


# Návrh systému PZTS pro zabezpečení a řízení rekuperace vzduchu.

Pavel Tošovský

---

Bakalářská práce  
2023

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
Ústav bezpečnostního inženýrství

Akademický rok: 2022/2023

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Pavel Tošovský**  
Osobní číslo: **A19254**  
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**  
Forma studia: **Prezenční**  
Téma práce: **Návrh systému PZTS pro zabezpečení a řízení rekuperace vzduchu**  
Téma práce anglicky: **Design of I-HAS System for Security and Control of Energy Recovery Ventilation**

## Zásady pro vypracování

1. Charakterizujte způsoby integrace ústřední PZTS s nepoplachovými aplikacemi.
2. Vysvětlete funkci rekuperačních systémů.
3. Popište typy rekuperací.
4. Zpracujte normativní požadavky k tématu.
5. Navrhněte způsob komunikace mezi PZTS a rekuperací.
6. Vypracujte vlastní vzorové řešení pro konkrétní objekt.
7. Odhadněte další vývoj v této oblasti.

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

**Seznam doporučené literatury:**

1. LUKÁŠ, Luděk a kolektiv. Bezpečnostní technologie, systémy a management I. Zlín: VeRBuM, 2011. ISBN 978-80-87500-05-05
2. LUKÁŠ, Luděk a kolektiv. Bezpečnostní technologie, systémy a management II. Zlín: VeRBuM, 2012. ISBN 978-80-87500-19-4
3. VALOUCH, Jan. Projektování integrovaných systémů. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2015, 1 online zdroj (169 s.). ISBN 978-80-7454-557-3
4. ČSN EN 378-2: Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 2: Konstrukce, výroba, zkoušení, značení a dokumentace. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.
5. LUKÁŠ, Luděk a kolektiv. Bezpečnostní technologie, systémy a management IV. Zlín: VeRBuM, 2014. ISBN 978-80-87500-57-6

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Dagmar Janáčová, CSc.**  
Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce: **13. prosince 2022**

Termín odevzdání bakalářské práce: **5. června 2023**

**doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.**  
děkan



**Ing. Jan Valouch, Ph.D. v.r.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 16. prosince 2022

### **Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním 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 bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji 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 – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování 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 bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem 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 bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce je zaměřená na poplachové zabezpečovací a tísňové systémy (PZTS) a jejich spoluprací s nepoplachovými aplikacemi, konkrétně pak s rekuperačními systémy. Vysvětlí funkci rekuperace vzduchu v domě a bude řešit způsoby propojení s PZTS, vhodných pro jejich řízení. Zpracuje normativní požadavky k těmto systémům. V praktické části pak provede vlastní návrh systému PZTS a rekuperační jednotky v konkrétním objektu rodinného domu, včetně způsobu komunikace mezi systémy a jejich ovládání.

Klíčová slova: PZTS, detektor pohybu, rekuperace, větrací jednotka, integrovaný poplachový systém, nepoplachové aplikace.

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis is focused on alarm and emergency systems (PZTS) and their cooperation with non-alarm applications, specifically with recuperation systems. It will explain the function of air recuperation in the house and will address methods of interfacing with PZTS suitable for their control. It will elaborate the normative requirements for these systems. In the practical part, it will then carry out the actual design of the PZTS system and the heat recovery unit in a specific house building, including the method of communication between the systems and their control.

Keywords: PZTS, motion detector, recuperation, ventilation unit, integrated alarm system, non-alarm applications.

Tímto bych rád poděkoval své vedoucí práce paní prof. Ing. Dagmar Janáčové, CSc a Ing. Rudolfu Drgovi, Ph.D. za návrh tématu bakalářské práce. Dále pak za časté konzultace a přínosné rady a v případě dotazů za brzkou zpětnou vazbu.

Zároveň bych chtěl poděkovat pánům z firmy Atrea s.r.o., kteří byli velice vstřícní a ochotní mi poskytnou informace k dané problematice.

Na závěr patří poděkování rodině a blízkým za podporu a trpělivost při studiu a obzvláště při vypracování bakalářské práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

ÚVOD.....	10
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>11</b>
<b>1 INTEGRACE POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ .....</b>	<b>12</b>
1.1 HARDWAROVÁ INTEGRACE .....	12
1.1.1 Integrace IN/OUT .....	13
1.1.2 Integrace pomocí poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů .....	15
1.1.3 Integrace za pomoci automatizačních systémů .....	17
1.1.4 Integrace prostřednictvím poplachových aplikací.....	18
1.2 SOFTWAREOVÁ INTEGRACE.....	19
1.2.1 Software ústředěn (řídících jednotek) poplachových systémů.....	20
1.2.2 Software pro uživatelskou správu .....	20
1.2.3 Vizualizační software .....	20
1.2.4 Integrovaný software systémů budov.....	20
<b>2 VĚTRÁNÍ A REKUPERACE.....</b>	<b>22</b>
2.1 VĚTRACÍ JEDNOTKY S REKUPERACÍ.....	22
2.2 DRUHY VĚTRACÍCH JEDNOTEK .....	23
2.3 KOMPONENTY VĚTRACÍCH JEDNOTEK .....	23
2.3.1 Ventilátory.....	24
2.3.2 Tepelné výměníky .....	25
2.3.3 Ohřev vzduchu .....	28
2.3.4 Chlazení vzduchu .....	28
2.3.5 Řízení a regulace .....	28
2.3.6 Filtrace.....	29
2.3.7 Potrubí.....	30
2.3.8 Distribuční prvky .....	31
<b>3 NORMATIVNÍ POŽADAVKY .....</b>	<b>33</b>
3.1 POŽADAVKY NA IPS.....	33
3.1.1 Konfigurace IPS .....	34

3.2	SYSTÉMOVÉ POŽADAVKY PRO IPS .....	35
3.2.2	Požadavky na společné signalizační zařízení .....	35
3.2.3	Požadavky na propojení systémů .....	35
3.2.4	Požadavky na centrální ovládací zařízení .....	35
3.2.5	Požadavky pro použití a montáž .....	36
3.3	POŽADAVKY NA VĚTRÁNÍ OBYTNÝCH BUDOV .....	36
3.3.1	Požadavky na průtok čerstvého vzduchu .....	37
3.3.2	Požadavky na odvod odpadního vzduchu .....	37
3.3.3	Požadavky na druhy větrání .....	38
3.3.4	Podtlakové větrání s přívodem vzduchu .....	38
3.3.5	Hybridní větrání .....	39
3.3.6	Nucené rovnotlaké větrání .....	39
3.3.7	Větrání prostoru se spotřebiči paliv .....	39
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>40</b>
<b>4</b>	<b>NÁVRH ŘEŠENÍ PROJEKTU PRO REKUPERAČNÍ SYSTÉM V RODINNÉM DOMĚ .....</b>	<b>41</b>
4.1	POPIS OBJEKTU .....	41
4.2	NÁVRH MNOŽSTVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU .....	43
4.3	VÝBĚR REKUPERAČNÍ JEDNOTKY .....	44
4.3.1	Technické parametry .....	45
4.4	NÁVRH POTRUBNÍ SÍTĚ .....	46
4.4.1	Přívodní trasa potrubí .....	47
4.4.2	Odvodní trasa potrubí .....	48
4.5	STAVY SYSTÉMU REKUPERACE .....	49
<b>5</b>	<b>NÁVRH IPS PRO KOMUNIKACI S REKUPERAČNÍM SYSTÉMEM .....</b>	<b>51</b>
5.1	MOŽNOSTI KOMUNIKACE VZT JEDNOTKY .....	51
5.2	VÝBĚR VHODNÉHO INTEGROVANÉHO POPLACHOVÉHO SYSTÉMU .....	53
5.3	PŘEHLED POUŽITÝCH PRVKŮ .....	53
5.3.1	Ústředna PZTS .....	53



5.3.2	Záložní akumulátor .....	55
5.3.3	Rozšiřující modul .....	55
5.3.4	Přístupový modul .....	55
5.3.5	PIR detektory .....	55
5.3.6	Vnitřní siréna.....	56
5.3.7	Magnetické kontakty .....	56
5.3.8	Detektor kouře.....	56
5.3.9	Detektor rozbití skla.....	56
5.3.10	Detektor teploty.....	56
5.4	NÁVRH UMÍSTĚNÍ DETEKTORŮ .....	56
<b>6</b>	<b>ODHAD DALŠÍHO VÝVOJE .....</b>	<b>59</b>
6.1	ZATEPLENÍ A IZOLACE .....	59
6.2	VĚTRÁNÍ S REKUPERACÍ TEPLA .....	59
6.3	FOTOVOLTAIKA A SOLÁRNÍ PANELE .....	60
6.4	TEPELNÁ ČERPADLA.....	60
6.5	SHRNUTÍ TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV.....	60
6.6	ZAJÍMAVÉ PRVKY .....	61
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>65</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>70</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>72</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>73</b>

## ÚVOD

Jedna ze základních potřeb člověka je pocit bezpečí. Může se jednat o pocit bezpečí při práci, o svou vlastní osobu nebo o majetek. Každý, kdo vlastní majetek si ho chce chránit, jak jen to jde. Dříve se pro ochranu používali pouze mechanické zábranné systémy, které znesnadnily pachateli vniknutí do objektu. Dnes už se k nim přidaly i elektronické zabezpečovací systémy, které reagují na podnět vyvolaný naruшитelem nebo jiným aspektem.

V dnešní době, kdy na trh přicházejí nové a modernější technologie, které nám zpříjemňují a zlehčují běžný život, je vhodné tyto technologie sloučit pod jednu střechu. Tou je právě integrovaný poplachový systém. IPS nám zajistí bezpečí, komfort, automatizaci, snížení spotřeby energií. Jedná se o propojení poplachových a nepoplachových aplikací do jednoho funkčního celku, kterým lze ovládat veškeré podsystémy nebo samotné zařízení v objektu, a to jak vzdáleně, tak i lokálně. Ovládací prostředí je tak přehledné a jednoduché pro uživatele. Aby IPS správně plnil funkci, musí být navržen dle požadavků uživatele a důkladně zpracována komunikace mezi jednotlivými systémy.

Do nepoplachových zařízení se často zařazuje ovládaní osvětlení, vytápění, větrání, klimatizace, zavlažování nebo řízení garážových vrat. Konkrétně větrání s funkcí rekuperace vzduchu je velmi aktuálním tématem s přicházejícími přísnějšími stavebními požadavky na nulovou energetickou náročnost. Domy musí být stále více utěsněné a zaizolované, aby neunikala tepelná energie. S tím přichází problém necirkulujícího vzduchu a vzniku vlhkosti a vyšší koncentrace oxidu uhličitého. Větrací systém s rekuperací zajistí, aby znečištěný teplý vzduch, který je odváděn ven, předal tepelnou energii čerstvému studenému vzduchu, který je přiváděn do domu. Tím je zajištěna cirkulace vzduchu v domě a zároveň snížení tepelných ztrát, které vznikají v případě větrání okny.

V teoretické části bakalářské práce bude popsán pojem integrovaný poplachový systém a jeho rozdělení na hardwarovou a softwarovou integraci. Dále podrobněji rozebrány podskupiny jednotlivých integrací a komunikací s poplachovými a nepoplachovými aplikacemi. Další teoretickou částí bude popis funkce větrání a rekuperace a jaké jsou jejich druhy.

Praktická část se bude zabývat návrhem větracího systému v konkrétním rodinném domě. Výběrem vhodné rekuperační jednotky a následným návrhem potrubní sítě. Zvolením vhodného komunikačního propojení s bezpečnostním systémem a návrhem výběru a umístění prvků.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

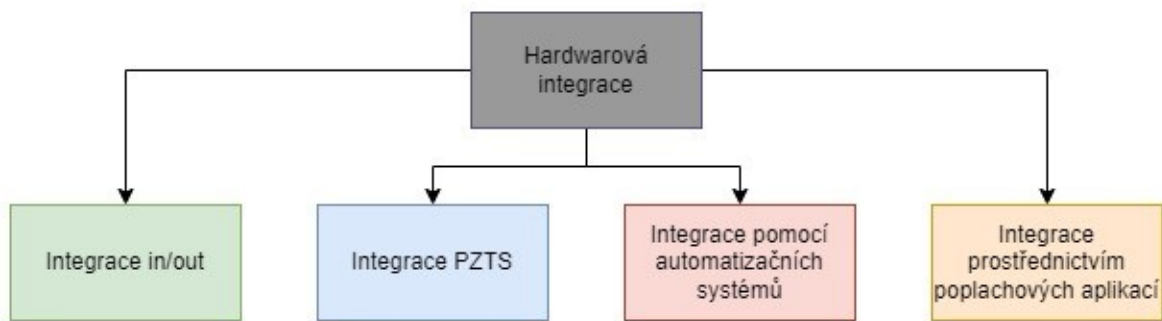
## 1 INTEGRACE POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ

V první řadě je potřeba definovat pojem integrace poplachových systémů, který ustanovuje technická norma ČSN CLC/TS 50398 - Poplachové systémy – kombinované a integrované systémy – všeobecné požadavky. Podle této normy jsou integrované poplachové systémy (IPS) takové systémy, které sdílejí jedno nebo více zařízení a alespoň jedno z nich musí být poplachová aplikace. [1]

Integrace poplachových systémů je v dnešní době velmi sofistikovaný způsob, jak sloučit technologické možnosti bezpečnostních prvků jako je například elektronická požární signalizace, poplachový zabezpečovací a tísňové systémy, kamerový systém, systém kontroly vstupu. Tato skupina systémů se stará o bezpečnost zdraví osob a ochranu majetku. Je také možnost uvedené poplachové systémy integrovat se systémy nepoplachovými. Pod pojmem nepoplachové systémy je možné si představit ty systémy, které nemají za primární cíl ochranu zdraví a majetku osob, ale řízení systémů a různých prvků, které uživatel chce ve svém objektu regulovat. Typickým příkladem je ovládání osvětlení, stínících rolet, vytápění, větrání, zavlažování zahrady. IPS je tedy možno seskupit bezpečnost a komfortnější ovládání technologických prvků objektu do jednoho systému. Z hlediska technického způsobu propojení se integrace primárně dělí na dvě základní skupiny a tou je hardwarová integrace a softwarová integrace. [1]

### 1.1 Hardwarová integrace

Hardwarová integrace je založena na propojení různých systémů (zabezpečovacích, technologických) za pomoci jejich vstupů a výstupů. Je možné přidávat různé rozšiřující moduly jak pro připojení poplachových, tak pro nepoplachových aplikací. Hlavním bodem integračního systému může být ústředna PZTS, která je brána jako integrační prvek a řídí ostatní systémy. Vždycky tomu tak být nemusí a je možné integraci provést pouze mezi prvky poplachových a nepoplachových zařízení za pomoci vstupů a výstupů (IN/OUT). [1]



Obrázek 1. Rozdělení hardwarové integrace (vlastní tvorba)

### 1.1.1 Integrace IN/OUT

Jedná se o nejjednodušší vzájemné propojení systémů za pomoci programovatelných vstupů a výstupů. Jednotlivé prvky systémů se mohou rozšiřovat o další moduly pro možnost připojení více systémů a jejich prvků. Integrace Input/Output se využívá spíše pro menší objekty z důvodu omezeného počtu vstupů, či modulů. S velkým počtem propojení se systém stává nepřehledný a špatně spravovatelný a ovladatelný. V rozsáhlejších objektech je instalace technologicky náročnější. Naopak výhodou integrace IN/OUT je určité neovlivnitelnost systému při výpadku nebo poruše jedné nebo více aplikací na ostatní aplikace, tudíž se systémy nijak vzájemně mezi sebou neovlivňují. Mezi další propojení systémů za pomoci IN/OUT můžeme také zahrnout:

- programovatelné PGM výstupy,
- GSM ovladače,
- rádio reléové moduly,
- automatizační moduly,
- výstupní moduly,
- integrační moduly. [1]

#### 1.1.1.1 Integrace s použitím PGM výstupů

PGM (Programmable Outputs) výstupy neboli také programovatelné výstupy se u ústředí PZTS využívají k ovládání nepoplachových aplikací, které mohou být spuštěny na základě specifické akce poplachových aplikací. Majitel přijde do domu, odstřeží objekt a na to reaguje PZTS ústředna sepnutím PGM výstupů a zapne topení, či klimatizaci. Do obvodu zapojení je možné také připojit tzv. keyswitch, což představuje různá tlačítka, vypínače,

kteřé se připojí na vstupy ústředny. Díky nim můžeme zapnout právě zmíněné topení, osvětlení nebo zavlažování zahrady, aniž by musela být provedena aktivace poplachových systémů na základě akce, jako je narušení zóny, aktivace tísňového prostředku nebo vypnutí a zapnutí systému a jiné. V praxi se často za PGM výstupy připojují ještě silová relé, a to z toho důvodu, že výstupy na ústředně nejsou dostatečně dimenzovány pro spínání velkých proudů a zvýšení napěťové úrovně. Relé moduly mohou spínat buď jednotlivé zařízení samostatně, nebo celý elektrický okruh a na něj napojené zařízení. [1]

#### ***1.1.1.2 Integrace s použitím GSM ovladačů***

Celý integrační systém se může obohatit o GSM ovladače pro vzdálený přístup. Ovladače disponují funkcemi, jako je odeslání SMS vlastníkoví objektu o aktuálním stavu v případě narušení objektu, poplachu, vzniku požáru nebo jiné situace. V opačném případě je uživatel schopný za pomoci SMS, prozvoněním sepnout výstupní elektrické obvody, a tím tak třeba z práce zapnout filtraci vody. GSM ovladače mají i více funkcí, jako jsou funkce pro zajišťování polohy, nastavení časového spínače, informace o detektorech pro nepoplachové aplikace, ovládání poplachových aplikací. [1]

#### ***1.1.1.3 Integrace s použitím radiových reléových modulů***

Základní operace lze provádět i s využitím radiových reléových modulů. K tomuto modulu je možné bezdrátově připojit poplachové i nepoplachové hlásiče. Poplachové aplikace se připojí na vstup také s čidly nepoplachových aplikací a na výstup reléových radiových modulů se připojí nepoplachové aplikace. S rádio reléovým modulem může komunikovat také ústředna nebo GSM ovladač, ale také může fungovat samostatně bez řízení ústředny PZTS. Modul zvládne ovládat bezdrátové poplachové zabezpečovací a tísňové prvky sám a taktéž i nepoplachové aplikace. [1]

#### ***1.1.1.4 Integrace s použitím modulů automatizace***

Moduly automatizace krásně spojují zabezpečení objektu s technologickými funkcemi, které ulehčují práci majitele a tím zlepšují komfort žití. Za pomoci automatizace se integrují poplachové i nepoplachové aplikace. Na vstupy lze opět připojit jak poplachové detektory, jako je detektor pohybu, magnetický detektor otevření okna, popřípadě tříštění skla, tak i nepoplachové detektory, které mohou hlídat teplotu v domě nebo vody, hladinu tekutiny nebo koncentraci CO<sub>2</sub> v domácnosti. Na reléové výstupy modulu se připojují různé technologické aplikace, jako může být ovládání rolet, světel, krmení zvířete, rekuperace,

teploty, zavlažování, či otevírání vrat od garáže nebo příjezdové závory. Modul automatizace je možné připojit k internetu a díky tomu můžeme vzdáleně z jiných zařízení spravovat jednotlivé aplikace i monitorovat stav integračního systému. Je zde možnost kontrolovat historii událostí, vytvářet časové plány, kdy a za jakých podmínek mají pracovat výstupní zařízení. Automatizační modul už si poté hlídá všechno sám. Na reléový výstup není potřeba přidávat další silové relé, většinou ho modul má už v sobě. [1]

#### ***1.1.1.5 Integrace s použitím výstupních modulů***

Integrace může být taktéž rozšířena o výstupní moduly, které jsou v podobě deskových plošných spojů a jsou součástí skříně ústředny PZTS. Aplikace, jak poplachové, tak nepoplachové jsou řízeny podle pevně naprogramovaných výstupů a ty reagují na předem definované události, které jsou v rozhraní ústředny. Těmi bývají: poplach, sabotáž, požár, tiseň, porucha, výpadek napájení, tampér kontakt. [1]

#### ***1.1.1.6 Integrace s použitím integračních modulů***

Integrační moduly jsou využívány pro komunikaci ústředny poplachových systémů se systémy třetích stran. To mohou být systémy kontroly vstupu, kamerový systém, docházkový systém, průmyslové aplikace pro regulaci, PLC systémy pro domácí automatizaci. Moduly disponují USB, sériovými či paralelními porty a s ústřednou PZTS komunikuje pomocí sběrnice (BUS). Detektory poplachových a nepoplachových aplikací vysílají signál tedy do ústředny PZTS a ta podle přesných stavů předává signál dál do integračního modulu a ten zpětně umožňuje její ovládání. Jako u ostatních typů integrace, integrační modul může řídit také nepoplachové aplikace nebo určité druhy modulů mohou komunikovat například s tiskárnou nebo osobním počítačem. [1]

### **1.1.2 Integrace pomocí poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů**

Integrace za pomoci PZTS spadá do hardwarové integrace. Hlavním řídicím prvkem zmíněné integrace je ústředna pro poplachové zabezpečovací a tísňové systémy. Na ústřednu jsou pak dále za pomoci sběrnice připojeny rozšiřující moduly ať už poplachové, nebo nepoplachové. Těmito moduly mohou být prvky automatizace, přístupové systémy a podobně. PZTS jako integrační prvek se dělí na dvě menší podskupiny:

- integrace s využitím modulárních systémů PZTS,
- integrace s využitím PZTS jako řídicího prvku systémů domácí automatizace.

### ***1.1.2.1 Modulární systémy PZTS jako integrační prvek***

Jako hlavní prvek této metody integrovaného bezpečnostního systému se využívá ústředna PZTS a na ní připojené moduly, které se starají ať už o poplachové, nebo nepoplachové aplikace. Moduly lze rozdělit na komunikační moduly, rozšiřující moduly, přístupové moduly, doplňkové moduly. Typicky se jedná o detekční prvky zabezpečení, tísňové hlásiče, komunikační prvky, jako jsou GSM komunikátory nebo moduly pro internetové připojení, expandéry zón. U rozsáhlejších objektů se také často využívají moduly pro systémy kontroly vstupu za pomoci přístupových bodů. V případě připojení nepoplachových aplikací lze ovládat různé technologické prvky (rekuperace vzduchu, klimatizace, topení) a systémy pro řízení a správy objektu. Všechny moduly se připojují na společnou sběrnici ústředny. V případě přeplněné sběrnice se využívají expandéry, které rozšiřují možné vstupy. Díky tomu, že je celý systém propojený pomocí modulů, které jsou technologicky totožné, není problém se vzájemnou komunikací. Ústředna tak komunikuje s jednotlivými moduly, které jsou připojeny do systému, a přijímá a vyhodnocuje data a rozhoduje, co se s nimi bude dít podle konfigurace ústředny. Konfiguraci a ovládání systému umožňují připojené periferie, jako mohou být klávesnice a ovládací panely. [1]

Komunikace mezi ústřednou a moduly se provádí dvěma druhy. Jednou možností je, když ústředna je nadřazený prvek a od ostatních modulů zjišťuje, zda na ni mají požadavek, data k zpracování. Tato metoda komunikace je při velkém počtu modulů pomalá, ale zato nejjednodušší. Druhá metoda spočívá v úrovněvé rovnosti modulů. Moduly tak mohou samy od sebe posílat data ústředně, aniž by se musela dotazovat. [1]

### ***1.1.2.2 PZTS jako řídicího prvku systémů domácí automatizace***

Tato další metoda integrace je založena na propojení dvou systémů a těmi jsou systémy automatizace a poplachové a nepoplachové aplikace. Nastavit komunikaci mezi těmito systémy lze dvěma způsoby:

- a) První způsob je propojení systémů automatizace s ústřednou PZTS, kde ústředna generuje signály na základě časového plánu, události, stavu nebo zadaného požadavku. Pro komunikaci mezi systémy se využívá komunikační protokol X-10, který funguje na funkci přenášení signálů po silovém vedení 230 V po objektu. Propojení domácí automatizace za pomoci standardu X-10 využívá prvky, kterými jsou přijímače, ovladače, senzory, rozhraní. Vysílač, jakožto ústředna PZTS, má v sobě zabudovaný modul X-10, který převádí signál z ústředny do rozvodné sítě a



za pomoci toho lze komunikovat s domácí automatizací. Každý elektrospotřebič automatizace má vlastní adresu, na kterou vysílač vyšle signál s příkazem. Přijímače mohou být tedy připojeny rovnou do elektrické zásuvky nebo do rozvaděče. Odpadá tím tak zbytečné instalování další elektroinstalace po objektu. [1]

- b) Druhý způsob lze realizovat propojením detektorů zabezpečovacího systému se systémem automatizace, kde signály generují samotné detektory na základě svého stavu, jako je klid, poplach, fyzikální veličina, porucha, sabotáž a tím ovládají prvky systémové automatizace. Využívá tedy detektory poplachových i nepoplachových aplikací, které komunikují jak s ústřednou, tak se systémem domácí automatizace bezdrátově. Je to tak z důvodu snazší instalace a lepší přehlednosti. [1]

Uvedené metody propojení se hodí pro menší objekty, jako je rodinný dům, kde není potřeba tak rozsáhlý systém.

### **1.1.3 Integrace za pomoci automatizačních systémů**

Integrace využívající automatizační systémy je založena na řídicím prvku, kterým je PLC neboli programovatelný logický automat. Řídicí prvek tak ovládá různé technologické aplikace (vytápění, osvětlení, klimatizace, rolety) i poplachové aplikace. V dnešní době se často využívá technologie systémové elektroinstalace pro propojení systémů, která je za pomoci společné sběrnice, na kterou se dále připojují snímače a akční prvky. Z toho vyplývá, že integrace za pomoci automatizačních systémů lze realizovat dvěma metodami, a to pomocí PLC nebo technologií systémové elektroinstalace. [1]

#### ***1.1.3.1 Integrace prostřednictvím PLC řídicích systémů***

Toto řešení integrace s programovatelným logickým automatem se hodí spíše do menších objektů, kde jsou nižší nároky na rozsah aplikací. PLC automat se primárně stará o technologické aplikace (rolety, vytápění, osvětlení domu, čerpadla) a hlavním úkolem je monitorovat a ovládat tyto technologie. Avšak lze na něho připojit poplachové i nepoplachové aplikace jako jsou detektory pochybu, tříštění skla nebo teploty a hladiny kapaliny. Díky možnosti komunikaci pomocí GSM modulu lze dům regulovat i na dálku. [1]

### **1.1.3.2 Integrace prostřednictvím systémové elektroinstalace**

Systémové elektroinstalaci se také občas říká inteligentní elektroinstalace. Využívá se u novostaveb, kde se k běžnému silovému vedení 230 V přidruží ještě komunikační sběrnice, na kterou se připojí jednotlivé prvky systému, kterými jsou snímače, akční členy, řídicí jednotky. Elektrické zařízení jsou tedy na sběrnici připojovány pomocí akčních členů, kterými mohou být akční člen topení, ventilace, rekuperace, klimatizace, ovladače. Snímací prvky reagují na teplotu, pohyb, vlhkost, tříštění skla, otevření dveří. Základní funkcí inteligentní elektroinstalace je regulace a ovládání elektrických a technologických zařízení komfortním způsobem pro uživatele a zároveň úspora energie a tím snížení nákladů na provoz. Jednotlivé prvky technologických systémů lze ovládat jak přímo z ovládacího panelu, tak vzdáleně pomocí GSM komunikátorů nebo internetu.

Zmíněný druh integrace jde dále rozdělit na další poddruhy, kdy se inteligentní elektroinstalace propojí s poplachovým zabezpečovacím a tísňovým systémem, nebo kdy je ústředna PZTS řídicím prvkem systémové elektroinstalace. [1]

### **1.1.4 Integrace prostřednictvím poplachových aplikací**

Další metoda integrace se zaměřuje na poplachové aplikace jako integrační prvek. Nemusí tedy vždy být tím řídicím prvkem ústředna PZTS, ale mohou to být komponenty poplachových aplikací, konkrétně systémy CCTV a SKV. Kamerový systém využívá digitálních vstupů a výstupů pro komunikaci se vstupními zařízeními (detektor pohybu, detektor rozbití skla, detektor kouře, detektor teploty, detektor vlhkosti, detektor otevření okna/dveří) a výstupními zařízeními (výstražné zařízení, ovládání osvětlení, systém topení, regulace čerpadla, vstup ústředny PZTS). Řídicím prvkem integrace je kamera CCTV, která na základě událostí a signálů vstupního zařízení pošle signál na výstupní zařízení přes spínací relé. Mezi digitální vstupy a výstupy kamery je možné nastavit vzájemné vazby. Při detekci pohybu vstupního zařízení se pošle signál na vstup ústředny PZTS nebo teplotní detektor dosáhne určité hodnoty a na výstupu kamery se pomocí spínacího relé zapne klimatizace. CCTV kamera ukládá záznam obrazu přes protokol TCP/IP na Cloudové uložiště nebo NVR rekordér. Poplachové aplikace jako integrační prvek se využívá spíše u menších objektů, kde není potřeba tolik poplachových i nepoplachových aplikací, z důvodu malého počtu digitálních vstupů a výstupů na síťové kameře. [1]

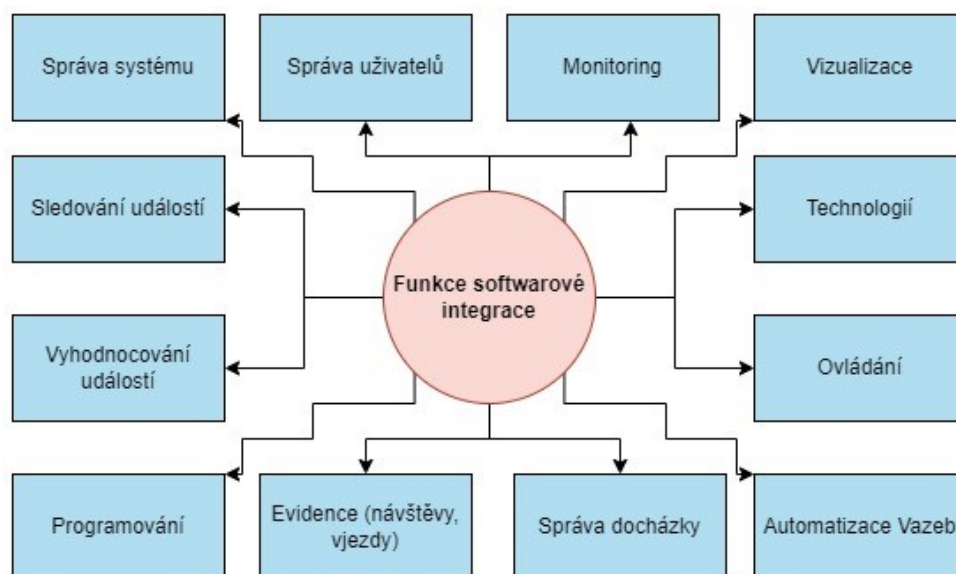
Podobným způsobem pracuje i systém kontroly vstupu jako řídicí prvek. K řídicí jednotce SKV se pomocí sběrnice připojí dveřní jednotka, která disponuje vstupy (kontakty zámky,

elektrický zámek, dveřní kontakt) a reléové výstupy (ústředna PZTS). Opět lze nastavit závislost vstupů na výstupech podle událostí, které řídí řídicí jednotka. Dveřní jednotka zaznamená na vstupu signál kontaktu zámky a na výstup pošle informaci ústředně o stavu systému. Kromě vazby SKV systému a ústředny PZTS lze systém kontroly vstupu kombinovat i s kamerovými systémy, kde na základě události SKV se spustí záznam digitální kamery. [1]

## 1.2 Softwarová integrace

Softwarová integrace je založena na propojení jednotlivých systémů za pomoci komunikační sítě. Pro komfortní ovládání a správu systému se stará vizuální rozhraní, které je zajištěno nadstavbovým SW nainstalovaným na externím počítači nebo serveru, či autonomním bezobslužném centrálním zařízení s potřebným softwarovým vybavením. Komunikační kanál představuje síť LAN, WAN, přes kterou jsou připojeny aplikace k řídicí jednotce, což může představovat osobní počítač nebo server. U aplikací, které nemají v rozhraní připojení LAN, ale pouze port RS 232, se využívají převodníky RS232/Ethernet, díky kterým se aplikace připojí na síť LAN. Tu je možné dále připojit na server a poté buď skrze internet nebo GSM síť může uživatel vzdáleně ovládat pomocí mobilního telefonu nebo osobního počítače celý systém. Na zařízení uživatele ovšem musí být nainstalovaný potřebný nadstavbový software, aby komunikace byla umožněna. [1]

Nadstavbový software lze rozdělit do několika skupin podle funkcí, které jsou vyžadovány od uživatelů nebo pro potřeby instalačních firem.



Obrázek 2. Rozdělení funkcí softwarové integrace (vlastní tvorba)

Těchto několik funkcí lze shrnout do čtyř základní produktů softwarové integrity podle použití:

- software ústředěn (řídících jednotek) poplachových systémů,
- software pro uživatelskou správu,
- vizualizační software,
- integrační software systémů budov. [1]

### **1.2.1 Software ústředěn (řídících jednotek) poplachových systémů**

Tento software je dodáván současně s ústřednou nebo řídicí jednotkou pro komunikaci s PC. Komunikují spolu buď vzdáleně, nebo lokálně pomocí rozhraní LAN/WAN, modemu nebo telefonní linky. Tyto programy byly vytvořeny pro potřeby servisního technika a instalačních firem. Hlavními funkcemi zmíněného SW jsou programování, sledování, vyhodnocování a archivaci událostí ústředny. [1]

### **1.2.2 Software pro uživatelskou správu**

Druhý SW se zaměřuje na uživatelskou správu připojených systémů na ústřednu PZTS. Nejčastěji to bývá systém SKV, u kterého se kromě základní funkcí (vyhodnocování, sledování, archivace událostí) rozšiřují také funkce pro vytváření a nastavení uživatelských profilů, následné přidělování práv jednotlivým uživatelům, vytváření časových rozvrhů přístupu, přidělování a evidenci identifikátorů (karty, otisky prstů), vytváření popisů subsystémů, zón, terminálů, filtrovat historii událostí (typ, čas, místo, osoba). [1]

### **1.2.3 Vizualizační software**

Slouží pro komfortní vizuální zobrazení stavu systému v reálném čase. Díky tomu lze do programu vložit půdorysový plán objektu s vyznačenými prvky poplachových i nepoplachových aplikací a sledovat tak v reálném čase jejich aktuální stav, popřípadě řídit jejich funkce (zapnutí/vypnutí střežení subsystému nebo zóny, otevření dveří, zapnutí/vypnutí kamery, ovládání PGM výstupů). [1]

### **1.2.4 Integrační software systémů budov**

Tento typ integrace se využívá pro propojení všech systémů skrze hlavní řídicí prvek (serveru), který propojuje bezpečnostní i technologické systémy v objektu. Je to SW nadstavba, která je implementována na server a pomocí LAN sítě se připojí klientský počítač

na webový prohlížeč a může tak konfigurovat jednotlivé systémy. Funkce integrační nadstavby softwaru jsou: nastavení automatických vazeb mezi systémy, vizualizace systémů, lokální i vzdálené ovládání, správa systémů a uživatelů, kontrola činnosti operátora, správa docházky s návazností na mzdový systém. Při realizaci programu je důležité dbát na požadavek, aby výpadek integračního softwaru, negativně neovlivnil chod a funkci připojených bezpečnostní a technologických systémů. [1]

## 2 VĚTRÁNÍ A REKUPERACE

V dnešní době se příchod moderních technologií projevil i ve stavebnictví, a to výrobou vysoce kvalitních materiálů s nízkou tepelnou ztrátou a výbornou izolací, z kterých se staví dnešní domy. Díky tomu jsou domy perfektně izolovány a vzduch tvořící se uvnitř objektu už necirkuluje ven z domu netěsnostmi, tak jako dříve. Z toho důvodu je zapotřebí v domě udržovat výměnu znečištěného vzduchu za čerstvý.

Člověk ve vnitřních prostorech tráví průměrně 70 až 90 % svého času a za den spotřebuje zhruba 15 000 až 20 000 litrů vzduchu. Proto je zapotřebí dbát na kvalitu ovzduší, které výrazně ovlivňuje lidské zdraví. Nežádoucími látkami může být vysoká koncentrace vyprodukovaného oxidu uhličitého, který může mít za následek únavu, pokles mozkové výkonnosti nebo ospalost. Dále se v domě tvoří prach, v kuchyních a koupelnách vlhkost, která má po delší době vliv na tvorbu plísní, pach po použití různých antiperspirantů a parfémů. [2]

Přirozené větrání, způsobené tlakovým rozdílem převážně na jaře a na podzim, kdy dochází k proměnlivým teplotám nebo změnou tlaku větru v místnosti, je na dnešní standardy nedostatečné. Větrání okny lze praktikovat převážně v teplých měsících, kdy není zapotřebí udržet v domě teplo. I tak se doporučuje větrat spíše nárazově, než mít dlouhodobě otevřená okna. V zimních měsících se větrání pomocí oken velice nevyplatí z důvodu velké ztráty tepelné energie. Z těchto důvodů se využívá takzvané nucené větrání, kde se o výměnu vzduchu v objektu starají větrací jednotky. Ty mají za úkol přivést do domu čerstvý vzduch z venku a odvést kontaminovaný vzduch ven za pomoci ventilátorů a rozvedeného potrubí po domě. Pro co nejmenší tepelné ztráty se využívají větrací jednotky s rekuperací, které mají tepelný výměník. [3]

### 2.1 Větrací jednotky s rekuperací

Jak už bylo výše popsáno, větrací jednotka se stará o výměnu znečištěného vzduchu za čerstvý vzduch v uzavřeném prostoru. Může se jednat jak o obytný prostor, tak průmyslovou halu. Použitý vzduch je odváděn pomocí rozvedeného potrubí ven z objektu, a naopak čerstvý vzduch je přiváděn pomocí jiného potrubí zpět. Vzduch z venku prochází nejprve filtrem, které ho zbaví mikročastic (prach, pyl, kouř). Dále vzduch pokračuje do tepelného výměníku, kde mu předá teplo znečištěný vzduch, který putuje ven. Princip rekuperace

vzduchu spočívá v předání zpětné tepelné energie a snížení peněžních nákladů na vytápění domu. [3]

## 2.2 Druhy větracích jednotek

Dnešní doba nabízí velké množství sortimentu větracích jednotek, které jsou navrženy v různých provedeních a využitích, aby splňovaly potřeby uživatele.

Jednotky lze dělit podle konstrukčního provedení na:

- vnitřní (stojící na podlaze),
- podstropní (horizontální zavěšení pod stropem nebo parapetní montáž na stěnu),
- hygienické (do prostor s vyšším důrazem na kvalitu vzduchu, ve zdravotnictví),
- venkovní (odolné vůči klimatickým podmínkám, mívají větší rozměr jednotky pro větší průtok vzduchu),
- ostatní (nevýbušné, seizmicky odolné). [3]

Dále také podle pod prostorů, které chceme větrat:

- komfortní (objekty s vyšší frekvencí výskytu osob, kde dbáme na kvalitu vzduchu),
- průmyslové (pro výrobní prostory, kde je zvýšené riziko vzniku škodlivých látek ve vzduchu),
- technologické (k správné funkci technologických strojů a zabránění jejich přehřátí),
- účelové (odmlžení, větrání při vzniku požáru nebo zvýšené koncentraci škodlivin). [3]

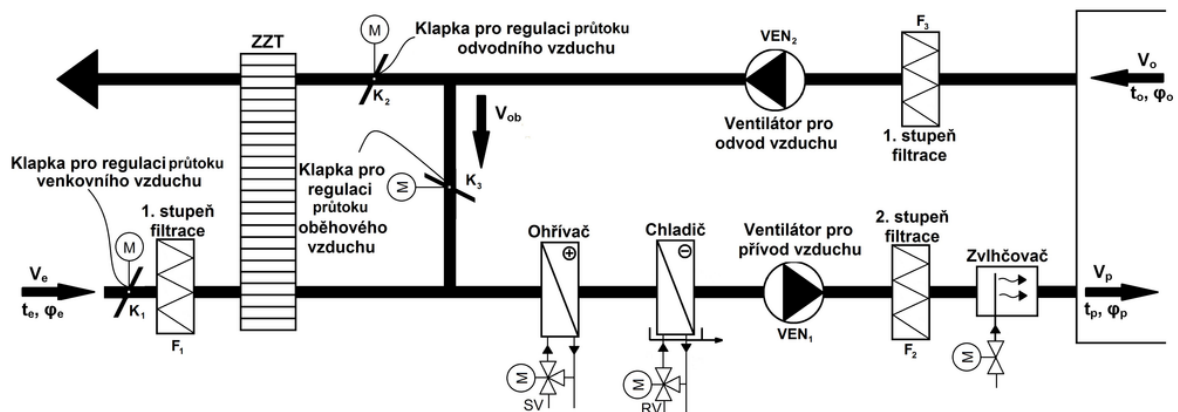
Lze je též rozdělit podle umístění:

- centrální (ústřední – jednotka se stará o výměnu vzduchu ve více místnostech),
- decentrální (lokální – jednotka umístěna přímo ve větrané místnosti). [3]

## 2.3 Komponenty větracích jednotek

Celý větrací systém se skládá z několika částí (komponentů). Hlavní částí je větrací jednotka, která má v sobě zabudované další komponenty. Plášť větrací jednotky zpravidla bývá skříň vyrobená z kovu. Skříň musí být dostatečně utěsněna, aby nedocházelo k úniku hluku a tlaku vzduchu. To by mohlo mít za následek přísátí nechtěného vzduchu a tím nižší účinnost a

také kratší životnost. Ve větrací jednotce se nachází komponenty, jako jsou přívodní a odvodní ventilátory, vzduchové filtry, tepelný výměník, regulační klapky. Některé jednotky nabízí možnost přídatných modulů (ohřev vzduchu, chladič, zvlhčovač vzduchu). [4]



Obrázek 3. Schéma komponentů větrací jednotky [4]

Systém funguje hlavně díky ventilátorům, nachází se zde dva: jeden přivádí čerstvý vzduch a druhý žene ven odpadní. Nejprve čerstvý vzduch ( $V_e$ ) z venku projde přes filtr, dále putuje do tepelného výměníku, kde mu předá teplo odpadní vzduch ( $V_o$ ) přiváděný z místností domu. Odpadní vzduch taktéž nejprve projde filtrací, než putuje do výměníku. Čerstvý ohřátý vzduch dále pokračuje přes ohřivač, chladič nebo zvlhčovač vzduchu, podle potřeby uživatele. V letních měsících, kdy není potřeba venkovní vzduch ohřívát, se využívá tzv. bypass klapka. Ta má za úkol odvést znečištěný vzduch mimo tepelný výměník rovnou z domu ven. [4]

### 2.3.1 Ventilátory

Ventilátor je důležitým prvkem celého systému, který se stará o dopravu vzduchu, plynů, páry potrubím po objektu. Podle velikosti objektu a množství místností k větrání je potřeba vybrat dostatečně výkonný ventilátor, který zvládne vyvinout dostatečný tlak. Rozdělují se tedy podle velikosti celkového tlaku na:

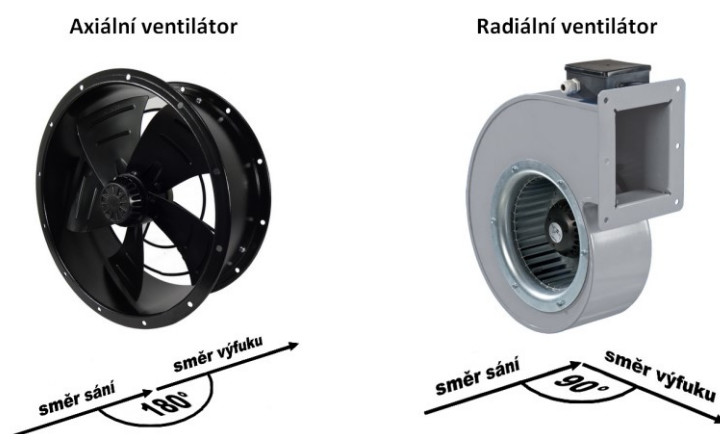
- nízkotlaké (do 1kPa),
- střednětlaké (od 1 do 3kPa),
- vysokotlaké (nad 3kPa). [5]

Samotný ventilátor je poháněn elektromotorem, který může být jak střídavý, tak stejnosměrný. Střídavé elektromotory jsou levnější a snazší na údržbu, ale mají horší účinnost z důvodu vyšší spotřeby energie pro vytvoření magnetického pole. Z toho důvodu



se v dnešní době nejčastěji používají stejnosměrné motory, které mají vyšší účinnost a jsou lépe regulovatelné. [5]

Další rozdělení ventilátorů je dáno tím, jakým způsobem vzduch protéká potrubím: radiální a axiální. Radiálním ventilátorem nasává vzduch v ose proudu vzduchu a vydechuje ho kolmo k ose. Tvar ventilátoru je tedy spirálový a tvar lopatek může být buď dopředu zahnutý, nebo dozadu zahnutý, nebo radiální, kdy nejsou lopatky nijak zahnuté. Podle zahnutí lopatek se stanovuje účinnost a obvodová rychlost. Využívají se zejména u obytných objektů, kde stačí nižší průtokový tlak. Axiální ventilátory nasávají vzduch ve směru průtoku osy vzduchu, tedy rovnoběžně s osou rotace a taktéž ho i vyfukují. Pro jejich vyšší hlučnost se využívají spíše v průmyslových objektech, kde vyšší hluk nevadí okolí a zároveň je potřeba větší průtok vzduchu. [2]



Obrázek 4. Axiální a radiální ventilátor [6]

### 2.3.2 Tepelné výměníky

Slouží ke zpětnému získání tepla z odpadního vzduchu, kdy předá bezkontaktně svou tepelnou energii přívodnímu vzduchu, a tím se zachová tepelná energie větraného vzduchu v domě. Účinnost předání tepla nikdy nebude 100 %, ale díky evropské směrnici musí být minimální účinnost vyšší než 73 %. V případě vlhkého odpadního vzduchu se díky kondenzaci vody účinnost zvyšuje až o 20 %. Funguje tak na principu rozdílu teplot a vlhkosti. Pokud je přítomna vlhkost ve vzduchu (teplota klesne pod rosný bod), vzniká na přenášném médiu (deskách) kondenzát a ten odtéká pomocí odvodňovacích kanálků do sběrné vany. Aby mohl kondenzát odtékat, musí být sklon desek minimálně 3 %. Problém však může nastat v zimních měsících, kdy by mohl kondenzát zmrznout, a tím tak ucpat žlábek. Tepelné výměníky se dělí na rekuperační a regenerační. [5]

### 2.3.2.1 Rekuperační výměníky

Získání zpětného tepla se provádí za pomoci teplotnosného média, tím jsou desky (desky), které oddělují odpadní a čistý vzduch. Čím větší bude plocha, která předává teplo, tím vyšší bude účinnost výměníku. Podle směru průtoku tekutin se dají výměníky rozdělit na:

- souproudé,
- protiproudé,
- křížové.

Nejvyšší účinnost vykazuje výměník protiproudý, naopak nejmenší účinnost má souproudý výměník. [5]

#### **Deskový výměník**

Nejčasnějším a nejpoužívanějším rekuperačním výměníkem je deskový výměník. Využívá se v domácnostech s menším průtokem vzduchu. Je vyroben z tenkých desek, které mají profil do tvaru šestiúhelníku a tím utváří kanálky, které oddělují odpadní vzduch od čerstvého. V kanálkách se sráží voda, která zvyšuje účinnost až nad 90 %. Desky se vyrábějí z různých materiálů, jako je ocel, hliník, nerez, plast. Nevýhodou je složitější čištění a možnost ucpání kanálků v chladnějších měsících, kdy může kondenzát namrznout. [7]

#### **Výměníky s tepelnými čerpadly**

Získání zpětného tepla může být také realizováno pomocí tepelného čerpadla. Odpadní vzduch prochází výparníkem, kde je pomocí chladivové náplně zchlazen a výpary z chladiva nasaje čerpadlo kompresoru. V kompresoru se pára stlačí a zvýší tak její teplo. Teplo pak dále putuje do kondenzátoru, kde je předáno do čerstvého vzduchu. V kondenzátoru se odpařuje kondenzát chladiva, který se seškrtní na nízký tlak a putuje znovu do výparníku. [7]

Výměna tepla pomocí tepelného čerpadla je finančně nákladnější, ale má i své výhody. Díky tepelnému čerpadlu lze čerstvý vzduch dohřát až na požadovanou teplotu a tím tak nahrazuje různé přídatné ohříváče do větracího systému. Dále se dá dobře regulovat pomocí průtoku chladiva a v obráceném procesu chodu tepelného čerpadla lze objekt i klimatizovat. [7]

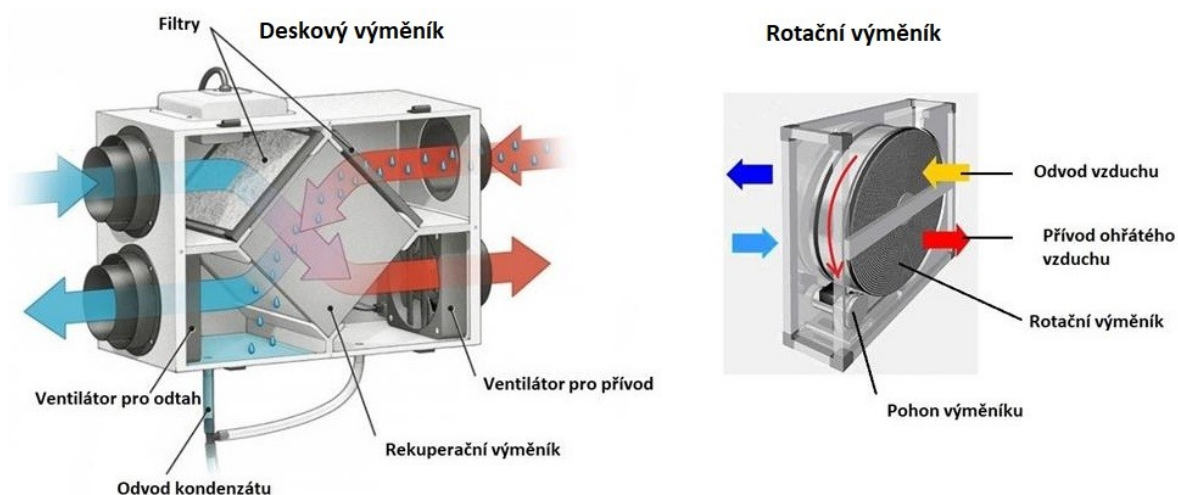
### 2.3.2.2 Regenerační výměníky

Regenerační výměníky fungují na principu akumulární hmoty, která předává teplo z teplejšího proudu vzduchu na chladnější. Akumulární chladivo je chvíli nahříváno a

následně zchlazeno venkovním proudem, a tak pořád dokola. Lze jimi předávat mezi proudy i vlhkost. Výměníky můžeme dělit podle konstrukce změny polohy akumulčního chladiva. [7]

### Rotační výměníky

Výměníky s rotační konstrukcí jsou složitější než deskové výměníky a tím i více náchylné na poškození. Jsou zhotoveny z akumulční hmoty, která představuje hliníkové plechy umístěné v kovovém rámu, který se otáčí dokola. Plechy obsahují mnoho malých kanálků, které když se potáhnou silikagelem, tak jsou schopné převádět i vlhkost. Rotor je rozdělený na dvě poloviny, na jedné půlce kanálky proudí odpadní vzduch a na druhé čerstvý. Při rotaci dochází přenosu tepla z odpadního vzduchu na čerstvý. Aby se nečistoty odpadního vzduchu nemísily dohromady s čerstvým, využívá se zde čistící zóna, která by tomu měla zamezit. Rotační výměníky jsou považovány za velmi účinné a to až 85 %. Jejich účinnost závisí na otáčkách rotor, které lze regulovat. Čím rychleji se rotor otáčí, tím větší je teplostěnná plocha pro předání tepla. [9]



Obrázek 5. Princip protiproudého deskového a rotačního výměníku [8]

### Přepínací výměníky

Přepínací výměníky využívají přepínacích klapek, které mění pouze směr proudu vzduchu. Jsou zde dva kanály, které jsou odděleny přepínací klapkou. Jedním kanálem proudí studený čerstvý vzduch a druhým odpadní teplý. Teplý vzduch předá teplo akumulční hmotě, které stále setrvává ve stejné poloze. Po zhruba 1 minutě se přepnou klapky, které změni směr průtoku, kdy v předchozím stavu kanálem proudil teplý vzduch a po přepnutí proudí studený.

Toto řešení je složitější a prostorově náročnější. Využívá se spíše u objektů, kde je menší pravděpodobnost výskytu škodlivých látek z důvodu částečného míšení vzduchu. [7]

### 2.3.3 Ohřev vzduchu

Pro dohřátí venkovního čerstvého vzduchu se využívají přídavné ohřivače, které dohřejí teplotu na úroveň požadovanou uživatelem. Další možností využití ohřevu vzduchu můžeme najít v zimních měsících, kdy se ohřivač instaluje před tepelný výměník, aby se předešlo venkovnímu vzduchu nasávanému do potrubí a nevznikaly tak problémy se zamrznutím kondenzátu v kanálcích výměníků. Ohřivače vzduchu se mohou montovat jak externě do rozvedeného potrubí po domě, tak interně přímo ve skříni větrací jednotky. Používají se dva principy dohřívání vzduchu. Jeden využívá vodních tepelných výměníků (voda – vzduch), které jsou levnější na provoz, ale mají vyšší počáteční náklady. Druhý ohřivač dohřívá vzduch pomocí topné odporové spirály, která je menších rozměrů a tím více praktická, naopak se hůře reguluje její funkčnost a musí topit pouze v případě chodu ventilátoru. Odporové ohřivače jsou dlouhodobě více energeticky náročné, avšak pořizovací náklady jsou menší. [5]

### 2.3.4 Chlazení vzduchu

Chlazení vzduchu v domě se hodí v letních měsících, kdy venku panují vysoké teploty a slunce skrze okna ohřívá vnitřní prostory. V tu dobu se nejvíce hodí chladicí modul, který ochlazuje čerstvý přírodní vzduch na požadovanou teplotu. Jedná se o aktivní prvek, který lze opět instalovat jak interně, tak externě. Některé větrací jednotky mají pro chladicí moduly vyhrazené místo ve skříni a lze je jednoduše doinstalovat, jindy se montují přímo na přírodní potrubí. Vyrábí se v provedení s vodním nebo chladivovým výměníkem, který využívá výparník. Využívá podobného principu jako tepelné čerpadlo, jen obráceného. Nejméně energeticky náročnou metodou je však využití tzv. by-pass klapky. Ta má za účel, převážně v nočních hodinách, kdy je vzduch chladnější, přeměřovat odpadní vzduch rovnou ven, mimo tepelný výměník, kde by mohl předat své teplo přírodnímu vzduchu. [5]

Pasivním větracím prvkem je myšleno chránění chladu v domě pomocí různých žaluzií, přístřešky, které zabraňují přímému vstupu tepelných paprsků skrze okna do domu. [5]

### 2.3.5 Řízení a regulace

Větrací jednotka musí obsahovat řídicí jednotku, která se stará o celý větrací systém. Aby mohl systém správně fungovat, využívají se různé detektory (teploty, CO<sub>2</sub>, vlhkosti, tlaku,

průtoku vzduchu) a klapky. Podle nastavení detektoru, který je umístěn v odvětrávané místnosti, se regulují otáčky ventilátorů, postavení klapek a celková kvalita čerstvého vzduchu. Řídící jednotka je programovatelná a může pracovat v několika režimech podle nastavení uživatele. Například v nočním režimu, kdy se přepne by-pass klapka, která už byla zmíněna výše. Jednotka také vyhodnocuje chybové hlášení, zanesení filtrů, poruchu. Lze ji ovládat jak z ovládacího panelu, tak na dálku pomocí aplikace pro mobilní zařízení. [10]

### 2.3.6 Filtrace

Aby uživatel měl v domě čerstvý a čistý vzduch, je zapotřebí ve větracím systému dbát i na filtraci. Ve vzduchu se drží mikročástice jako je prach, pyl, plísňe, viry, bakterie a kvůli nim může člověk trpět různými onemocněními (alergie, plicní a jiné onemocnění). U větrací jednotky se využívají dva filtry, jeden filtruje vzduch odpadní, aby se nezanášel tepelný výměník a správně fungoval, a druhý filtr filtruje přírodní vzduch, pro čisté a komfortní dýchání. V případě vyšších požadavků na čistotu vzduchu (v hygienických prostorách) se používají vícestupňové filtrace. Výměna filtru se provádí 2x až 4x ročně. [10]

Filtry se dělí na dvě skupiny podle filtrované látky:

- atmosférické (vzduch),
- sorpční (plyn, pach). [10]

Atmosférické filtry (vzduchové filtry) zachycují mikročástice o velikosti 0,01 až 100  $\mu\text{m}$ . Velikost filtrů musí odpovídat průřezu potrubí a jejich tloušťka a hustota vláken se rozděluje podle velikosti zachycených částic na:

- hrubé (třída G – pro běžné prostory, zachycují prach, pyl),
- jemné (třída F – pro alergiky, zachycují navíc saze, bakterie, kouř),
- HEPA (třída H – vysoce účinné),
- ULPA (třída U – velmi vysoce účinné). [10]

Podle tvaru provedení se dají filtry také rozdělit na pásové a vložkové. Pro běžné používání v rodinných domech se však využívají filtry vložkové. Ty se dále dělí na deskové, kapsové a skládané. Deskové filtry jsou asi nejpoužívanější z důvodu menší velikosti. Jsou vyrobeny ze syntetických nebo skleněných vláken ve tvaru desek, které jsou upevněny do plastových nebo papírových rámců a díky tomu jsou lehce vyměnitelné. Kapsové filtry mají větší

rozměry, protože jejich konstrukce není napnutá jako u deskových filtrů, ale filtrační materiál tvoří hluboké kapsy. [10]

Sorpční filtry zabraňují pronikání plynu a zápachu do objektu. Pro svoji funkčnost využívají aktivní uhlí nebo aktivní koks. Je však zapotřebí zařadit před sorpční filtr také vzduchový filtr, který odfiltruje prach, aby se tak rychle nezanesl. Aktivní uhlí má vysokou citlivost na prach. [10]

### 2.3.7 Potrubí

Potrubí je také velmi důležitý prvek větracího systému. Rozvádí vzduch po celém domě, od venkovního prostoru, kde nasává/vydechuje čerstvý/odpadní vzduch, až po místnosti, které chceme větrat. Aby větrací systém správně a efektivně fungoval, musí být projekt dobře propočítán a navrhnut pro rozmístění potrubí. Potrubí se vyrábí v různých tvarech a z různých materiálů. Dvěma hlavními tvary je kruhový a čtyřhranný průřez. Kruhový průřez je levnější na výrobu z důvodu nižší spotřeby materiálu. Tím, že kruhový průřez nemá hrany, nedochází zde tolik k zanášení prachem a má menší tlakové ztráty. Naopak hranatý průřez se hodí do prostor, kde je méně místa na instalaci. [10]

Běžným materiálem, z kterého se vyrábí potrubí, je ocelový pozinkovaný plech, hliník nebo plast. Avšak nejpoužívanějším materiálem je právě ocelový pozinkovaný plech, který je tvarován do čtyřhranného nebo kruhového průřezu, tzv. SPIRO potrubí. Jedná se o navinutý pás plechu, který má pevnou kostru. Tato metoda je náročnější na montáž a tvorbu hluku a vibrací. Výhodou jsou hladké stěny a tím menší tlakové ztráty. [10]

Dalším materiálem používaným k výrobě je hliník, z kterého se vyrábí hadice z hliníkové folie. Kostru potrubí drží ocelový drát navinutý do spirály po obvodu mezi dvěma vrstvami hliníkového laminátu. Drobnou nevýhodou může být hrubší povrch vnitřní stěny potrubí, a tím vyšší náchylnost k zanesení. Oproti SPIRO potrubí dochází k vyšším tlakovým ztrátám. Díky ohebné konstrukci lze montovat do hůře přístupných míst a dobře tlumí hluk. [10]

Posledním moderním řešením potrubí větracího systému jsou ohebné PVC hadice. Jejich výhoda je v lehkosti a vysoké životnosti. Plastové potrubí ED FLEX se vyrábí ve dvou barevných variantách (modrá, zelená). Zelené provedení má navíc ošetření vnitřní stěna proti plísním a bakteriím. Výhodou ED FLEX potrubí je hlavně ohebnost a tím rychlá a snadná

montáž. Využívá se především u menších objektů, kde není tolik místa v podhledech nebo v podlaze. [10]



Obrázek 6. Dva druhy flexibilní hadice ED FLEX [11]

Vzduchové potrubí je zapotřebí izolovat od tepelných ztrát, aby proudící vzduch neoteploval nebo neochlazoval potrubí, a tím tak předával svojí tepelnou energii. Také snižuje vznik kondenzátu. Izolaci převážně tvoří skelná vata, která je překryta hliníkovou laminátovou fólií. Pro tlumení hluku z potrubí je využívána protihluková izolace nebo tlumiče hluku a proti požáru protipožární izolace. [10]

### 2.3.8 Distribuční prvky

Do kategorie distribuční prvky řadíme koncové komponenty, které se připojují na konec nebo začátek větracího potrubí. Umísťují se do zdí, stropů nebo podlah. Nejběžnější využití mají talířové nebo mřížové ventily. Jejich výběr se může rozlišovat podle velikosti průtoku vzduchu, který by měla být vždy pro dokončení montáže změřen a podle parametrů uživatele regulovat větrací systém. [10]

Nejpoužívanějším typem distribučních prvků jsou talířové ventily, které se využívají u rodinných domů s menším průtokem vzduchu. Instalují se do zdí nebo stropního podhledu. Vyrábí se v kovovém i plastovém provedení. Výhodou provedení talířového ventilu je jeho regulace pomocí vnitřního kroužku, který lze buď vysunout, nebo zasunout, a tím regulovat průtok vzduchu. [10]

Dalším typem vyústku je mřížový. Montují se hlavně do podlah nebo zdí. Běžně se vyrábí z pozinkovaného plechu v provedení s jednou nebo dvěma řadami mřížek, či se zvýšenou nosností. Pro instalaci tohoto druhu je potřeba přechodky z daného typu potrubí

na obdélníkový tvar průřezu vyústku. Jejich nevýhodou je nemožnost regulace průtoku vzduchu. [10]

Pro požadovaný větší průtok vzduchu se používají anemostaty. Ty se starají o rovnoměrnou distribuci vzduchu do všech směrů. Montují se do stropů a podhledů. Anemostat je čtvercového tvaru s obdélníkovými průřezy do kruhového tvaru, skrze které je vzduch přiváděn. Často se s nimi můžeme setkat na veřejných místech, jako jsou školy, kanceláře atd. [10]



### 3 NORMATIVNÍ POŽADAVKY

V této kapitole se budeme zaměřovat na popis norem spojených s tématem bakalářské práce. Normy ustanovují pravidla, předpisy, pojmy, co by měl daný produkt nebo postup obsahovat. V první části bude rozebrána technická norma zabývající se integrovanými poplachovými systémy. Druhá část přiblíží normativní požadavky ohledně větrání a s tím spojené věci.

#### 3.1 Požadavky na IPS

Na integrovaný poplachový systém se vztahuje technická norma ČSN CLC/TS 50398 Poplachové systémy – kombinované a integrované systémy – Všeobecné požadavky. Tato norma definuje, že integrované poplachové systémy (IPS) jsou takové systémy, které sdílejí jedno nebo více zařízení a alespoň jedno z nich musí být poplachová aplikace. Norma specifikuje podmínky pro integraci několika aplikací - ať už to jsou poplachové nebo nepoplachové aplikace - do jednoho integrovaného systému. Účelem normy je specifikovat základní pojmy integrovaných poplachových systémů, jejich podrobnosti. [12]

Poplachovou aplikací se rozumí různé bezpečnostní systémy, které se starají o ochranu majetku, osob a prostředí. Těmi jsou:

- poplachové zabezpečovací a tísňové systémy (PZTS),
- systém kontroly vstupu (SKV),
- kamerový systém (CCTV),
- elektronická požární signalizace (EPS),
- systém přivolání pomoci (SAS). [12]

Jednotlivé systémy dále podléhají vlastním normám, kterých se musí držet a splňovat je. Systémy a jejich prvky musí být navrženy tak, aby byly schopny spolu komunikovat, a navíc odolávat i okolním vlivům, které by mohly ovlivnit jejich správnou funkci. Poplachové systémy se řídí technickou normou ČSN EN 50-13x. Poslední číslice, kterou zastupuje písmeno "x", rozděluje poplachové systémy podle daných systémů do 7 skupin. Normy nejsou striktně závazné, ale slouží jako pomocné vodítko pro pracovníky instalačních firem a následně pak pojistitelům, kteří mohou na základě toho určit v případě problému, zda bylo vše navrženo a instalováno dle normy. [13]

Tabulka 1. Přehled rozdělení norem poplachových systémů [13]

Číslo normy	Název normy
ČSN EN 50-130	Poplachové systémy (všeobecné požadavky)
ČSN EN 50131-1 ED.2	Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy
ČSN EN 62676-1-1	Dohledové videosystémy pro použití v bezpečnostních aplikacích - Systémové požadavky - Obecně
ČSN EN 60839-11-1	Poplachové a elektronické bezpečnostní systémy - Elektronické systémy kontroly vstupu
ČSN EN 50-134	Poplachové systémy – Systémy přivolání pomoci
ČSN EN 50-136	Poplachové systémy- Poplachové přenosové systémy a zařízení
ČSN EN 50-137	Poplachové systémy- Systémy kombinované nebo integrované

### 3.1.1 Konfigurace IPS

Integrace poplachových systémů lze dělit dle normy ČSN CLC/TS 50398, podle třech základních konfigurací neboli typů.

#### 3.1.1.1 Typ 1

První typ konfigurace je spojení dvou a více jednoúčelových systémů. Jednoúčelový systém je systém, který je využíván pouze k jedinému účelu a který je připojen ke společnému doplňkovému zařízení. Doplňkové zařízení nemusí podléhat normě IPS, např. PC, ovládací panel. Komunikace probíhá po doplňkové přenosové trase. [12]

#### 3.1.1.2 Typ 2

Druhý typ konfigurace se skládá ze dvou nebo více jednoúčelových systémů, kdy každý systém využívá normou společné zařízení, která je sdílena společně nejméně pro jednu aplikaci. Tento typ se rozděluje na dvě skupiny 2A a 2B. [12]

##### a) Typ 2A

Konfigurace typu 2A využívá pro komunikaci společnou přenosovou trasu a také společné zařízení. Dle normy nesmí být narušena funkčnost (integrita) jedné aplikace při poruše druhé aplikace. [12]

##### b) Typ 2B

Konfigurace typu 2B má stejné společné prvky (trasu, zařízení) jako typ 2A, ale je zde rozdíl v problematice vzniku poruchy. V případě poruchy jedné aplikace může dojít k negativnímu vlivu na druhou aplikaci, a tím tak dojít ke špatné integritě zařízení. [12]

## **3.2 Systémové požadavky pro IPS**

Integrovaný poplachový systém musí být dle normy ČSN CLC/TS 50398 navržen tak, aby nebyla narušena funkčnost jedné aplikace při běžném funkčním stavu druhou aplikací. Toho by se mělo docílit kladením podmínek na výrobce na návrh a výrobu součástí dle norem.

### **3.2.1 Požadavky na společné ovládací zařízení**

Ovládání IPS manuálně musí být jasné a jednoznačné. V případě, že by bylo manuálně ovládáno více aplikací, musí být jasné a zřetelně naznačeno, která zařízení jsou ovládána.

### **3.2.2 Požadavky na společné signalizační zařízení**

Společné signalizační zařízení může být doplňkové zařízení, u kterého se posuzuje úměrnost významu dané signalizace k vážnosti informace. Nebo může být striktně vyrobené podle normy, aby splňovalo nejpřísnější požadavky. Barevné vizuální provedení signalizačního zařízení musí být takové, aby odpovídalo úrovni vážnosti situace a zároveň byla signalizace viditelná v podmínkách odpovídajících úrovni osvětlení. Pokud jsou určité barvy specifikovány podle vážnosti informace normou, musí se dodržet. V případě, že by se rozporovala norma s jinou příslušnou normou, musí být signalizační zařízení v souladu s normou ČSN EN 60073. Zařízení používaná pro akustickou signalizaci v různých aplikacích musí mít logiku podle různých specifikací a priorit jdoucích po sobě.

### **3.2.3 Požadavky na propojení systémů**

Zařízení musí splňovat normy a v případě, že je k takové aplikaci připojeno jedno nebo více zařízení, které normy nespĺňují, můžou se zpracovávat pouze instrukce pro ovládání poplachového zařízení, které povolují aplikační normy. Musí však splňovat normy pro monitorování a sabotáže.

### **3.2.4 Požadavky na centrální ovládací zařízení**

Jednotlivé aplikace integrovaného systému jsou řízeny nebo ovládány centrálním ovládacím zařízením (CCF), které je využíváno k signalizaci stavových informací systému. V případě výpadku elektrické energie musí centrální ovládací zařízení mít záložní zdroj. Ten by měl

zajistit funkci CCF alespoň na dobu nezbytnou k vyřešení důležitých postupů a úkonů v případě, že nastane porucha. Podle specifikací udávaných výrobcem musí být CCF rozdělena do dvou tříd a používána výhradně k ovládání integrovaného poplašného systému.

#### **a) Třída 1**

Do této třídy patří centrální ovládací zařízení, která mohou být využívána pouze k zobrazení informací v prostorách, které jsou pod dohledem obsluhy. Ve stejné místnosti musí být také umístěna signalizační zařízení, aby v případě poruchy CCF byl poplach indikován a obsluha mohla zahlédnout signalizační prvek a jednat. [12]

#### **b) Třída 2**

Pro třídu 2 se využívá jeden informační display v prostoru, který kontroluje obsluha a je to jediné využití centrálního ovládacího zařízení. Ovládací zařízení umožňuje kromě zobrazení informací také nastavovat stavy (klid/poplach, zapnutí/vypnutí zón), avšak musí být zařízení v souladu s aplikačními normami. [12]

### **3.2.5 Požadavky pro použití a montáž**

Než se začne navrhovat integrovaný systém, je důležité zpracovat specifické požadavky na daný systém (které aplikace bude obsahovat, jaké jsou požadavky na činnost, jakých by mělo být dosaženo cílů integrací, popis objektu, do kterého se bude systém instalovat). V případě společné přenosové trasy pro více než jeden systém by měla kabeláž splňovat platné specifikace v nejvyšší integritě a provedení. Pro celou zakázku by měl být vybrán jeden dodavatel, který by měl být odpovědný za předání integrovaného systému zákazníkovi a dodat certifikát o provedení montáže, která je v souladu s požadovanými specifikacemi. K integrovanému systému by měla být vedena provozní kniha, do které se zaznamenávají záznamy pro každou aplikaci časově posloupně. [12]

### **3.3 Požadavky na větrání obytných budov**

Tato část bakalářské práce se bude zabývat normou zastřešující větrací systém. Při návrhu větracího systému v obytném domě je zapotřebí se držet standardů, které ukládá norma ČSN EN 15665/Z1/2011. Pro dostatečnou úroveň kvality větraného vzduchu je potřeba brát v úvahu množství průtoku přívodního vzduchu, podle využitelnosti objektu lidmi.

### 3.3.1 Požadavky na průtok čerstvého vzduchu

Jedním z hlavních kritérií při výběru větrací jednotky je právě množství průtoku vzduchu. Sčítají se tak průtoky z místností, kde se nejčastěji vyskytují osoby. Norma ČSN EN 15665/Z1 - Požadavky na větrání obytných budov tak stanovuje, že při zajištěném trvalém větrání musí být minimální hodnota intenzity větrání je  $0,3 \text{ h}^{-1}$ . Avšak pro kvalitnější hygienický komfort je doporučena hodnota intenzity  $0,5$  až  $0,7 \text{ h}^{-1}$ . Tyto hodnoty jsou udávány pro obytné místnosti, jako jsou pokoje, ložnice, obývací pokoj, jídelny, kuchyně. V místnostech s menší frekventovaností osob (chodby, technická místnost, šatny) je intenzita průtoku vzduchu na zvážení uživatele, podle využití prostorů. Intenzita větrání je vyjádřena vzorcem objemového průtoku přiváděného čerstvého vzduchu (I) a venkovního vzduchu ( $V_e$ ) ku objemu velikosti větraného prostoru (O). [14]

$$I = \frac{V_e}{O} \quad [\text{h}^{-1}] \quad (1)$$

Intenzitu větrání v daných místnostech lze také určit podle množství spotřebování venkovního vzduchu na osobu. Minimální dávka pro jednu osobu je  $15 \text{ m}^3/\text{h}$  při zaručené intenzitě větrání  $0,3 \text{ h}^{-1}$ . Doporučená dávka na osobu činí  $25 \text{ m}^3/\text{h}$  při stálé intenzitě větrání  $0,5 \text{ h}^{-1}$ . [14]

### 3.3.2 Požadavky na odvod odpadního vzduchu

Větrací systém se také musí starat nejenom o přívod čerstvého vzduchu, ale také o odtah kontaminovaného odpadního vzduchu z budovy ven. V obytných místnostech mohou vznikat pachy z deodorantů, vzlínání zápachu z lakovaného nábytku a hlavně vlhkost a pach vznikající vařením. Průtok odváděného vzduchu by měl být úměrný množství přiváděného vzduchu podle již zmíněné intenzity větrání. V místnostech s vyšší pravděpodobností vzniku pachů a vlhkosti (kuchyně, koupelna, WC) se využívá nárazové odsávání. To má za důsledek vyšší množství odsání vzduchu za hodinu. U kuchyně je minimální hodnota  $100 \text{ m}^3/\text{h}$ , u koupelny  $50 \text{ m}^3/\text{h}$  a u WC  $25 \text{ m}^3/\text{h}$ . Doporučená hodnota pro tyto místnosti je uvedena v tabulce (Tabulka 2). [14]

Tabulka 2. Požadavky na větrání obytných budov [14]

	Trvalé větrání (průtok venkovního vzduchu)	Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu)

Požadavek	Intenzita větrání [h <sup>-1</sup> ]	Dávka venkovního vzduchu na osobu [m <sup>3</sup> /h]	Kuchyně [m <sup>3</sup> /h]	Koupelny [m <sup>3</sup> /h]	WC [m <sup>3</sup> /h]
<b>Minimální hodnota</b>	0,3	15	100	50	25
<b>Doporučená hodnota</b>	0,5	25	150	90	50

### 3.3.3 Požadavky na druhy větrání

O kvalitě vzduchu nerozhoduje pouze množství a intenzita přivedeného čerstvého vzduchu, ale také jakým způsobem je přiveden. Nabízí se možnosti větrání pomocí štěrbin, které jsou součástí výplní stavebních materiálů, dále specifickými přívodními otvory v obvodových stěnách, a nakonec pomocí větracích jednotek. Ovšem u nových budov s novými okny nelze využít přívod vzduchu spárami. [14]

Potrubí vyústující ven z domu s odvádějícím znečištěným vzduchem by se mělo nacházet v dostatečné vzdálenosti od místa, kde je nasávající potrubí čerstvého vzduchu.

Při potřebě většího množství čerstvého vzduchu v domě se využívá krátkodobého otevření oken v maximálním možném rozsahu nebo zvýšení otáček ventilátorů.

Dále musí větrací systém splňovat požadavky na požární bezpečnost staveb ohledně šíření požárů vzduchotechnickým potrubím, splňovat nároky na hygienické limity hluku a vibrací v chráněném vnitřním prostoru staveb podle zvláštních předpisů. [14]

### 3.3.4 Podtlakové větrání s přívodem vzduchu

Podtlakové větrání využívá ventilátory, které musí být ovšem navrženy tak, aby zvládly překonat tlakové ztráty způsobené vzduchovým potrubím. Je doporučeno instalovat distribuční prvky, které se nachází na konci potrubí přívodu vzduchu s regulací průtoku vzduchu. Taktéž lze pro regulaci využít ventilátory s možností změny otáček. V případě bytové jednotky (panelový dům) se doporučuje utěsnit vchodové dveře do bytu, z důvodu nechtěného přísávání vzduchu z domovní chodby. [14]

### **3.3.5 Hybridní větrání**

U hybridního větrání se požadavky na návrh průtoku vzduchu nemění od podtlakového větrání. K funkci se využívá fyzikálních principů v podobě přirozeného tlakového rozdílu hustot vzduchu a účinku větru. V situaci, kdy nastane malý tlakový rozdíl a přirozené větrání neprobíhá, spustí se automaticky ventilátory. Řídicí jednotka reguluje průtok vzduchu podle koncentrace oxidu uhličitého v místnosti. [14]

### **3.3.6 Nucené rovnotlaké větrání**

Toto řešení se využívá pro vyšší kvalitu větrání v místech, kde venkovní prostředí není zcela přívětivé. Ať už se jedná o zvýšené množství hluku nebo vyšší znečištění vzduchu v místech přírodního vstupu potrubí do domu. Z toho důvodu musí být větrací jednotka vybavena filtrací vzduchu a předehříváčem vzduchu. [14]

### **3.3.7 Větrání prostoru se spotřebiči paliv**

V místnostech, kde se nachází spotřebiče paliv, jako jsou pokojová kamna nebo kotle ústředního vytápění atd., se nesmí využívat větrání podtlakově. [14]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 4 NÁVRH ŘEŠENÍ PROJEKTU PRO REKUPERAČNÍ SYSTÉM V RODINNÉM DOMĚ

Praktická část bakalářské práce obsahuje návrh integrovaného poplachového systému s řízením větrání vzduchu v konkrétním rodinném domě. Jedná se tedy o propojení dvou systémů poplachových a nepoplachových aplikací: chránit majetek a bezpečí uživatele domu a zároveň mít čerstvý vzduch pro lepší životní komfort.

Tato kapitola se zaměřuje na vytvoření návrhu větrací soustavy pro určitý rodinný dům. V první řadě je vytvořen popis domu a jeho okolí. Poté je zapotřebí navrhnout, jaké množství vzduchu je potřeba ve vybraném domě větrat. Následně podle výsledku výpočtu se zhodnotí, jak výkonná by měla větrací jednotka být, aby zvládla v objektu vyměnit vzduch. Pak je vybrána konkrétní firma, které takové zařízení nabízí. Po výběru jednotky se přejde na návrh potrubní sítě.

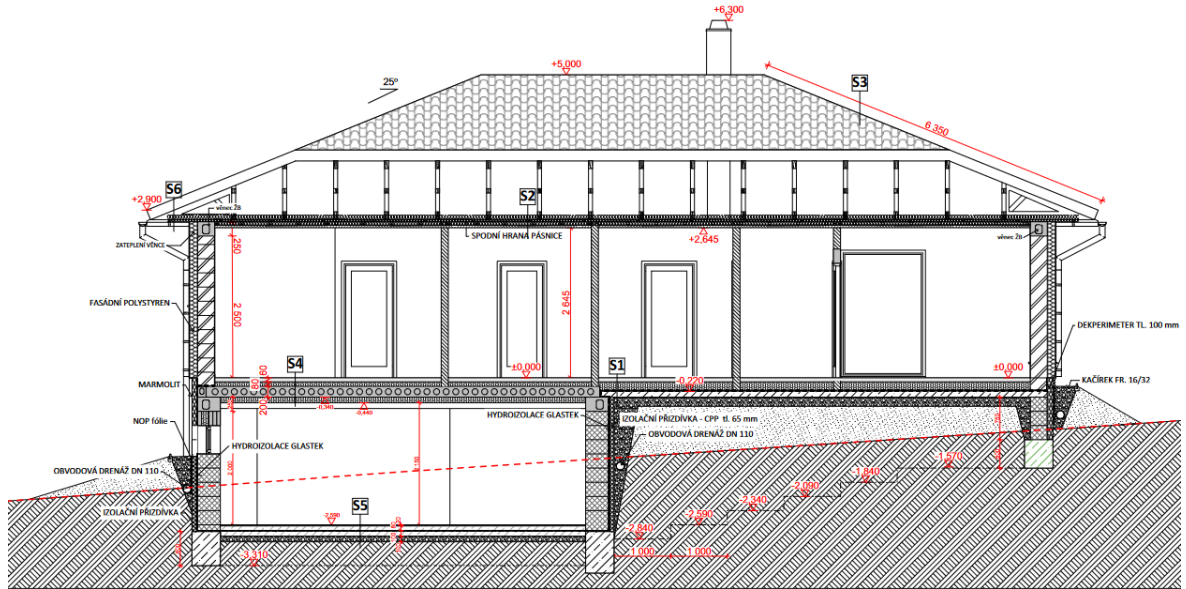
### 4.1 Popis objektu

Popisovaný objekt je aktuálně ve výstavbě. Jedná se o přízemní rodinný dům, který se nachází v obci nedaleko Rychnova nad Kněžnou v Královehradeckém kraji. Jeho umístění právě zde je z důvodu nově vyhotovených parcel. Jde o zástavbu plnou novostaveb v klidné obci. Objekt je postaven v mírném svahu, proto jednu polovinu (pod bytovou částí domu) tvoří garáž. Pozemek činí zhruba 1200 m<sup>3</sup>, z toho zastavěná plocha má rozlohu 150 m<sup>3</sup>. Dům je ze dvou stran obklopen sousedními domy, ne však v těsné blízkosti. Mezi jednotlivými domy bude v budoucnu vystavěn plot.

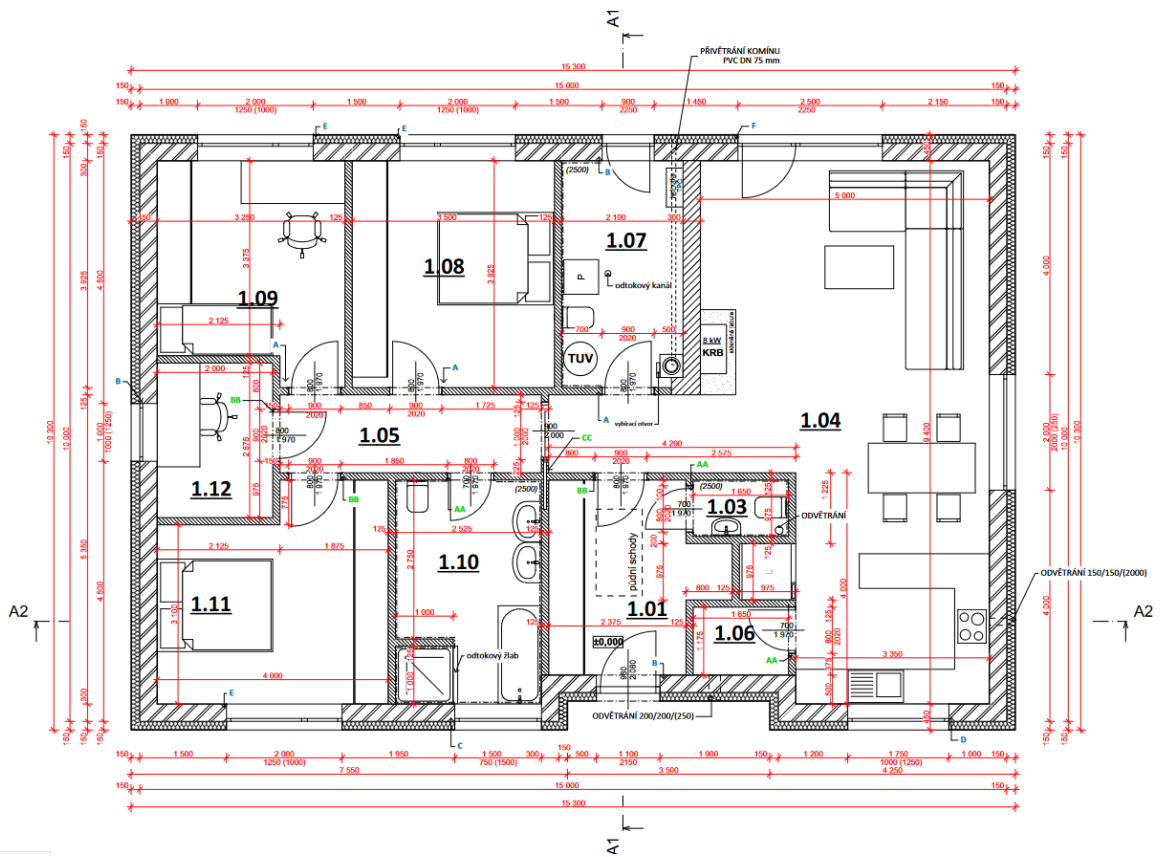
Vnitřek objektu se skládá z 10 místností (předsíň, WC, obývací pokoj spojený s jídelnou a kuchyní, spíž, technická místnost, ložnice 1, ložnice 2, dětský pokoj, koupelna, pracovna). Vnitřní prostor se dělí na dvě pomyslné sekce, jednou z nich je tzv. klidná část, ve které se nachází právě pokoje s ložnicí, a druhá část je rušná, která disponuje obývacím pokojem a kuchyní. Tyto dvě části jsou odděleny posuvnými dveřmi, které by měly zmírnit průchod hluku do klidné části a zároveň tak vymezit prostor pro soukromí v případě návštěvy. Garáž, která se nachází pod domem, není nijak propojena s obytnou částí. Do domu je jeden vstup pomocí hlavních vchodových dveří a druhý vstup je na protější straně domu, který směřuje na zahradu. Vstupuje se skrze technickou místnost.

Zdi domu jsou postaveny z broušené cihly HELUZ UNI 30, které se na sebe lepší pomocí zdící pěny. V celém objektu jsou usazena plastová okna s trojsklem a v obývacím pokoji

francouzské okno. Střecha je postavena z vazníků a pokryta střešní krytinou od značky Bramac.



Obrázek 7. Návrh domu – bokorys [15]



Obrázek 8. Návrh domu – půdorys [16]

## 4.2 Návrh množství větracího vzduchu

Pro výběr vhodného rekuperačního systému je zapotřebí dle normy ČSN EN 15665 dodržovat minimální množství větraného vzduchu na  $\text{m}^3$ , aby byla zachována kvalita vzduchu. Minimální intenzita výměny vzduchu je  $0,3 \text{ h}^{-1}$  a doporučená hodnota je  $0,5 \text{ h}^{-1}$ . V letních měsících by uvnitř budovy měla být dodržena teplota od  $22$  do  $26 \text{ }^\circ\text{C}$  a v zimních měsících od  $20$  do  $24 \text{ }^\circ\text{C}$ . Doporučená relativní vlhkost se pohybuje okolo  $50$  až  $65 \%$ . [17]

Návrh větracího systému s rekuperací vzduchu bude navržen pro výše zmíněný přízemní rodinný dům, ve kterém budou bydlet prozatím pouze dva lidé. Systém bude ovšem dimenzovaný na čtyřčlennou rodinu pro případ přírůstku dvou dalších členů. Při návrhu jsem uvažoval čtyři osoby.

V celém domě se nachází 10 místností, z toho bude čerstvý vzduch přiváděn pouze do 5. Těmi jsou ložnice č.1, ložnice č. 2, pracovna, pokoj, obývací pokoj spojený s kuchyní a jídelnou. Odpadní vzduch bude odváděn také z 5 místností, a to především z koupelny, záchodu, spíže, kuchyně a předsíně.

Množství objemového průtoku lze dle normy navrhnout dvěma způsoby. Jeden způsob určuje objemový průtok podle minimální intenzity větrání. Druhý způsob se zpracovává podle počtu osob trávící čas v daných místnostech a jejich minimální potřebná dávka venkovního vzduchu na osobu. Tu znázorňuje tabulka (Tabulka 2. Požadavky na větrání obytných budov [14])

Tabulka 3. Navržená intenzita větrání (vlastní tvorba)

ČÍSLO MÍSTNOSTI	Název místnosti	Plocha [ $\text{m}^2$ ]	Dávka vzduchu na osobu [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]	
			Přívod vzduchu	odvod vzduchu
1	Předsíň	9,11		15
2	WC	1,54		40
3	Obývací pokoj	27	125	
3	Kuchyň	14,35		125
4	Spíž	1,94		15
5	Technická místnost	8,47		
6	Ložnice 1	13,74	50	
7	Pokoj	11,59	25	
8	Koupelna	9,66		80

9	Ložnice 2	13,85	50	
10	Pracovna	5,35	25	
CELKEM		116,6	275	275

Tabulka 3 znázorňuje navržené množství průtoku vzduchu, které by mělo být v jednotlivých místnostech, a nakonec celkovou velikost průtoku vzduchu v celém domě. Tím, že se předpokládá, že v obývacím pokoji tráví čas celá rodina nebo přátelé a zároveň je to i společný prostor s jídelnou a kuchyní, je přívod vzduchu do těchto prostor dimenzovaný pro pět osob. V domě se nachází dvě ložnice a v těch je počítáno se dvěma osobami. V pokoji a pracovně už pouze po jedné osobě. Odtah odpadního vzduchu bude v předsíni, WC, kuchyni, spíži a v koupelně. V předsíni se nebude nikdo dlouho zdržovat a je zde odtah z důvodu odvodu vlhkosti z bot, proto je tam pouze minimální hodnota větraného vzduchu. Ve spíži je odtah pouze pro odvod vlhkosti. Záchod a kuchyň s koupelnou jsem vyhodnotil mezi minimální a doporučenou hodnotu nárazového větrání. Celkové navrhované množství větracího vzduchu pro dům je 275 m<sup>3</sup>/h.

### 4.3 Výběr rekuperační jednotky

Dle výše vyhodnocené větrací hodnoty 275 m<sup>3</sup>/h by se nabízela rekuperační jednotka o maximálním průtoku vzduchu do 300 m<sup>3</sup>/h. Na evropském trhu má své místo úspěšná česká firma Atrea. Řadí se určitě na první příčky nejvyužívanějších větracích jednotek v obytných domech. Je to hlavně z důvodu nabízené kvality a služby za příznivou cenu. Firma Atrea nabízí dvě řady produktů pro domácí využití: Duplex Easy a Duplex EC5/ECV5. Řada Duplex Easy se zaměřuje na jednoduchou montáž a následnou obsluhu. Tělo jednotky je univerzální jak pro podstropní, tak pro nástěnnou nebo podlažní montáž. Má lehce přístupnou výměnu filtrů. Řadí se k nejlevnějším větracím jednotkám s účinností až 93 %. Řada Duplex EC5/ECV5 je více sofistikované zařízení s více možnostmi programování i připojení. Označení EC5 definuje jednotku pro podstropní montáž a ECV5 naopak pro svislou montáž. V našem případě bude větrací jednotka umístěna v technické místnosti na zed'. [18]

Atrea nabízí jednotku Duplex 280 ECV5, která má maximální průtok vzduchu 285 m<sup>3</sup>/h, což by stačilo pro výměnu vzduchu v domě pouze na maximální výkon. Tím by byla také vysoká hladina hluku. Referenční hodnota je pouze 200 m<sup>3</sup>/h a to není ideální z hlediska dlouhodobého provozu, proto bych zvolil jednotku z vyšší řady Duplex 380 ECV5. Ta

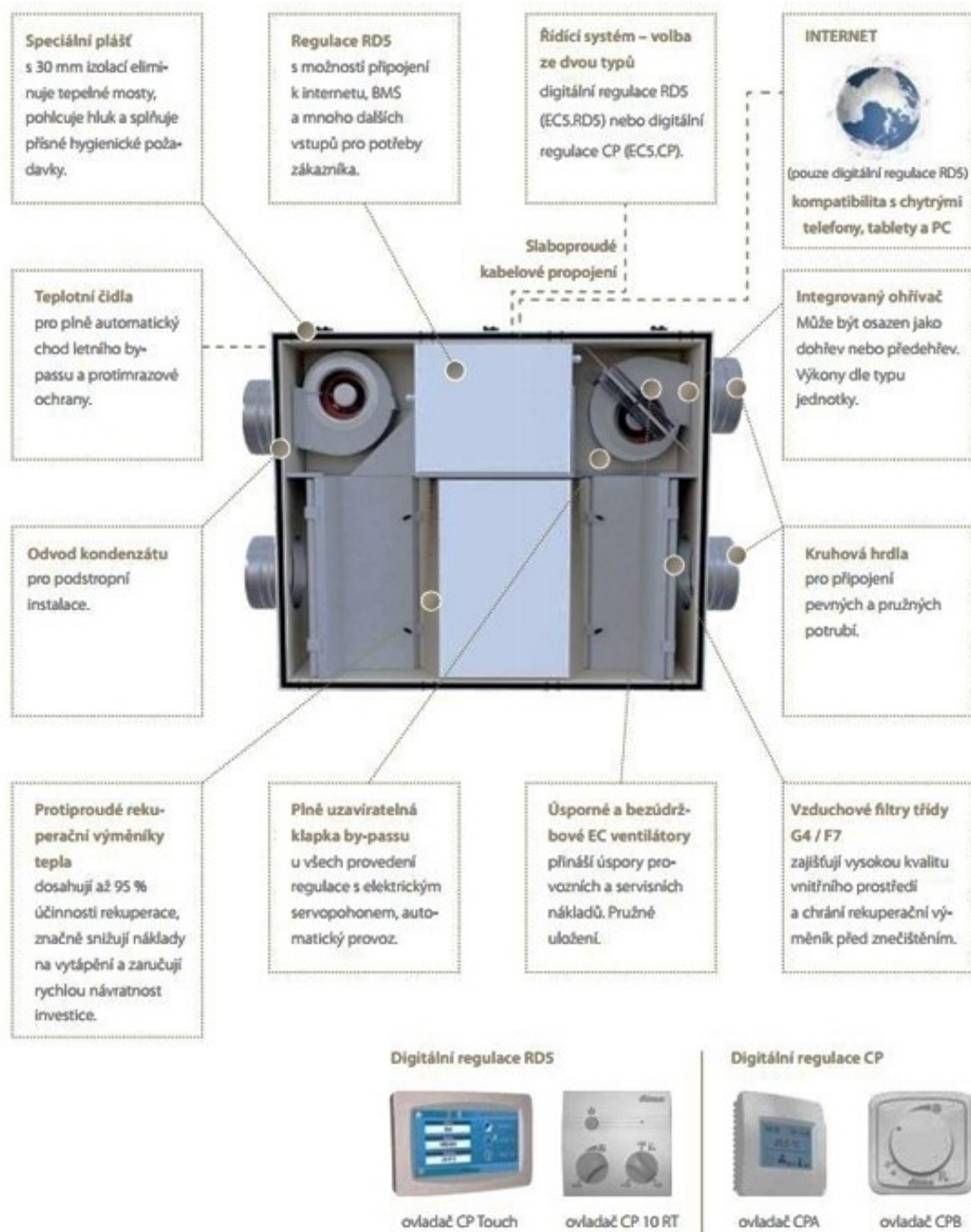
dokáže při maximálním výkonu provětrat až 365 m<sup>3</sup>/h. Její referenční průtok je 260 m<sup>3</sup>/h, což je pro naše účely ideální. Jednotka nebude muset pracovat stále na plný výkon a tím se zvýší životnost ventilátorů a zároveň vykazuje nižší příkon (70 W) oproti slabší jednotce, která při maximálním výkonu vykazuje 118 W. [18]

#### 4.3.1 Technické parametry

Model Duplex 380 ECV5 disponuje deskovým protiproudým rekuperačním výměníkem, který je vyroben z plastu a dosahuje účinnosti až 95 %. Dále obsahuje dva elektronicky řízené EC ventilátory, filtry G4 určené do bytových prostor, automaticky řízená by-pass klapka a svorkovnice i regulační modul. Modul obsahuje minimálně dva vstupy pro připojení el. signálu. Jak už bylo popsáno výše, jednotka má maximální průtok 365 m<sup>3</sup>/h a spadá do energetické třídy A+. Průměr přípojovacích hrdel činí 160 mm. Obal má hloubku 490 mm a tím se jednotka stává dobře umístitelnou například do podhledů nebo do šatní skříňe. [19]

Atrea nabízí k modelům dva typy regulačních modulů. Základní jednodušší a levnější modul digitální regulace nese označení CP. Ten nabízí jednoduché a intuitivní ovládání pomocí mechanického ovladače CPB nebo pomocí dotykového ovladače CPA. Umožňuje připojení externích vstupů (tlačítek, detektorů) pro zvýšení průtoku vzduchu. Také je zde možnost připojit do systému předehříváč nebo dohříváč vzduchu. Složitější neboli pokročilejší modul regulace nese označení aMotion. Jedná se o nejmodernější způsob řízení rekuperace. Zvládá všechny základní funkce, kterými disponuje modul CP a navíc obsahuje mnoho dalších funkcí. Jednou z hlavních výhod je možnost spravovat systém na dálku přes internet pomocí web-serveru nebo z pohodlí mobilního telefonu nebo přes dotykový panel. Internet je připojen přes konektor RJ45. Umožňuje připojení více vstupů a výstupů pro řízení jinými systémy nebo přijímání signálů z detektorů vlhkosti nebo CO<sub>2</sub>. Modul nabízí naprogramování stavů jednotky během dne nebo když jsou majitelé na dovolené. Poskytuje naprogramované automatické řízení by-pass klapky nebo regulaci ventilátorů a zvýšení výkonu při sepnutí externího tlačítka nebo detektoru (WC, koupelna, kuchyň) - tedy jak rychle se mají ventilátory rozjet a jak dlouho mají dobíhat. Umožňuje regulovat jednotlivé klapky v systému pro přívod a odtah vzduchu. [19]

Pro naše účely jsem vybral konkrétní model Duplex 380 ECV5.aMotion s dotykovým ovladačem aTouch. Určitě by se dalo obejít i bez dotykového ovladače, protože to stejné si může uživatel nastavit přes mobilní telefon a tím tak ušetřit nemalé peníze, ale pro pohodlnější a rychlejší komunikaci se systémem jsem se rozhodl ho přidat.



Obrázek 9. Rekuperační jednotka Duplex 380 ECV5 [20]

#### 4.4 Návrh potrubní sítě

Celý větrací systém závisí na dvou hlavních prvcích a těmi je potrubní síť a rekuperační jednotka. Nucené rovnotlaké větrání je založeno na stejném množství přiváděného čerstvého vzduchu a na odváděném odpadním vzduchu. Proto je zapotřebí správně rozvést potrubí, aby celý koncept fungoval tak, jak má. Trasa vzduchovodu by měla být navržena s co

nejméně ohyby a pokud možno nejkratší trase, aby nevznikaly zbytečné tlakové ztráty. Potrubní síť bude vedena ve stropní podhledu mezi vazníky a roštem pro sádrokarton. Mezera by měla činit zhruba 220 mm. Potrubí vedené dutinou bude následně kompletně zafoukáno vatou a tím tak dostatečně zatepleno z důvodu nežádaného vzniku kondenzátu. Potrubí nesmí mít nižší teplotu než teplota rosného bodu okolního vzduchu. Čerstvý vzduch přiváděný do místností dále putuje pod dveřmi do místností, kde se nachází odtaž vzduchu. Z toho důvodu nesmí být pod dveřmi prahy, aby mohl vzduch v domě cirkulovat.

#### 4.4.1 Přívodní trasa potrubí

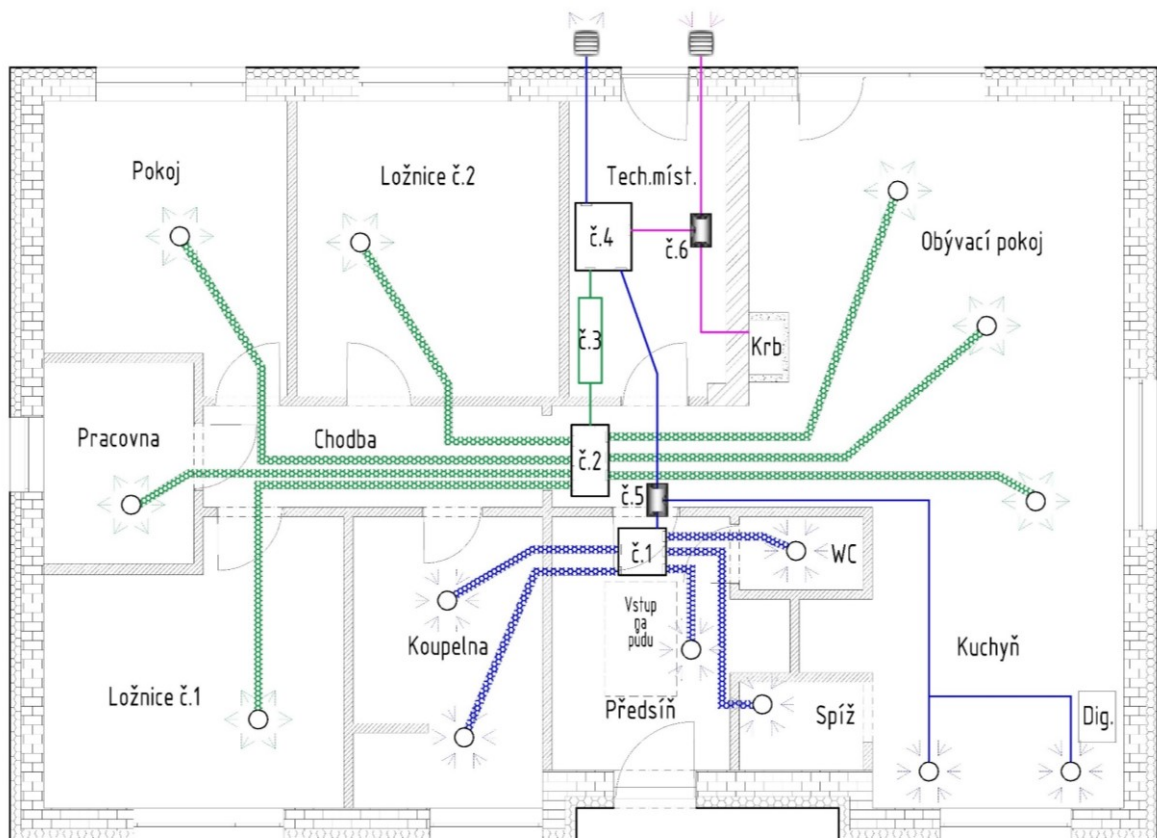
Cesta pro přívod čerstvého vzduchu začíná na zadní straně domu venkovní fasády, kde je na jedné straně od dveří od technické místnosti umístěn přívod čerstvého vzduchu do domu a na druhé straně výfuk odpadního vzduchu. Otvory by od sebe měly být vzdáleny minimálně 1,5 metru, aby nedocházelo k mísení odpadního vzduchu s čerstvým. Na fasádu přijde koncový prvek v podobě fasádní mřížky z hliníku s klapkou a servopohonem. Dále trasa pokračuje do rozdělovače s klapkou. Jedna cesta z rozdělovače vede do rekuperační jednotky a druhá vede do obývacího pokoje nad krb. Tato trasa je zde z důvodu cirkulace teplého vzduchu, ohřátého od krbu, k distribuci vzduchu do vzdálených místností na druhé straně domu. Přímé rovné úseky trasy jsou vedeny pomocí Spiro potrubí a pro lepší montáž se využívá Sono potrubí v místech s ohyby. Obě varianty mají průměr 160 mm.

Za rekuperační jednotkou se nachází tlumič hluku pro snížení hluku v potrubí tvořeného ventilátorem. Dále trasa pokračuje do rozdělovacího boxu s možností připojení až 10 potrubí. Z boxu už vede potrubí do konkrétních pokojů (ložnice č.1, ložnice č.2, pokoj, pracovna, obývací pokoj). Zde je potrubí vedeno pomocí Greenpipe vyrobených z plastu pro komfortní a snadnou montáž o vnitřním průměru 75 mm zakončenou distribučním prvkem, konkrétně talířovým ventilem. Ve všech zmíněných místnostech bude talířový ventil o velikosti 125 mm, kromě pracovny, kde není potřeba tak velký průtok a stačí tam pouze 100 mm ventil. Poloha distribučních prvků v místnostech je navrženo podle předpokladu možného umístění postelí tak, aby nebyly přímo nad nimi a nefoukal vzduch přímo na osoby přes noc. V obývacím pokoji se nachází celkem tři výdechy čerstvého vzduchu z důvodu vzniku velké plochy spojením třech místností do jedné (obývací pokoj, jídelna, kuchyň). Průnik potrubí skrze zdi je vždy vedeno kolmo na zeď. Mezi jednotlivými druhy potrubí jsou využívány přechodky z jednoho průměru na druhý.

#### 4.4.2 Odvodní trasa potrubí

Trasa pro odtah znečištěného vzduchu, taktéž jako u přívodní trasy, začíná cesta u fasádní mřížky. Do potrubí na odpadní vzduch se namontuje mřížka s integrovanou zpětnou klapkou. Poté odpadní potrubí vede přímo do rekuperační jednotky. Zde je potrubí zhotoveno pomocí tzv. Sono potrubí o velikosti 160 mm v průměru. Z rekuperační jednotky vede trasa na chodbu, kde se nachází rozbočovač s klapkou se servopohonem. Dále jedna trasa vede do kuchyně, kde se nachází dva vyústky v podobě talířových ventilů. Nabízí se otázka, jak bude zajištěn odtah znečištěného vzduchu z vaření v kuchyni. To je zajištěno tzv. cirkulační digestoří, která má v sobě filtraci, která odfiltruje hlavní nečistoty ze vzduchu a vypustí vzduch zpět do místnosti, kde už vzduch nasaje větrací systém. Nedochozí tím tak k znečištění potrubí ani ztrátě tepelné energie v případě separovaného odtahu vzduchu rovnou ven z domu. Na celou tuto trasu je použito Spiro a Sono potrubí o průměru 160 mm. Druhá trasa z rozbočovače na chodbě vede hned do protější místnosti, kde se nachází rozdělovací box. Z něho vede potrubí do koupelny, předsíně, WC a spíže. Zde je potrubí už vedené taktéž pomocí greenpipe pro jednodušší práci. V předsíni se nachází schody na půdu, a to je potřeba vzít v potaz z důvodu vedení trasy. Do koupelny vedou dvě trasy z důvodu vyššího požadovaného průtoku vzduchu a větší výskyt vlhkosti. Ve stropě bude nainstalovaný talířový ventil o průměru 125 mm. V dalších zbylých místnostech bude stačit menší ventil 100 mm.





Obrázek 10. Návrh potrubí rekuperačního systému viz. P1 (vlastní tvorba)

Popis prvků:

- č.1 - podstropní rozdělovací komora (rozbočovač),
- č.2 - podstropní rozdělovací komora (rozbočovač),
- č.3 – tlumič hluku,
- č.4 – rekuperační jednotka,
- č.5 – klapka se servopohonem,
- č.6 – klapka se servopohonem.

Legenda potrubní sítě se nachází v příloze P1.

#### 4.5 Stavby systému rekuperace

Větrací systém nabízí mnoho funkcí a stavů, které lze naprogramovat. Nejběžnější funkcí je regulace ventilátorů v rekuperační jednotce. Snížení výkonů můžeme nastavit například v případě, kdy jsou uživatelé domu přes dopoledne v práci nebo ve škole a dům je tak prázdný a není potřeba, aby byl provětrávaný stejně intenzivně, jako když tam jsou osoby.

To stejné platí v případě, kdy se rodina rozhodně odjet na 10denní dovolenou. V letních měsících se hojně využívá by-pass klapka zabudovaná v rekuperační jednotce, kdy přes noc bývá studenější vzduch než přes den a větrací systém tím chladí vnitřek domu. Venkovní studenější vzduch vstupuje do jednotky, ale díky klapce jde okolo zpětného výměníku tepla a není tak vzduch oteplován vnitřním teplejším vzduchem, který proudí ven.

V obývacím pokoji bude pro občasné topení postavený krb. Aby se teplo od krbu lépe dostalo i do vzdálenějších místností na druhé straně domu, je zde tzv. cirkulační okruh. Nad krbem se nachází vstupní mřížka, která nasává teplý vzduch a vede ho do rekuperační jednotky. Tím se uzavře klapka pro přívod vzduchu z venku a taktéž se zavře klapka na odtahu vzduchu ven. V tu chvíli není do domu přiváděn čerstvý ani odváděn znečištěný vzduch. Pro spuštění zmíněného stavu se vedle krbu nachází tlačítko, které sepne externí signál na jednotce, tím se zvýší výkon ventilátorů a přepne klapky. Aby nedocházelo k zastavení provětrávání domu, je potřeba si podle potřeby naprogramovat, jak dlouho má cirkulační okruh být sepnutý v průběhu topení v krbu (např. 10 minut za hodinu).

Do hlavní ložnice č.1 je namontován detektor oxidu uhličitého, který snímá hladinu CO<sub>2</sub>. V nočních hodinách, kdy majitelé domu spí společně v ložnici, produkují oxid uhličitý, který když překročí nadefinovanou hladinu, detektor automaticky pošle signál do jednotky a zvýší výkon a rychleji tak sníží koncentraci CO<sub>2</sub> v místnosti.

Další externí signály jsou vysílány z koupelny a WC. V obou případech se jedná o tlačítko (vypínač), který pošle signál do jednotky pro zvýšení výkonu na odtah znečištěného vzduchu. V koupelně by bylo možné vyměnit tlačítko za detektor vlhkosti nebo zachovat oboje.

Posledním externím prvkem je tlačítko v kuchyni, které je použito při využití digestoře u vaření. V případě sepnutí tlačítka se přivře klapka před rozbočovačem do koupelny, WC, spíže, předsíně, a stane se tak primární odtahovou trasou vzduch z kuchyně. Nastavení klapky je na uživateli, v jakém poměru chce vzduch propouštět. Ale je vhodné, aby v koupelně nějaký průtok odtahovaného vzduchu zůstal (např. 30 m<sup>3</sup>/h, místo 80 m<sup>3</sup>/h), kvůli nechtěnému průchodu zápachu do bytové zóny.

## 5 NÁVRH IPS PRO KOMUNIKACI S REKUPERAČNÍM SYSTÉMEM

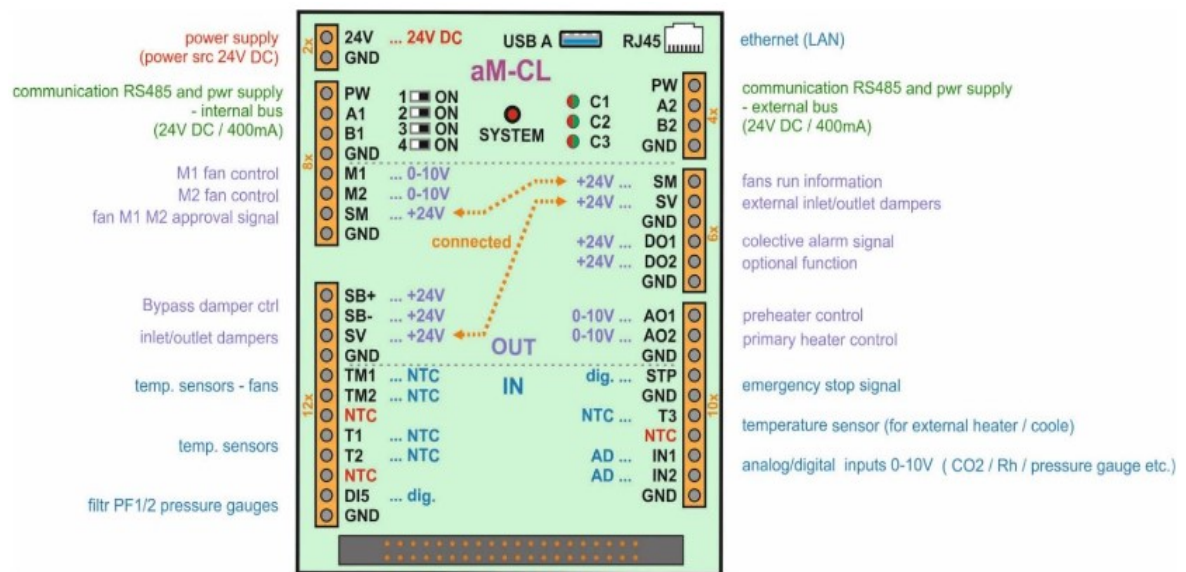
V této kapitole je vytvořen návrh komunikačního propojení mezi již vybraným rekuperačním systémem a možným integrovaným systémem. Nejprve jsou ukázány možnosti komunikace, které jednotka nabízí, a poté podle toho vybrán konkrétní poplachový systém.

### 5.1 Možnosti komunikace VZT jednotky

Rekuperační jednotka Duplex ECV5 s regulací aMotion nabízí několik způsobů komunikace. VZT jednotku lze ovládat z PC přes rozhraní Ethernet jak přes kabel, tak přes místní síť, do které je připojen i PC. Tudíž z VZT jde kabel do wifi routeru a pak je PC připojen pomocí wifi do sítě. Další možností ovládní je přes internet pomocí cloudové služby aSpace. Stejným způsobem probíhá komunikace i přes chytrý telefon nebo tablet. [21]

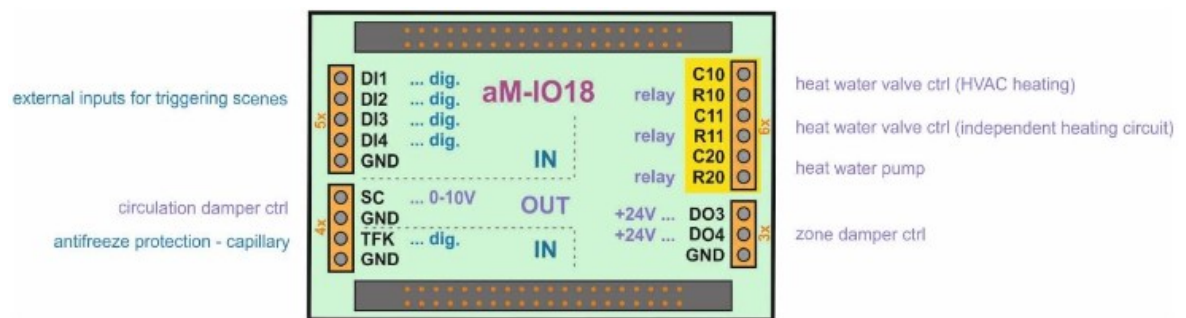
Regulace aMotion nabízí možnost komunikaci s nadřazeným systémem přes BMS (Building Management System). BMS je využíván k řízení budov a v nich použitých systémů. Konkrétně aMotion komunikuje s BMS přes protokol Modbus TCP. Další protokol pro komunikaci, který regulace poskytuje je BACnet nebo KNX. Tyto dva zmíněné protokoly jsou použitelné pouze v případě připojení modulu RD-BACnet/KNX, což je přímo rozhraní vytvořené pro větrací jednotky Duplex. Modul komunikuje s větrací jednotkou pomocí Modbus TCP a s vnějšími zařízeními BMS přes již dva zmíněné protokoly. Díky modulu RD-BACnet/KNX lze ovládat a monitorovat VZT jednotku. Tento modul ovšem velice prodraží celou větrací soustavu o desítky tisíc. [21][22]

Další z možností, kterou regulace aMotion nabízí, je nejjednodušší forma komunikace pomocí dvou analog/digitálních vstupů 0–10 V pro připojení CO<sub>2</sub> detektorů nebo detektorů vlhkosti. A také pro připojení externího zařízení, kterým může být jiný systém. Základní deska regulace také disponuje sběrnici RS-485, ale je využívána pouze pro interní zařízení, kterými mohou být motory, čidla a ovladače. [23]



Obrázek 11. Základní deska regulace aMotion aM-CL [24]

Atrea nabízí k základní desce i další volitelné desky, které rozšiřují funkcionality jednotky. Jedna z nich obsahuje další čtyři externí digitální vstupy pro spuštění scén a ovlivnění chodu jednotky (spuštění tlačítek pro zvýšení výkonu ventilátorů). Dodatečná deska nabízí možnost ovládání dvou zón a cirkulační klapky. Hlavní využití nachází ovšem pro připojení vodního ohřívače. [24]



Obrázek 12. Volitelná základní deska aM-IO18 [24]

Pro více možností, jak rozšířit funkce systému, je možné připojit ještě pár základních desek, které se využijí pro připojení tepelného čerpadla, regulaci otáček rotačního regenerátoru atd. Celkový počet desek může být až osm. Jednotlivé vstupy a výstupy jsou rozdělené na jednotlivé desky z důvodu využití pro připojení dané periferie. V případě konfigurace jednoduchého větracího systému není zapotřebí připojovat ostatní desky a tím tak nevzniknou na základní desce nevyužité svorky. [24]

## 5.2 Výběr vhodného integrovaného poplachového systému

Výběr vhodného integrovaného systému závisí na více faktorech. Nejprve musí být zpracováno bezpečnostní posouzení objektu. To v první části zahrnuje charakteristiku objektu, pro který chceme vytvářet IPS. Popis objektu byl již vytvořen v kapitole 4.1 této práce. Dalším bodem pro vytvoření účinného zabezpečovacího systému je vyhotovení analýzy rizik. Ta zahrnuje stanovení aktiv objektu, které mají pro obyvatele nějakou hodnotu a chceme je chránit. Dalším prvkem je vyhodnocení hrozeb a zranitelnosti objektu. Z výsledků analýzy rizik je poté vyhodnocen stupeň zabezpečení. Pro vybraný rodinný dům byl stanoven stupeň zabezpečení 2. Následně se stanoví třída prostředí, kterému by měli podléhat bezpečnostní prvky, podle toho, v jakém prostředí budou nainstalovány. V našem případě byla vybrána třída II.: vnitřní. [25][26]

## 5.3 Přehled použitých prvků

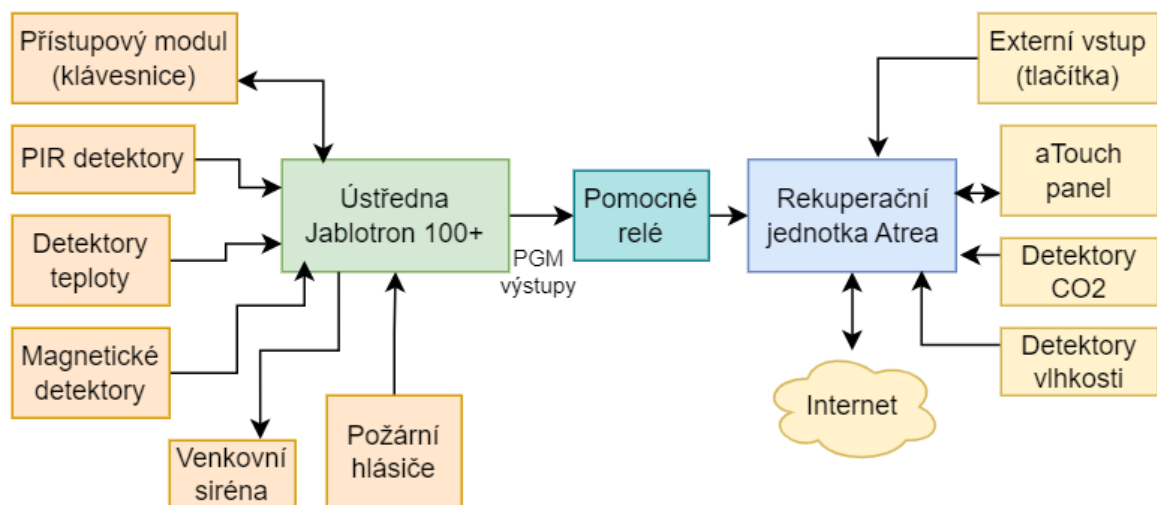
Pro komunikaci integrovaného poplachového systému s větracím systémem byl vybrán zabezpečovací systém od české firmy Jablotron Alarms a.s. z Jablonce nad Nisou. Výrobce poskytuje kompletní zabezpečení jak rodinných domů, tak i menších firem. Firma Jablotron byla vybrána z důvodu českého výrobku, stejně jako firma Atrea. Je na našem trhu nejrozšířenější a nabízí příjemně zpracované uživatelské rozhraní.

### 5.3.1 Ústředna PZTS

Hlavním prvkem vybraného IPS je ústředna JA-103KR. Součástí ústředny je i modul pro LAN, rádiové připojení (JA-111R) a GSM komunikátor (JA-192Y). Ústředna disponuje možností pro nastavení 8 podsystémů, do kterých je možné připojit 50 periférií. Do systému se může přidat až 50 uživatelů. Pro připojení externích zařízení ústředna nabízí 32 programovatelných výstupů PGM. Tyto výstupy spíná sběrnice modul výstupů PGM JB-111N. Jablotron vyrábí mnoho dalších modulů kompatibilních s ústřednou. Často využívaný modul je JA-121T pro rozhraní RS-485, který převádí signál ze sběrnice systému do sériové linky RS-485 a opačně. Všechny zmíněné moduly jsou napájené z ústředny 12V. Tyto moduly nám nabízí možnost připojit mnoho poplachových i nepoplachových aplikací a také nám pomáhají zautomatizovat domácnost. [27][28]

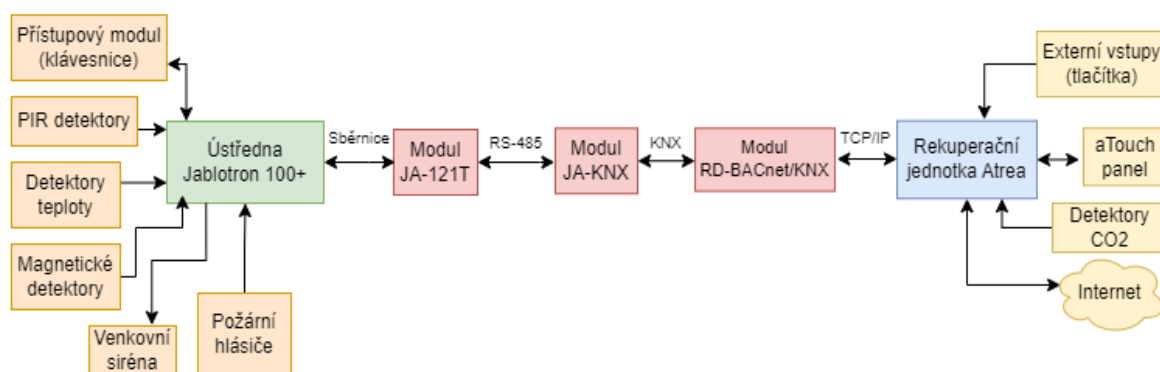
### Komunikace mezi IPS a větracím systémem

V mé bakalářské práci využiji pro propojení systémů právě zmíněné PGM výstupy ústředny pomocí spínacího modulu JB-111N. Poplachové aplikace jsou do ústředny připojeny pomocí interní bus sběrnice o čtyřech vodičích. Dále pomocí přídavného reléového modulu s PGM výstupy je vyslán signál na vstupy rekuperační jednotky Atrea. Ta podle naprogramovaných scén zvyšuje nebo snižuje výkon ventilátorů. Z VZT jednotky je Ethernetovým kabelem (RJ45) připojen internet. Pomocí sběrnice RS-485 je připojen aTouch panel. [29]



Obrázek 13. Ovládání rekuperační jednotky pomocí PGM výstupů (vlastní tvorba)

Nabízí se zde i druhá možnost ovládání rekuperační jednotky pomocí protokolu KNX. Jedná se o otevřený standard využívaný pro domácí či komerční automatizaci budov. Každé zařízení, které podporuje protokol KNX může být ovládáno vším, co disponuje 8bitovým mikro počítačem a stává se tím tak decentralizovanou sítí. Není ovšem zcela jisté, zda bude tato možnost propojení správně fungovat. Rekuperační jednotka za pomoci externího modulu RD-BACnet/KNX nabízí komunikaci pomocí KNX protokolu, nicméně ústředna Jablotron tuto variantu přímo nepodporuje a nevyrábí žádný takový modul, ale existuje na trhu převodník, který převede signál ze sběrnice RS-485 na KNX. Firma Jablotron každopádně za funkčnost a kvalitu neručí. Dále už má Jablotron vlastní modul, který převádí signál ze sběrnice RS-485 na svůj interní protokol. Propojení je složité a nastavení funkcí správného chodu ještě složitější. Ani z finanční stránky se toto propojení nevyplatí, protože jen samotný modul RD-BACnet/KNX se pohybuje okolo 20 000 Kč. [30]



Obrázek 14. Ovládání rekuperační jednotky pomocí KNX protokolu (vlastní tvorba)

### 5.3.2 Záložní akumulátor

K zvolené ústředně je zapotřebí zakoupit záložní napájecí zdroj, který slouží k napájení všech prvků, pokud dojde k přerušení dodávky elektrické energie. Jelikož naše bezpečnostní kategorie spadá do stupně dva, musí být záložní baterie zvolena tak, aby byla schopna vydržet 12 hodin provozu. Velikost akumulátoru se odvíjí od rozsáhlosti prvků v systému. Proto byl zvolen záložní akumulátor SA214-2.6 s kapacitou 2,6 Ah při napětí 12 V. [31]

### 5.3.3 Rozšiřující modul

Pro připojení rekuperační jednotky je zde JB-111N modul, který spíná programovatelné výstupy. Je možné ho umístit přímo do skříně ústředny. Jeho maximální spínaný proud činí 2 A. Nastavení funkcí programovatelných výstupů je za pomoci softwarového programu F-link. Množství připojených modulů do ústředny je limitováno pouze odběrem proudu z ústředny. [29]

### 5.3.4 Přístupový modul

Řízení integračního systému probíhá pomocí přístupového modulu JA-114E. Ovládá se přes klávesnici a zpětnou vazbu zobrazuje LCD display. Přístupový systém řeší čtečka RFID karet. V základním provedení obsahuje jeden ovládací segment, ale pokud je potřeba, může být vybaven až 20 ovládacími segmenty JA-192E. Jednotlivé segmenty představují ovládání sekcí nebo PGM výstupů. Zobrazují tři stavy (zelená, červená, žlutá). [32]

### 5.3.5 PIR detektory

PIR detektor JA-112P se stará o zaznamenání pohybu osob ve vnitřních prostorech objektu. Jeho snímací úhel činí 90° s dosahem 12 m. [33]

Druhý druh PIR detektoru JA-120PW byl vybrán z důvodu přítomných krbových kamen, které by mohly spouštět falešný poplach z důvodu vyzařování velkého tepla. Standardní detektor, který snímá pouze změnu infračerveného spektra, by mohl vyhodnotit situaci špatně. Vybraný detektor snímá pohyb jak v infračerveném spektru, tak v mikrovlnném pásmu a výsledky pohybu se musejí shodovat, aby detektor vyhodnotil poplach. [34]

### **5.3.6 Vnitřní siréna**

Vnitřní sběrnicová siréna JA-110A je určena k akustické i optické signalizaci poplachu. Disponuje tlačítkem s programovatelnými funkcemi. Siréna může sloužit jako domovní zvonek po změně frekvence a hlasitosti zvuku. [35]

### **5.3.7 Magnetické kontakty**

Před vniknutím zlodějů skrze okna by měly dům chránit sběrnicové magnetické detektory JA-111M, které snímají otevření oken, dveří a případně vrata od garáže. Montují se do rámců oken a dveří. Pro případ snahy o vniknutí do krytu detektoru je zde sabotážní ochrana. [36]

### **5.3.8 Detektor kouře**

Pro případ vzniku požáru je zde namontován detektor kouře JA-110ST, který akustickým a vizuálním signálem upozorní na jeho vznik. Výrobek obsahuje dva samostatné detektory – optický detektor kouře a teplotní detektor. [37]

### **5.3.9 Detektor rozbití skla**

Aby bylo zamezeno vloupání nebo vandalství skleněné výplně, byl vybrán detektor rozbití skla JA-110B, který reaguje na tříštivý zvuk skla. Jeho dosah činí 9 metrů. [38]

### **5.3.10 Detektor teploty**

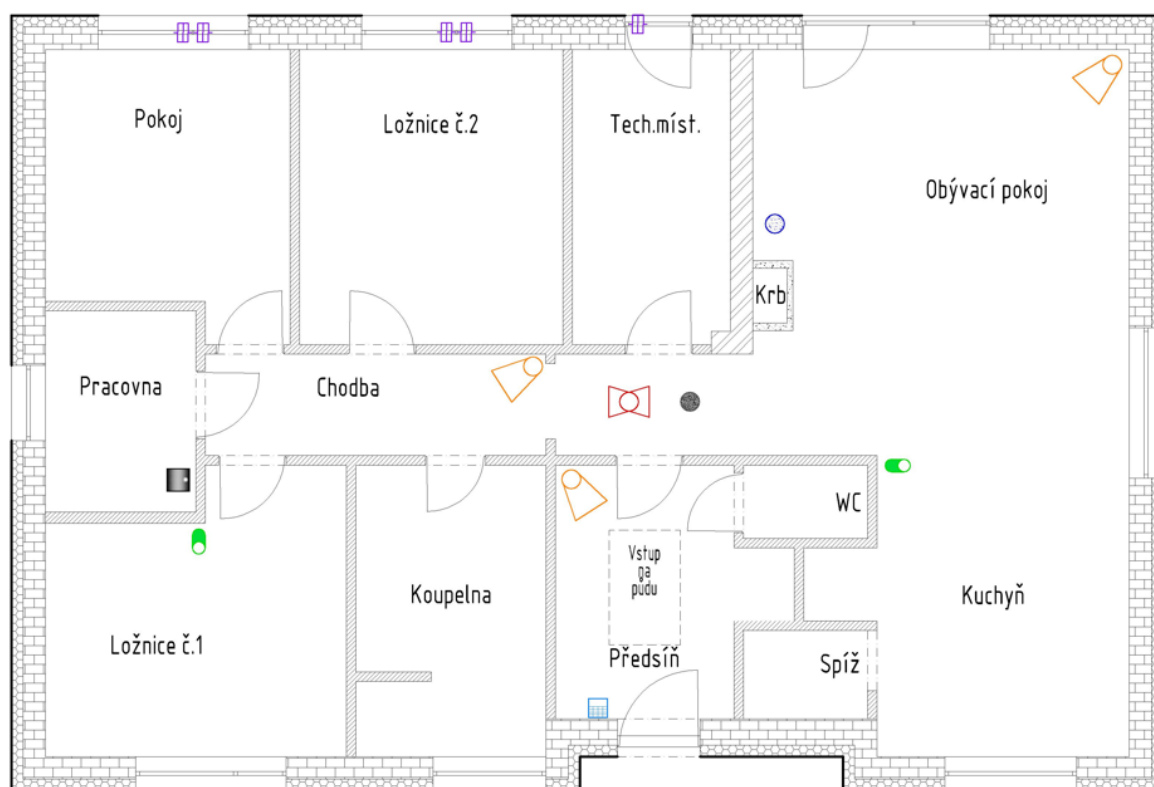
Teplotní detektor JA-111TH je využíván k spínání cirkulačního okruhu rekuperační jednotky pomocí PGM výstupů ústředny. [39]

## **5.4 Návrh umístění detektorů**

Hlavní prvek, který se stará o řízení celého systému je ústředna. Ta je umístěna v pracovně ve skříni z důvodu nízké frekventovanosti osob. Další důležitým prvkem je přístupový modul a to klávesnice, která je umístěna hned vedle vchodových dveří pro rychlé zakódování systému. Naproti vchodovým dveřím v předsíni je namontovaný PIR detektor pro snímání



pohybu. Další PIR detektor je rozmístěn do chodby v klidové části domu tak, aby snímal vchody do pokojů. Do obývacího pokoje je instalován duální detektor, který snímá jak infračervené spektrum, tak mikrovlnné spektrum. Je to z důvodu přítomnosti krbových kamen, které vytváří teplo, a to by mohl být pro samotný infračervený detektor problém. Pro signalizaci poplachu je na chodbu instalována vnitřní siréna. Magnetické kontakty na oknech a dveřích jsou umístěny tam, kde jsem předpokládal možné riziko vloupání. Obývací pokoj disponuje velkými skleněnými plochami, proto je zde zvolen detektor rozbití skla. Ten stejný detektor je použit i v ložnici č. 1. Do obývacího pokoje je umístěn i detektor kouře, pro případ možného vzniku požáru z krbových kamen. Nad krbem je namontován detektor teploty pro spínání PGM ústředny. Legenda použitých prvků se nachází v příloze P2.



Obrázek 15. Návrh umístění PZTS viz. P2 (vlastní tvorba)

## 5.5 Možné stavy systémů

Integrace poplachového systému je zde převážně pro řízení vzduchotechnického systému. Aby byl dům co nejméně energeticky náročný a šetřil majiteli finance, je vhodné, aby rekuperační systém pracoval na minimální výkon v době, kdy je dům prázdný. Proto při zastřeženém stavu objektu ústředna vyšle signál pomocí PGM výstupů rekuperační jednotce, aby snížila výkon na 10 %. Neměla by se úplně vypínat z důvodu usazování prachu a bakterií

v potrubí. Jak už bylo zmíněno v kapitole 4.5, v rekuperačním systému je tzv. cirkulační okruh, který se spouští v případě topení v krbových kamnech. Z tohoto důvodu je nad krbem umístěn detektor teploty. Při zatopení v krbových kamnech vzroste teplota v blízkosti a tu zaznamená detektor, který vyše signál ústředně v případě dosažení nastavené teploty. Ústředna pošle signál rekuperační jednotce a ta přesměruje klapku na cirkulační okruh. Ten by měl být otevřený po dobu cca. 15 minut, aby mohlo poté dojít znovu k výměně vzduchu v domě.

IPS je v plánu do budoucna napojit i na venkovní rolety, garážová vrata nebo příjezdové brány. Vnitřní sirénu je možné využít jako domovní zvonek při snížení hlasitosti a změnou frekvencí tónu. Kdyby byl dům rozsáhlejší a chtěl by majitel větrat dům na zóny, bylo by možné potrubí z rozváděcího boxu namontovat klapky se servopohonem, které by byly ovládány na základě informací podány z PIR detektorů. Detektor na chodbě by podával informace o pohybu v klidové části domu a detektor v obývacím pokoji naopak v rušné části domu. Na základě těchto informací by si rekuperační jednotka přesměrovala klapky podle toho, kde se nachází lidé, a tam přiváděla větší procento čerstvého vzduchu.

## 6 ODHAD DALŠÍHO VÝVOJE

V této kapitole se nebudu věnovat přímo vývoji ohledně vzduchotechniky z důvodu, že jsem nedošel k informacím, které by přímo vývoj dané věci prokazovaly. Ovšem co si myslím, že stojí za zmínku a je aktuálně řešeným tématem, je právě propojení technických zařízení budov (součástí je i rekuperace vzduchu). To se využívá čím dál častěji z důvodu současné situace, kdy ceny energií rostou do astronomických výšin a lidé se zamýšlejí nad tím, jak by snížili své náklady na roční provoz domu. Z toho důvodu se v posledních letech stále více staví tzv. pasivní domy nebo se k nim snaží alespoň co nejvíce přiblížit v podobě nízkoenergetických domů. Pasivní domy jsou postaveny tak, aby byly co nejvíce energeticky soběstačné a ekologicky šetrné. Měly by plnit standard budov s téměř nulovou spotřebou energie. Když majitel novostavby splní následující úkony, a tím se tak vejde do požadavku na měrnou roční spotřebu tepla na vytápění, která činí méně než 15 kWh/m<sup>2</sup>/rok, může dosáhnout na dotace v hodnotě až 500 000 Kč. [40]

### 6.1 Zateplení a izolace

Hlavním stavebním kamenem pro dosažení energetické soběstačnosti je zapotřebí mít velmi kvalitní tepelnou izolaci domu, ať už v podlahách nebo zdech, tak stropu. Běžně se používá pro zateplení zdí 20–30 cm izolace v podobě polystyrenu nebo skelné vaty. Tím se zamezí úniku tepelné energie z vnitřku domu, naopak chlad se hůře dostane dovnitř. Stejně požadavky se kladou i na okna. Typicky to bývají trojskla s dobrou prostupností světla a tepla. Velké plus je správně orientovaný dům, aby do domu prostupovalo co nejvíce a v co nejdelší možnou dobu světlo, které bude ohřívat vnitřní prostory. To ovšem není úplně vhodné přes léto, ale dá se to řešit pomocí venkovních rolet. Druhou možností jsou skla, která propouští pouze světlo a nikoliv teplo. [41]

### 6.2 Větrání s rekuperací tepla

Dalším důležitým prvkem je větrání s rekuperací tepla. Absolutně izolovaný dům má za následek neprodyšnost objektu a tvorbu vlhkosti a vysokou koncentraci CO<sub>2</sub>. Větrání okny není vítáno, obzvláště v zimních měsících, kvůli únikům tepelné energie. Z toho důvodu se velice hojně využívají systémy rekuperace vzduchu. S aktuálními požadavky na nízkoenergetický dům je skoro nutnost mít nainstalovaný rekuperační systém. Rekuperační jednotka zvládne vyměnit znečištěný vzduch z domu a zároveň předat tepelnou energii čerstvému studenému vzduchu z venku. Člověk všeobecně tráví ve vnitřních prostorech až

90 % času, z toho důvodu také není vhodné brát větrání na lehkou váhu. Rekuperace nám tak zajistí vyšší životní komfort z hlediska dýchání a pravidelného okysličování mozkových buněk pro lepší aktivitu. Pro alergiky je to taktéž přínosný prvek, protože filtrace zachytí různé pyly a bakterie, které při větrání okny volně vlétnou do domu.

### 6.3 Fotovoltaika a solární panely

Důležitým aspektem k cestě za pasivním domem je využívání obnovitelných zdrojů energie. Toho je docíleno buď fotovoltaickou elektrárnou v podobě panelů na střeše domu, přes které využíváme energii ze slunce k vytápění, svícení nebo k ohřevu vody a provozu elektrických spotřebičů. Taktéž se instalují i solární panely, které se využívají pouze k ohřevu vody. Nové budovy, které budou postaveny od roku 2028, budou muset mít nulové emise a disponovat solárními panely. [42]

### 6.4 Tepelná čerpadla

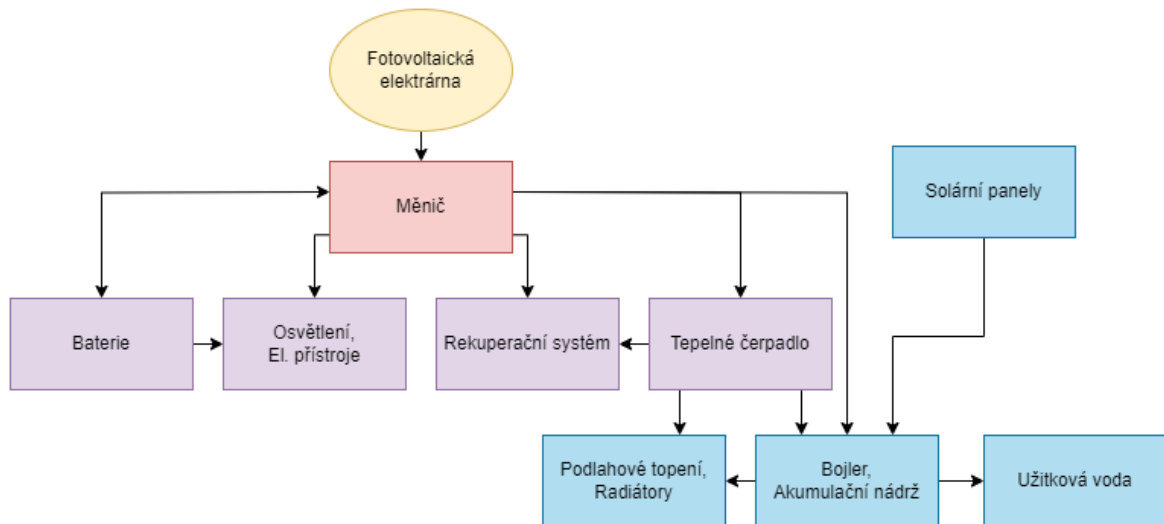
Velkým fenoménem v posledních letech jsou tepelná čerpadla a není se čemu divit, jedná se totiž o nejúspornější zdroj energie. V pasivních domech hrají velkou roli. Využívají se k vytápění domu pomocí podlahového topení nebo radiátorů, či k ohřevu teplé vody v bojleru. Jejich další funkcí je možnost provozu ve zpětném chodu. To znamená, že v letních měsících mohou plnit funkci klimatizace, kdy přenesou teplo z vnitřního prostoru ven. [43][44]

### 6.5 Shrnutí technických zařízení budov

Spojení všech systémů do jednoho funkčního celku nám dává soběstačně úsporný dům s co nejmenší energetickou ztrátou. Společně s připojením bezpečnostního systému máme bezpečnou a komfortní domácnost. Pomyslným vrcholem celého systému je fotovoltaická elektrárna, která energii ze slunce převádí na elektrický proud a může napájet osvětlení nebo elektrické přístroje v domácnosti. Taktéž je možné připojit baterii, do které se akumuluje přebytečná energie, která není spotřebována a nejde tak do distribuční sítě. Přes den, kdy svítí slunce, se baterie nabije, a večer kdy už fotovoltaická elektrárna nevyrábí energii, je využívána energie z baterie. V případě, že není všechna energie spotřebována, je přesměrována do distribuční sítě. [42]

Tepelné čerpadlo výborně fungují jako generátor tepla nebo naopak jako klimatizace. Znečištěný vydýchaný vzduch vede do výparníku tepelného čerpadla, kde odevzdá teplo

teplonosné látce, ta se odpaří a výpary stlačí kompresor, který zvýší jejich teplotu. Ty pak ve výměníku rekuperace předají teplo čerstvému vzduchu. Není tak zapotřebí mít žádné podlahové topení nebo radiátory, ale teplý a čerstvý je vzduch rozváděn po domě rekuperací. Samotné tepelné čerpadlo vzduch/voda je výborné k vytápění domu nebo k nahřívání akumulární nádrže pro teplou užitkovou vodu. Stejně tak lze nahřívát bojler nebo akumulární nádrž ze solárních panelů. Popřípadě ohřev vody v bazénu. [45]



Obrázek 16. Blokové schéma technicky zařízeného domu (vlastní tvorba)

## 6.6 Zajímavé prvky

Firma Protronix s.r.o. přichází na trh s detektorem CO<sub>2</sub>, který detekuje kvalitu ovzduší v dané místnosti a indikuje to na obalu detektoru. Kvalita ovzduší neboli koncentrace oxidu uhličitého (jednotky ppm) je velmi důležitá pro lidský organismus. Úroveň venkovního prostředí se pohybuje mezi 350-400 ppm. Pro vnitřní prostory je doporučena úroveň do 1000 ppm. Hodnoty vyšší už mají vliv na lidský organismus z hlediska unavenosti, sníženého soustředění, následují bolesti hlavy, pocit nevolnosti atd. Obal čidla disponuje třemi LED diodami a každá z nich znázorňuje kvalitu vzduchu v místnosti. Bílá signálka znázorňuje vynikající kvalitu ovzduší, méně než 600 ppm. Zelená LED signalizuje optimální úroveň vzduchu, v rozmezí od 600 do 1200 ppm. Žlutá LED signalizuje špatný stav ovzduší, zvýšená koncentrace CO<sub>2</sub>, nad 1200 ppm. Indikace disponuje automatickým vypnutím podle intenzity světla v okolí. V noci tedy neruší při spaní osvětlením. Detektor má v sobě zabudovaný alarm, který vydává zvukový signál při překročení optimální hladiny CO<sub>2</sub>. Pro komunikaci s vzduchotechnickým systémem je zde analogový výstup 0-10 V. Lze ovšem

detektor využívat také pouze jako indikátor stavu ovzduší a větrat přirozeně okny. Zařízení je vhodné do škol, kanceláří, domácností.[46] [47]



Obrázek 17. Detektor CO<sub>2</sub> s indikací úrovně ovzduší. [47]

Dalším zajímavým prvkem v oblasti akustiky je snížení hladiny hluku zvenčí budovy při větrání okny. Uprostřed rušného města vzniká vysoké množství hluku, které může být značně nepříjemné v kancelářských prostorech nebo školách. Proto přicházejí firmy s řešením, jak větrat a zároveň udržet snesitelnou hladinu hluku v interiéru. Do rámců oken jsou zabudovány mikrofony a reproduktory. Mikrofony zaznamenávají úroveň hluku z rušné ulice a software ihned generuje odpovídající „protihluk“, který pouští do reproduktorů. Hluk z exteriéru se tak vyruší se zvukem z reproduktorů, a tím se sníží celková hladina hluku. Celý systém funguje na principu Active Noise Canceling, který využívají lepší sluchátka. Jiný princip snížení hluku je proveden pomocí speciálně vyrobeného středového těsnění a okenního rámu. Při otevřeném oknu na ventilaci prochází hluk přes těsnění a do okenního rámu, kde se zvuk rozptýlí a tím se sníží hluk. [48]

## ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce bylo vytvořit návrh poplachového zabezpečovacího a tísňového systému, který spolupracuje s řízením rekuperace vzduchu v konkrétním rodinném domě. Bylo nastíněno, jak je v dnešní době důležité mít nainstalovanou rekuperaci vzduchu, která nám zajistí kvalitní ovzduší v domě, ve kterém člověk tráví až 90 % svého času a zároveň sníží náklady na roční vytápění domu.

Teoretická část byla zaměřena na popis rozřazení metod integrace poplachových systémů. Metody byly rozděleny do dvou základních skupin podle technického způsobu propojení na HW a SW. Jednotlivé skupiny se dále dělí na mnoho podskupin podle propojení poplachových a nepoplachových aplikací. Konkrétně HW integrace má čtyři kategorie. Těmi jsou – integrace IN/OUT, integrace pomocí PZTS, integrace pomocí automatizačních systémů, integrace prostřednictvím poplachových aplikací. Jednotlivé kategorie jsou důkladně popsány ohledně integrace propojených systémů. SW integrace je naopak zaměřena na propojení systémů pomocí sběrnice s nadstavbovým vizuálním rozhraním. V další části první kapitoly byl rozebrán rozbor problematiky větrání a rekuperace. Byla popsána funkce výměny tepelné energie mezi teplým a studeným vzduchem. Dále byl charakterizován rozbor jednotlivých komponentů větracího systému, včetně tepelných výměníků. Zde bylo zjištěno, že nejpoužívanějším tepelným výměníkem v rodinném domě je deskový protiproudý, který dosahuje účinnosti až 95 %. Poslední kapitolou v teoretické části je popis norem, které zastřešují IPS a požadavky na větrání obytných budov.

V praktické části byly tyto znalosti z teoretické části využity nejprve k vytvoření návrhu větracího systému a poté i k návrhu PZTS. Prvním bodem pro návrh větracího systému s rekuperací byl podrobný popis rodinného domu, pro možné rozvržení potrubní sítě. V dalším bodě jsem navrhl množství větraného vzduchu potřebný pro výběr rekuperační jednotky. Poté byl vytvořen návrh potrubní sítě s umístěním jednotlivých prvků systému. Další část kapitoly byla zaměřena na propojení rekuperační jednotky s IPS, konkrétně tedy s ústřednou od firmy Jablotron JA-103KR. Zde byla komunikace řešena pomocí programovatelných výstupů. Následoval výběr bezpečnostních prvků od stejné firmy, aby byla zaručena kompatibilita. Prvky byly poté rozmístěny po objektu. Poslední kapitola praktické části se zabývá vývojem technologií spolupracujících s rekuperačními systémy, především FVE a solárními panely.

Největší problémy při vytváření bakalářské práce nastaly, při zajišťování podrobné dokumentace, která nebyla dostupná na webu. Například jsem nemohl dohledat informace ohledně propojení systému PZTS a rekuperačním systémem dodávané firmou Jablotron. Následně jsem kontaktoval zástupce firmy Atrea s.r.o., kde mi vyšli nadmíru vstřícní a poskytli mi veškeré materiály potřebné v dané problematice. To ovšem nemohu říct o podpoře firmy Jablotron, kde komunikace zpočátku vážla a informace, na které jsem se dotazoval, mi nebyly zodpovězeny. Později jsem byl přeměřován na jinou kontaktní osobu, kde už komunikace probíhala na lepší úrovni.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] VALOUCH, Jan. *Projektování integrovaných systémů. Druhé vydání* [online]. 2. dopl. vyd. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2015, 2015 [cit. 2023-03-01]. ISBN 9788074545573. Dostupné z:  
<https://vufind.katalog.k.utb.cz/Record/85221#description>
- [2] Vnitřní mikroklima a lokální větrací jednotky. *Elektrodesign* [online]. Praha 4, © 2003–2023 [cit. 2023-03-01]. Dostupné z:  
<https://www.elektrodesign.cz/clanky/vnitri-mikroklima-a-lokalni-vetraci-jednotky/>
- [3] RUBINOVÁ, Olga. *A10 - Navrhování vnitřního prostředí budov dle principů trvale udržitelné výstavby - větrání a klimatizace*. 1. vyd. Brno: Národní stavební centrum, 2012. ISBN 978-80-87665-09-1.
- [4] LOM, Michal a Václav MATZ. *Základní části vzduchotechnické jednotky a její řízení. TZB-info* [online]. 2013 [cit. 2023-03-01]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/regulace-vetrani-klimatizace/9796-model-rizeni-vzduchotechnicke-jednotky>
- [5] CHYSKÝ, Jaroslav a Karel HEMZAL. *Větrání a klimatizace* [online]. 3., zcela přeprac. vyd. Brno: BOLIT-B Press, 1993. ISBN 80-901-5740-8.
- [6] DOČKAL, Jan. Axiální, nebo radiální potrubní ventilátor?. *VENTILATORY.cz* [online]. 2018 [cit. 2023-02-23]. Dostupné z: <https://www.ventilatory.cz/axialni-nebo-radialni-potrubni-ventilator-x31238>
- [7] ZIKÁN, Zdeněk. *Zpětné získávání tepla a větrání objektů. TZB-info* [online]. 2023, 2010 [cit. 2023-03-01]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/6325-zpetne-ziskavani-tepla-a-vetrani-objektu>
- [8] Rekuperace. *VORTEXAIR a.s.* [online]. [cit. 2023-03-07]. Dostupné z:  
<https://www.vortexair.cz/rekuperace>
- [9] POSTUPA, Martin. Moderní rotační výměníky tepla. *TZB-info* [online]. 2023, 2017 [cit. 2023-03-01]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/15795-moderni-rotacni-vymeniky-tepla>
- [10] SZÉKYOVÁ, Marta, Karol FERSTL a Richard NOVÝ. *Větrání a klimatizace*. Bratislava: Jaga, 2006. ISBN 80-807-6037-3.

- [11] ED-flex-DN75-příchytka s třmenem. *Ventilatory.net - Ventilátory a díly pro vzduchotechniku* [online]. Proboštov, © 2008–2022 [cit. 2023-03-07]. Dostupné z: <https://www.ventilatory.net/ed-flex-dn75.html>
- [12] ČSN CLC/TS 50398. *Poplachové systémy-Kombinované a integrované systémy-všeobecné požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 20 s. Třídící znak 334597
- [13] ČSN EN 50131-1 ed. 2. *Poplachové systémy-Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy-Část 1: Systémové požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 40 s. Třídící znak 334591
- [14] ČSN EN 15665/Z1: 2011. *Požadavky na větrání obytných budov*. Praha: Český normalizační institut, 2011
- [15] SÝKORA, Michal. *ŘEZ A/2*. 2020.
- [16] SÝKORA, Michal. *PŮDORYS I.NP*. 2020.
- [17] HAMERNÍK, Ivo. *Pasivní domy* [online]. Brno: Code Creator s.r.o., distribuce publi.cz, 2016 [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/92/07.html>
- [18] *Duplex EC5, ECV5* [online]. Jablonec nad Nisou, 2022 [cit. 2023-05-23].  
Dostupné z:  
[https://www.rekuperace.cz/files/uploads/pdf/DUPLEX\\_EC5\\_CZ\\_2022\\_08.pdf](https://www.rekuperace.cz/files/uploads/pdf/DUPLEX_EC5_CZ_2022_08.pdf)
- [19] Projekční podklad elektroinstalace – větrací jednotky DUPLEX EC5, ECV5. *ATREA s.r.o. - Vzduchotechnická zařízení, rekuperace tepla* [online]. 2023, 2022 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.atrea.cz/cz/ke-stazeni-divize-vetrani-teplovzduzne-vytapeni-rodinnych-domu-bytu>
- [20] Atrea Rekuperační jednotka Duplex. In: *Atrea Eshop - rekuperace vzduchu, tepelná čerpadla* [online]. 2023 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.atreaeshop.cz/atrea-rekuperacni-jednotka-duplex-280-ecv5-am-e-am/43683/produkt>
- [21] *Návod na ovládání větrací jednotky DUPLEX vybavených regulací aMotion* [online]. 2. 2022 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: [https://www.vzduchotechnika1.cz/fotky73267/fotov/\\_ps\\_431aMotion\\_2022--1.pdf](https://www.vzduchotechnika1.cz/fotky73267/fotov/_ps_431aMotion_2022--1.pdf)

- [22] *ProtoNode FPC-N40 (RD-BACnet/KNX) For Interfacing Airflow Commercial MVHR units To Building Automation Systems* [online]. 2022 [cit. 2023-05-23].  
Dostupné z:  
[https://userresources.prospect365.com/library/view/NIwRHKKFiuFJKsLEBbz1WA==/992/RD-BACnet\\_KNX\\_manual\\_161228.pdf](https://userresources.prospect365.com/library/view/NIwRHKKFiuFJKsLEBbz1WA==/992/RD-BACnet_KNX_manual_161228.pdf)
- [23] Stavební připravenost duplex ec5, ecv5. In: *Atrea Eshop - rekuperace vzduchu, tepelná čerpadla* [online]. 2023, 2016 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z:  
<https://www.atreaeshop.cz/atrea-rekuperacni-jednotka-duplex-170-ec5-am-e-am-cf/43691/produkt#filesToDownload>
- [24] Atrea s.r.o. *AMotion*. 2023.
- [25] LUKÁŠ, Luděk a kolektiv. *Bezpečnostní technologie, systémy a management I*. Zlín: VeRBuM, 2011. ISBN 978-80-87500-05
- [26] LUKÁŠ, Luděk a kolektiv. *Bezpečnostní technologie, systémy a management II*. Zlín: VeRBuM, 2012. ISBN 978-80-87500-19-4
- [27] JA-103KR Ústředna s LAN a rádiovým modulem - dodáváno s JA-192Y/JA-194Y: technické specifikace. *Jablotron* [online]. 2023 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.jablotron.com/cz/produkt/ustredna-s-lan-a-radiovym-modulem-dodavano-s-ja-192y-ja-194y-nezahrnuty-v-cene-1792/>
- [28] JA-192Y Modul GSM komunikátoru: technické specifikace. *Jablotron* [online]. 2023 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.jablotron.com/cz/produkt/modul-gsm-komunikatoru-1255/>
- [29] JB-111N Sběrníkový signálový modul výstupů PG: technické specifikace. *Jablotron* [online]. 2023 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z:  
<https://www.jablotron.com/cz/produkt/sbernicovy-signalovy-modul-vystupu-pg-1259/>
- [30] JA-KNX Jablotron KNX interface. *ELAUSYS* [online]. 2023 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: [https://elausys.be/products/knx/gateways/ja-knx\\_jablotron-knx-interface/](https://elausys.be/products/knx/gateways/ja-knx_jablotron-knx-interface/)
- [31] SA214-2.6 Bezúdržbové akumulátory Jablotron. *Jabloshop* [online]. 2023 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.jabloshop.cz/sa214-2-6-bezudrzbove-akumulatory?gclid=CjwKCAjwpayjBhAnEiwA->

7enaxbQ1mQx1kSzxHbs6W\_ahwVBuMAnmBg1ldJ8zHiuhz-  
Ble2zkHbJGBoCzzIQAxD\_BwE#444

- [32] JA-114E Sběrníkový přístupový modul s displejem, klávesnicí a RFID. *Jabloshop* [online]. 2023 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.jablotron.com/cz/produkt/sbernicovy-pristupovy-modul-s-displejem-klavesnici-a-rfid-211/>
- [33] JA-112P Sběrníkový PIR detektor pohybu. *Jabloshop* [online]. 2023 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.jablotron.com/cz/produkt/sbernicovy-pir-detektor-pohybu-1245/>
- [34] JA-120PW Sběrníkový duální PIR a MW detektor pohybu. *Jabloshop* [online]. 2023 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.jablotron.com/cz/produkt/sbernicovy-dualni-pir-a-mw-detektor-pohybu-321/>
- [35] JA-110A Sběrníková siréna vnitřní. *Jabloshop* [online]. 2023 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.jablotron.com/cz/produkt/sbernicova-sirena-vnitri-214/>
- [36] JA-111M Sběrníkový magnetický detektor otevření. *Jabloshop* [online]. 2023 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.jablotron.com/cz/produkt/sbernicovy-magneticky-detektor-otevreni-292/>
- [37] JA-110ST Sběrníkový kombinovaný detektor kouře a teploty. *Jabloshop* [online]. 2023 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.jablotron.com/cz/produkt/sbernicovy-kombinovany-detektor-koure-a-teploty-244/>
- [38] JA-110B Sběrníkový akustický detektor rozbití skla. *Jabloshop* [online]. 2023 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.jablotron.com/cz/produkt/sbernicovy-akusticky-detektor-rozbiti-skla-218/>
- [39] JA-111TH Sběrníkový detektor teploty. *Jabloshop* [online]. 2023 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.jablotron.com/cz/produkt/sbernicovy-detektor-teploty-324/>
- [40] Nová zelená úsporám cílí na pasivní domy. *CSČM Cihlářský svaz Čech a Moravy* [online]. 2020, 2021 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.cscm.cz/nova-zelena-usporam-cili-na-pasivni-domy/>

- [41] Nové nároky na pasivní domy – čeho se týkají a jak je splnit?. *Průmyslová ekologie* [online]. 2023, 2022 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.prumyslovaekologie.cz/info/nove-naroky-na-pasivni-domy-ceho-se-tykaji-a-jak-je-splnit>
- [42] FOTOVOLTAIKA S AKUMULACÍ DO BATERIÍ. *Terms Energy* [online]. 2023 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <http://www.termsenergy.cz/fve-c36>
- [43] Technologie do novostavby, s nimiž ušetříte. *Hlavní stránka - Magazín NejŘemeslníci* [online]. 2022, 2023 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.nejremeslnici.cz/blog/planujete-novostavbu-zname-technologie-s-nimiz-usetrite/>
- [44] ČSN EN 378-2 (140647): Chladicí zařízení a tepelná čerpadla - Bezpečnostní a environmentální požadavky - Část 2: Konstrukce, výroba, zkoušení, značení a dokumentace. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.
- [45] Rekuperace: Vše, co o ní potřebujete vědět. *Hlavní stránka - Magazín NejŘemeslníci* [online]. 2023, 2022 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.srovnejto.cz/blog/rekuperace-vse-co-o-ni-potrebuje-vedet/>
- [46] Měření kvality vzduchu v obytných a rodinných domech. *Obchod se vzduchotechnikou* [online]. 2022 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.vzduchotechnika-ventilace.cz/mereni-kvality-vzduchu-v-obytnych-a-rodinnych-domech.html>
- [47] Čidlo NL-ECO-CO2-BA s BOOST tlačítkem. *Protronix s.r.o* [online]. 2016 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.cidla.cz/produkty/cidla-oxidu-uhliciteho/cidlo-nl-eco-co2-ba-s-boost-tlacitkem/>
- [48] Inovace Schüco v oblasti akustiky: I při větrání otevřenými okny lze snižovat hluk zvenčí - TZB-info. *TZB-info* [online]. 2023, 2019 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/okna-dvere/18712-inovace-schuco-v-oblasti-akustiky-i-pri-vetrani-otevrenymi-okny-lze-snizovat-hluk-zvenci>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

BUS	Sběrnice
CCTV	Closed circuit television – uzavřený televizní okruh
ČSN	Česká Soustava Norem
EC	Electronically Commutated - elektricky komutované synchronní motory
FVE	FotoVoltaická Elektrárna
IPS	Integrovaný Poplachový Systém
KNX	Konnex nebo connectivity
LCD	A Liquid Crystal Display
NVR	Network Video Recorder – síťový videorekordér
PC	Personal Computer – osobní počítač
PGM	ProGrammable Outputs – programovatelné výstupy
PIR	Passive Infra Red
PLC	Programmable Logic Controller - programovatelný logický automat
ppm	parts per million
PZTS	Poplachové Zabezpečovací a Tísňové Systémy
RFID	Radio Frequency Identification
SKV	Systém Kontroly Vstupy
SMS	Short Message Service – krátká textová zpráva
SW	SoftWare
TCP	Transmission Control Protocol
USB	Universal Serial Bus – univerzální sériová sběrnice
VZT	VZduchoTechnika

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1. Rozdělení hardwarové integrace (vlastní tvorba).....	13
Obrázek 2. Rozdělení funkcí softwarové integrace (vlastní tvorba) .....	19
Obrázek 3. Schéma komponentů větrací jednotky [4].....	24
Obrázek 4. Axiální a radiální ventilátor [6].....	25
Obrázek 5. Princip protiproudého deskového a rotačního výměníku [8] .....	27
Obrázek 6. Dva druhy flexibilní hadice ED FLEX [11].....	31
Obrázek 7. Návrh domu – bokorys [15] .....	42
Obrázek 8. Návrh domu – půdorys [16] .....	42
Obrázek 9. Rekuperační jednotka Duplex 380 ECV5 [20] .....	46
Obrázek 10. Návrh potrubí rekuperačního systému viz. P1 (vlastní tvorba).....	49
Obrázek 11. Základní deska regulace aMotion aM-CL [24] .....	52
Obrázek 12. Volitelná základní deska aM-IO18 [24].....	52
Obrázek 13. Ovládání rekuperační jednotky pomocí PGM výstupů (vlastní tvorba) .....	54
Obrázek 14. Ovládání rekuperační jednotky pomocí KNX protokolu (vlastní tvorba).....	55
Obrázek 15. Návrh umístění PZTS viz. P2 (vlastní tvorba) .....	57
Obrázek 16. Blokové schéma technicky zařízeného domu (vlastní tvorba).....	61
Obrázek 17. Detektor CO <sub>2</sub> s indikací úrovně ovzduší. [47] .....	62

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1. Přehled rozdělení norem poplachových systémů [13].....	34
Tabulka 2. Požadavky na větrání obytných budov [14] .....	37
Tabulka 3. Navržená intenzita větrání (vlastní tvorba).....	43

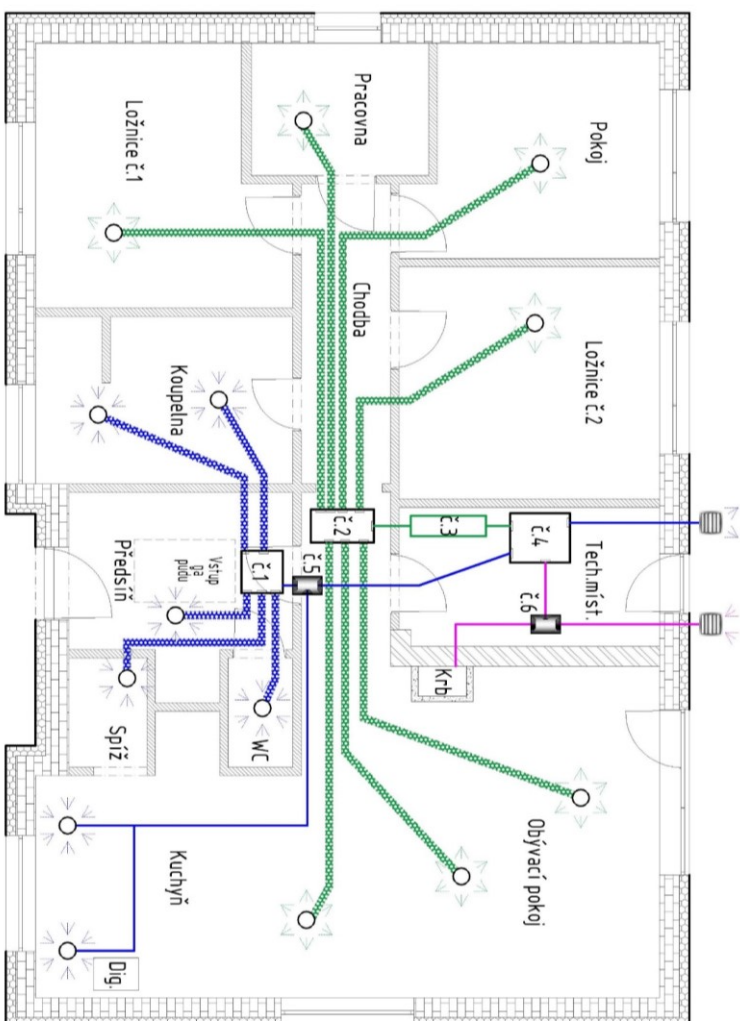


## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha P I: Návrh potrubí rekuperačního systému

Příloha P II: Návrh umístění PZTS

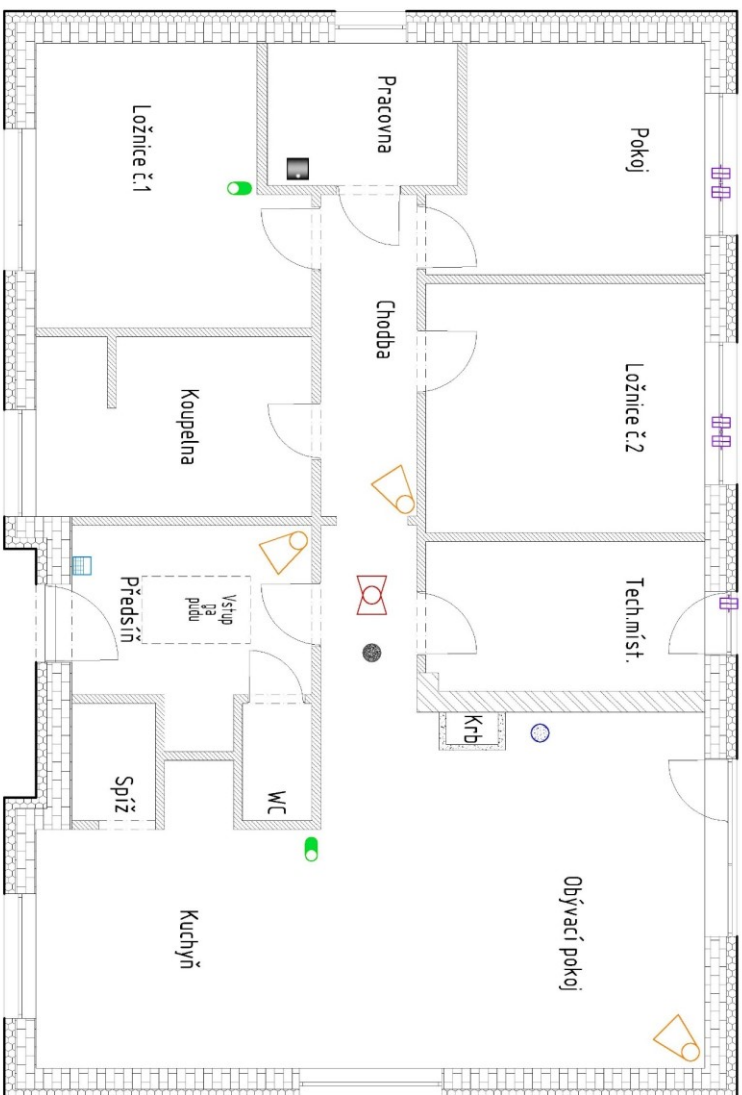
# PŘÍLOHA P I: NÁVRH POTRUBÍ REKUPERAČNÍHO SYSTÉMU











LEGENDA	
	Vzduchotech. vedení, nasávání
	Vzduchotech. vedení, odsávání
	Okruh pro ohřívání vzduchu
	Okruh pro odvědní vzduchu
	Okruh pro přivádění vzduchu

Vypracovali:	P. Tošovský
Typ výkresu:	Návrh rekuperace
Datum:	4./2023
Formát:	A4
Měřítko:	Výkres č.
<b>1 : 50</b>	<b>01</b>

## PŘÍLOHA P II: NÁVRH UMÍSTĚNÍ PZTS



LEGENDA	
	PIR + MW detektor
	Ústředna
	Detektor tříštění skla
	Sírěna
	Magnetický kontakt
	Klávesnice
	Teplotní detektor
	Detektor kouře

Vypracoval:	P. Tošovský
Typ výkresu:	Návrh zabezpečení
Datum:	4./2023
Formát:	A4
Měřítko:	Výkres č.
<b>1 : 50</b>	<b>02</b>