.cz/download/ESBE_2010_02_otocne_smesovaci_ventily.pdf) [24.5.2011]
- [9] <http://www.zefin.cz/cs/Produkty%20/%20siemens-regulace%20/servopohony-a-termopohony-se%20zdvihem-2,5/> [24.5.2011]
- [10] <http://www.intersil.com/data/fn/fn3020.pdf> [24.5.2011]
- [11] [http://content.honeywell.com/sensing/prodinfo/humiditymoisture/009012\\_2.pdf](http://content.honeywell.com/sensing/prodinfo/humiditymoisture/009012_2.pdf) [24.5.2011]
- [12] <http://www.maxim-ic.com/datasheet/index.mvp/id/2921> [24.5.2011]
- [13] <http://www.maxim-ic.com/datasheet/index.mvp/id/4588> [24.5.2011]
- [14] KEIM, Lubomír; ŠÁLA, Jiří; NOVÁK, Jiří . *Tepelná ochrana budov* . 1. české. Praha : ČKAIT, 2009. 290 s. ISBN 978-80-87093-30-6
- [15] DUFKA, Jaroslav. *Větrání a klimatizace domů a bytů*. 2.přepracované. Praha: Grada, 2002. 128 s. ISBN 80-247-1144-3
- [16] <http://www.tzb-info.cz/casopisy/vytapeni-vetrani-instalace/cislo-5-2010> [15.4.2011]
- [17] [http://www.primaklima.cz/admin/admin\\_cont/upload/pages\\_files/zemni\\_vymeni\\_k\\_tepla\\_provedeni\\_07\\_12\\_06.pdf](http://www.primaklima.cz/admin/admin_cont/upload/pages_files/zemni_vymeni_k_tepla_provedeni_07_12_06.pdf) [18.4.2011]

- 
- [18] <http://elektro.tzb-info.cz/osvetleni/7420-skryti-zrouti-elektricke-energie>  
[15.4.2011]
- [19] [http://cs.wikipedia.org/wiki/Intenzita\\_osv%C4%9Btlen%C3%AD](http://cs.wikipedia.org/wiki/Intenzita_osv%C4%9Btlen%C3%AD) [24.5.2011]
- [20] <http://www.jablotron.cz/cz/Katalog/zabezpeceni+domu/detektory/magneticke+detehtory/sa200a+sa201a+magneticky+dverni+kontakt/> [24.5.2011]
- [21] [http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/8011S.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/8011S.pdf) [24.5.2011]
- [22] [http://pandatron.cz/?shop&sla=052&pn=90075&tx=m75\\_quectel](http://pandatron.cz/?shop&sla=052&pn=90075&tx=m75_quectel)[24.5.2011]

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Technické parametry jednotky Duplex ECV 380.....	40
Tab. 2. Doporučené hodnoty intenzit osvětlení obytných místností.....	44
Tab. 3. Základní parametry vnitřního prostředí bytového domu .....	45
Tab. 4. Teplotní korekční činitel.....	49
Tab. 5. Minimální intenzita výměny vzduchu .....	49
Tab. 6. Tepelné parametry zdí .....	53

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Blokové schéma EZS.....	20
Obr. 2. Snímání „Vějíř“ .....	22
Obr. 3. Snímání „Záclona“ .....	23
Obr. 4. Snímání „Dlouhý dosah“ .....	23
Obr. 5. Blokové schéma: a) regulace, b) ovládání.....	30
Obr. 6. Schéma soustavy s diskretním regulátorem.....	32
Obr. 7. Schéma struktury ideálního domu .....	35
Obr. 8. Schéma návrhu větrání v domě .....	42
Obr. 9. Řez rovinnou stěnou .....	46
Obr. 10. Vedení tepla prouděním u rovinné stěny.....	47
Obr. 11. Ekviterma podlahového topení.....	55
Obr. 12. Graf závislosti výkonu radiátoru na teplotě vody.....	56
Obr. 13. Blokové schéma struktury systému .....	60
Obr. 14. Schéma bloku regulace teploty.....	61
Obr. 15. Blokové schéma regulace teploty vody v otopných tělesech .....	63
Obr. 16. Blokové schéma regulační smyčky teploty vody okruhu podlahového topení.....	64
Obr. 17. Blokové schéma regulační smyčky teploty vody okruhu radiátorů .....	64
Obr. 18. Blok požárního zabezpečení.....	65
Obr. 19. Blokové schéma regulace osvětlení.....	65
Obr. 20. Modul zabezpečení .....	66
Obr. 21. Modul varování.....	67
Obr. 22. Modul umožňující uživatelské nastavení .....	67
Obr. 23. Modul kontroly funkčnosti prvků na sběrnici .....	68
Obr. 24. Konfigurace 1Wire sběrnice.....	69
Obr. 25. Časování reset pulsu 1Wire sběrnice.....	70
Obr. 26. Časování signálu při čtení a zápisu na 1Wire sběrnici .....	71
Obr. 27. Blokové schéma binárních IO DS2413 .....	72
Obr. 28. Rozmístění vývodů displeje.....	73
Obr. 29. Schéma řídicí jednotky .....	74
Obr. 30. Tlačítkový panel .....	75
Obr. 31. Zapojení teplotního čidla DS18B20 .....	76
Obr. 32. Schéma zapojení čidla vlhkosti .....	77
Obr. 33. Schéma zapojení pohybového čidla .....	77
Obr. 34. Zapojení modulu binárních výstupů 220VAC.....	78

---

Obr. 35. Zapojení binárních výstupů 24VDC .....	78
Obr. 36. Zapojení modulu binárního vstupu 220VAC .....	79
Obr. 37. Schéma zapojení čidla záplavy .....	79
Obr. 38. Schéma zapojení čidla intenzity osvětlení.....	79
Obr. 39. Návrh obrazovky sw klienta informačního systému .....	80
Obr. 40. Zobrazení řídicí jednotky.....	81