

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí
Katedra technologických zařízení staveb



**Automatizované řízení a ochrana tepelných čerpadel
prostřednictvím PZTS**

bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Jan Hart, Ph.D.
Autor práce: Jakub Mantlík

Praha 2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jakub Mantlík

Vodní hospodářství

Název práce

Automatizované řízení a ochrana tepelných čerpadel prostřednictvím PZTS

Název anglicky

Automated control and protection of heat pumps by using PZTS

Cíle práce

Bakalářská práce je tematicky zaměřena na problematiku zabezpečení a ovládání tepelných čerpadel prostřednictvím PZTS. Hlavním cílem je provést návrh zabezpečení a automatizovaného ovládání tepelných čerpadel.

Dílní cíle bakalářské práce jsou:

- vytvořit přehled řešené problematiky,
- charakterizovat nejpoužívanější tepelná čerpadla,
- zhodnotit možnosti zabezpečení a automatizace u tepelných čerpadel.

Metodika

Metodika řešené problematiky bakalářské práce je založena na studiu a analýzách odborných informačních zdrojů. Vlastní řešení je realizováno formou návrhu zabezpečení a automatizace tepelných čerpadel prostřednictvím PZTS. Na základě rozboru teoretických poznatků a výsledků hodnocení budou formulovány závěry bakalářské práce.

Doporučený rozsah práce

30 až 40 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Klíčová slova

tepelné čerpadlo, poplachové zabezpečovací a tísňové systémy, automatizace

Doporučené zdroje informací

HEŘMAN, J., et al.: Elektrotechnické a telekomunikační instalace. Praha: Verlag Dashöfer, 2008. ISSN 1803-0475.

KŘEČEK, S., a spol.: Příručka zabezpečovací techniky. Blatná: Circetus, 2006. 313s. ISBN 80-902938-2-4.

UHLÁŘ, J.: Technická ochrana objektů, II.díl, Elektrické zabezpečovací systémy II. Praha: PA ČR, 2005. 229s. ISBN 80-7251-189-0.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Hart, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 3. 2. 2016

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 2. 2016

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 14. 02. 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Automatizované řízení a ochrana tepelných čerpadel prostřednictvím PZTS“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jana Harta, Ph.D. za pomoci literárních děl a dalších informačních zdrojů, které jsou uvedeny v seznamu literatury a použitých zdrojů na konci práce. Prohlašuji, že všechny použité zdroje, ze kterých byly čerpány informace pro tuto práci, jsou uvedeny v této kapitole.

V Praze dne 17.4.2017

.....
Jakub Mantlík

Poděkování

Za cenné rady, věcné připomínky, vstřícnost při konzultacích a vedení při vypracovávání bakalářské práce bych rád poděkoval Ing. Janu Hartovi, Ph.D.

Dále bych rád poděkoval panu Jiřímu Šnajberkovi, majiteli firmy PRAGOCLIMA, spol. s r.o. za poskytnutí cenných provozních a technických informací.

Automatizované řízení a ochrana tepelných čerpadel prostřednictvím PZTS

Abstrakt:

Cílem této bakalářské práce je přehled a použití jednotlivých typů tepelných čerpadel, popisuje jednotlivé typy automatizovaného řízení a ochrany prostřednictvím prostředků poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů. V kapitole věnované tepelným čerpadlům porovnává jednotlivé typy s popisem jejich předností, nedostatků a vhodností použití. V dalších kapitolách jsou popisovány prvky systémů EPS, PZTS, CCTV, MZS a automatizované systémy řízení budov, které mohou ovládat i tepelná čerpadla. V závěru bakalářské práce jsou popsány typové instalace tepelných čerpadel, jejich zabezpečení a automatizované řízení, a to jak v rezidentní, tak i průmyslové výstavbě.

Klíčová slova: tepelná čerpadla, automatizace, poplachové zabezpečovací a tísňové systémy

Automated control and protection of heat pumps by using PZTS

Summary:

The aim of this bachelor's thesis is overview and use of various heat pumps types, describes different types of automated management and protection via security alarm and emergency systems. The chapter related to heat pumps compares different types by specifying their strengths, weaknesses and applicability. In the subsequent chapters are specified the elements of the fire alarm systems, intrusion detection, CCTV, MZS and automated building control systems that can be operated also by heat pumps. The conclusion of the thesis describes the types of heat pumps installation, their security and automated management both in the residential as well as industrial construction.

Keywords: heat pumps, automation, alarm security and emergency systems

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Cíl práce.....	10
3. Metodika.....	11
4. Tepelná čerpadla.....	12
4.1 Tepelné čerpadlo země – voda.....	12
4.1.1 Geotermální vrty.....	13
4.1.2 Plošný kolektor.....	13
4.2 Tepelné čerpadlo voda – voda.....	14
4.2.1 Studny.....	14
4.2.2 Vodní toky a nádrže.....	15
4.3 Tepelné čerpadlo vzduch – voda.....	16
4.4 Tepelné čerpadlo vzduch – vzduch.....	16
4.5 Nejpoužívanější tepelná čerpadla.....	17
4.6 Ovládání provozu tepelného čerpadla.....	18
5. Zabezpečovací systémy pro ochranu a automatizaci čerpadel.....	20
5.1 PZTS – Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy.....	20
5.1.1 Prvky plášťové ochrany.....	20
5.1.2 Prvky tísňové ochrany.....	21
5.1.3 Ovládací zařízení.....	21
5.1.4 Poplachové ústředny.....	22
5.1.5 Signalizační (výstražná zařízení).....	22
5.1.6 Prvky prostorové ochrany.....	22
5.1.7 Prvky předmětové ochrany.....	23
5.1.8 Čidla speciální.....	23
5.1.9 Prvky venkovní obvodové (perimetrické ochrany).....	23
5.1.10 Přenosová zařízení.....	24
5.2 CCTV – Systém průmyslové televize.....	24
5.3 EPS – Elektronická požární signalizace.....	25
5.3.1 Požární hlásiče manuální – tlačítkové.....	25
5.3.2 Požární hlásiče automatické.....	26
5.3.3 Ústředna EPS.....	27

5.3.4	Požární poplachová zařízení	28
5.3.5	Samočinné zařízení požární ochrany	29
5.4	MZS – Mechanické zábranné systémy	29
5.4.1	Prostředky obvodové ochrany.....	30
5.4.2	Prostředky objektové ochrany.....	30
5.4.3	Prostředky individuální ochrany	30
6.	Automatizované systémy řízení a ochrany	31
6.1	MODBUS	31
6.2	BACnet	32
6.3	LonWorks	33
6.4	KNX.....	34
7.	Výsledky a přínos práce.....	36
8.	Diskuze	42
9.	Závěr	43
10.	Citovaná literatura.....	44
10.1	Tištěná literatura	44
10.2	Internetové zdroje	45
10.3	Zdroje obrázků	46

1. Úvod

Tepelná čerpadla se začala používat v polovině 20. století, zájem o jejich používání se měnil s ohledem na ceny energií. Byla období nárůstů montáží v době, kdy cena energií stoupala a při poklesu těchto cen docházelo rovněž i k poklesu zájmu o tato zařízení. Tepelná čerpadla prošla v poslední době mohutným vývojem a jejich účinnost se výrazně zvýšila. V současné době tepelná čerpadla zaznamenávají velký nárůst prodeje a montáží, zejména vlivem různých dotačních titulů (např. Nová zelená úsporám). Nárůst cen energií klade velký důraz na efektivitu a hospodárnost tepelných čerpadel. Proto vznikají nové systémy zabezpečení a řízení, které zabezpečí optimální a na obsluhu jednoduchý provoz a zároveň chrání instalovaná tepelná čerpadla.

Zaměření je na přehled a vlastnosti jednotlivých typů tepelných čerpadel, přehled zabezpečovacích systémů a řídicích systémů pro jednotlivé typové instalace. Rezidenční systémy v současné době procházejí velkým rozvojem. Vycházejí z již používaných komerčních systémů, ale jsou optimalizované pro rodinné a obytné domy. Komerční a průmyslové instalace jsou modulární a mohou být použity jak pro malé, tak i velmi rozsáhlé instalace. Jelikož je problematika komerčních aplikací velmi rozsáhlá, pozornost se soustřeďuje na instalaci tepelného čerpadla v rezidenční budově a rodinném domě. V těchto typech budov je největší nárůst instalací tepelných čerpadel. Různé typy tepelných čerpadel umožňují instalace jak do novostaveb, tak i do rekonstruovaných budov a to bez nutnosti výměny celého topného systému.

V části věnované návrhu zabezpečení je popisováno zařízení určená bezprostředně k ochraně tepelného čerpadla použitého v typové instalaci. Návrh neřeší celý řídicí systém, pouze použité periferie. Předpokládá se napojení na systém ovládající zbytek objektu, ke kterému se tepelné čerpadlo připojuje.

2. Cíl práce

Cílem je seznámit se s možnostmi zabezpečení a ochrany provozu tepelných čerpadel a s možnostmi jejich automatizovaného provozu a řízení. S typy tepelných čerpadel, možnostmi jejich připojení na automatizované systémy řízení a na možnost ochrany prostřednictvím PZTS (poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů). Součástí práce budou porovnány náklady na typové instalace a navržen systém ochrany a automatizovaného řízení.

Dílčí cíle bakalářské práce jsou:

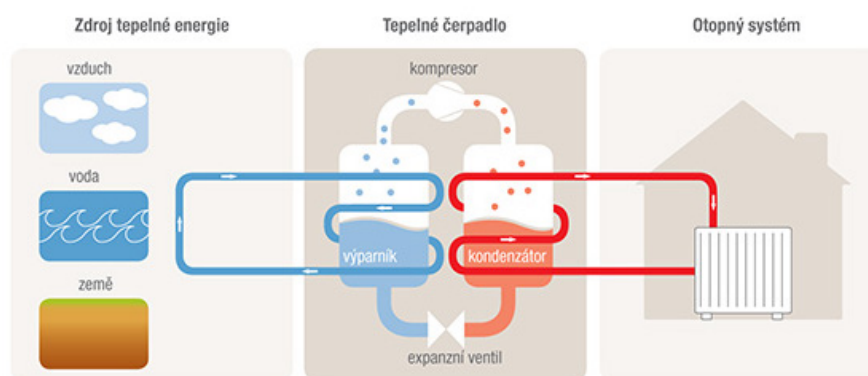
- vytvořit přehled řešené problematiky
- charakterizovat nejpoužívanější tepelná čerpadla
- zhodnotit možnosti zabezpečení a automatizace u tepelných čerpadel

3. Metodika

Rešerší vhodné dostupné literatury a po zajištění a prostudování technické dokumentace výrobců tepelných čerpadel, výrobců MZS, PZTS, EPS, CCTV a výrobců systémů chytrých domů vyberou se vhodné komponenty pro řízení a ochranu. Představí se jednotlivé typy tepelných čerpadel a jednotlivé okruhy čidel, jak systémů PZTS, tak i ostatních podpůrných systémů pro ochranu provozu a možnosti nejběžnějších řídicích systémů. Po určení typových instalací bude posouzeno umístění tepelného čerpadla a navržen způsob jeho ochrany a vhodný řídicí systém pro danou instalaci. Budou posouzeny variantní místa instalace s ohledem na způsob zabezpečení a ceny zhotovení systému nutného pro efektivní a ekonomickou ochranu provozu tepelného čerpadla a jeho řízení.

4. Tepelná čerpadla

Tepelné čerpadlo se skládá ze čtyř základních částí okruhu výparníku, kompresoru, kondenzátoru a expanzního ventilu. Teplo, které se odebere venkovnímu prostředí se ve výparníku předá kapalnému chladivu při nízké teplotě. Toto teplo ohřeje chladivo, a to změni skupenství kapalné v plynné. Vzniklé páry chladiva jsou v kompresoru stlačeny na vysoký tlak a tím dojde k zahřátí chladiva. To je přivedeno do kondenzátoru, kde předá vzniklé teplo do otopného systému. V expanzním ventilu dochází ke snížení tlaku chladiva na původní hodnoty ve výparníku a tímto je okruh uzavřen (Kilinger, 2012; TZB-info, 2017).



Obr. č. 1: Princip tepelného čerpadla (URL 1)

4.1 Tepelné čerpadlo země – voda

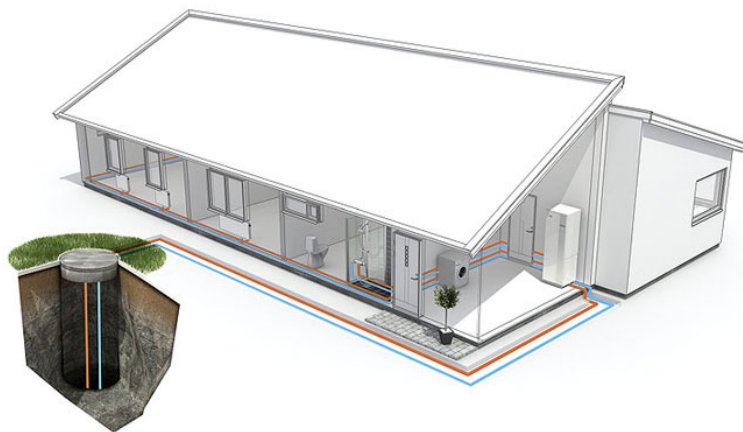
Tepelná čerpadla země – voda poskytují nejideálnější prostředí pro provoz. Tato čerpadla získávají teplo z přirozeného tepla hornin v hloubkách více než 5 metrů, kde se teplota pohybuje okolo 10 °C po celý rok. Rozlišujeme dva druhy získávání tepla ze země, a to hlubinnými vrtly nebo prostorovými kolektory. Z ekonomiky provozu je výhodnější získávání tepla z vrtů, neboť prostorové kolektory mohou být více ovlivněny venkovním klimatem (Karlík, 2009).

- Výhody
 - Stabilní teplota půdy
 - Tichý chod
 - Navrhuje se na tepelné ztráty objektu
 - Dlouhá životnost

- Nevýhody
 - Vyšší pořizovací cena
 - Vyšší nároky na umístění
 - Kolektor nevhodný na svažitém terénu
 - Kolektor – vliv na vegetaci nad ním
 - Problematická instalace v zastavěném území

4.1.1 Geotermální vrty

Geotermální vrty slouží k přenosu tepla z horninového prostředí do teplotnosného média a předání tepla do vnitřního prostředí budov. Vrtý jsou vstrojeny plastovým potrubím, ve kterém cirkuluje nemrznoucí směs. Hloubka vrtů je obvykle od 50 do 150 metrů, může být i hlubší dle složení hornin pod objektem. Vrt může být jeden nebo i více, pro dosažení potřebného tepelného výkonu (Karlík, 2009; Rozehnal, 2011).

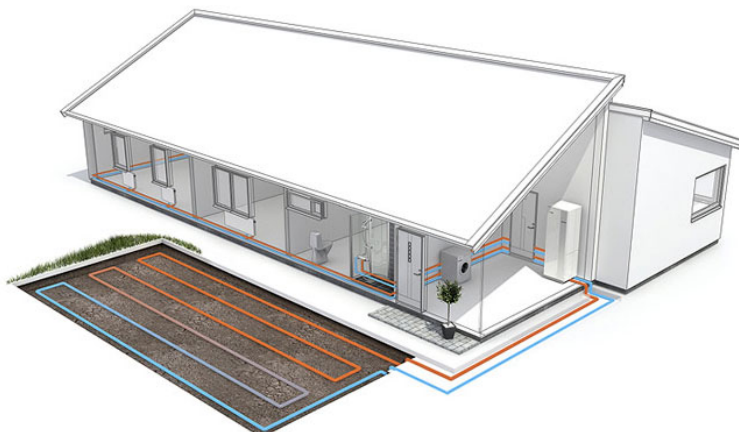


Obr. č. 2: Vrt pro tepelné čerpadlo země – voda (URL 2)

4.1.2 Plošný kolektor

Nutná velká plocha pozemku pro zhotovení kolektoru, hloubka výkopu minimálně 2 metry (musí být v nezámrazné hloubce). Realizace buď výkopem celé plochy kolektoru a následné zasypání nebo formou výkopu rýh pro jednotlivé části kolektoru. V létě slunce ohřívá povrch půdy, teplo se akumuluje a prohřívá zeminu do hloubky buď přímou absorpcí, nebo prostřednictvím dešťových srážek.

V zimě je toto teplo odebíráno a předáváno vytápěcímu systému (Karlík, 2009; Miller a kol., 2009).



Obr. č. 3: Plošný kolektor pro tepelné čerpadlo země – voda (URL 3)

4.2 Tepelné čerpadlo voda – voda

Tepelná čerpadla voda-voda využívají energii která je naakumulována ve vodě, a to jak tekoucí, tak i stojaté v nádržích.

Spodní voda si udržuje po celý rok stálou teplotu v rozmezí 8-12 °C. Na základě této stabilní teploty je topný faktor po celý rok příznivý.

Povrchová voda má kolísající teplotu a tím i kolísající topný faktor (Karlík, 2009).

- Výhody
 - Krátká doba návratnosti
 - Nižší pořizovací cena
- Nevýhody
 - Vysoké nároky na množství vody
 - Vysoké nároky na chemické složení vody
 - Málo vhodných lokalit
 - Administrativní zátěž (povolení správců toků)

4.2.1 Studny

Systém vyžaduje dvě studny ve vzdálenosti 10-15 metrů od sebe mezi čerpací a vsakovací studnou, jedna slouží k čerpání vody do tepelného čerpadla a druhá k vypouštění vody proteklé tepelným čerpadlem. Největším problémem pro použití

tohoto systému je dostatečně kapacitní pramen v čerpací studni a vhodné chemické složení vody. Vsakovací studna musí být po toku od čerpací studny, aby nedošlo k tzv. „zkratování průtoku vody“ (Srdečný, Truxa, 2005; Karlík, 2009).



Obr. č. 4: Vrty studní pro tepelné čerpadlo voda – voda (URL 4)

4.2.2 Vodní toky a nádrže

Tam kde je dostatečně velký vodní tok nebo nádrž, které v zimě nezamrzají, je vhodné použít tepelné čerpadlo s kolektorem ve dně. Použití vodních ploch je ve využívání jako zdroj tepla spíše raritou, protože je to spojeno s velkou administrativou a zejména povolením správce toku. Problémem je také kolísání teploty vodního zdroje (Karlík, 2009; Miller a kol., 2009).



Obr. č. 5: Plošný kolektor pro tepelné čerpadlo voda – voda (URL 5)

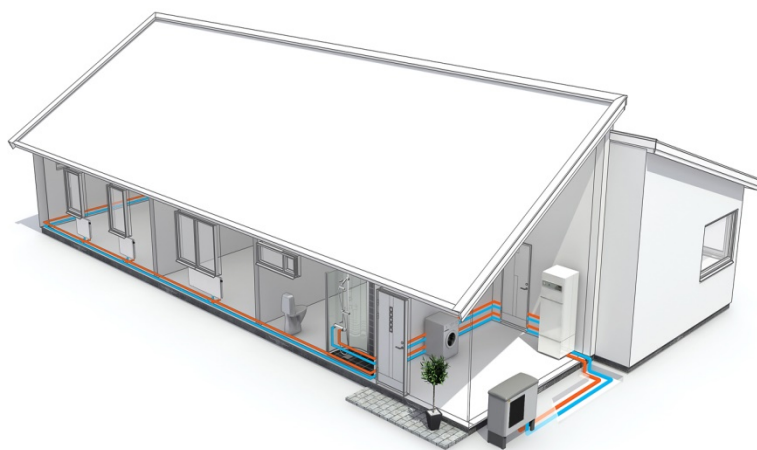
4.3 Tepelné čerpadlo vzduch – voda

Nejrozšířenější tepelné čerpadlo, využívající teploty venkovního prostředí. Moderní systémy pracují až do teploty venkovního vzduchu - 25 °C. Nevýhodou tohoto systému je klesající topný faktor s klesající teplotou.

Skládají se většinou ze dvou jednotek: venkovní a vnitřní. U tohoto provedení je propojení mezi oběma jednotkami provedeno chladivovým okruhem. Při výpadku elektrické energie nehrozí zamrznutí propojovacího potrubí.

Vyrábějí se i jednodílné systémy (monoblok), kde jsou veškeré systémy umístěny v jedné jednotce. Zde je nutné tepelně chránit propojovací potrubí s budovou (Srdečný, Truxa, 2005; Karlík, 2009).

- Výhody
 - Nižší pořizovací náklady
 - Univerzálnost použití
 - Malé prostorové nároky
- Nevýhody
 - Za extrémních mrazů nižší účinnost
 - Při instalaci nutno brát ohledy na hluk vznikající provozem



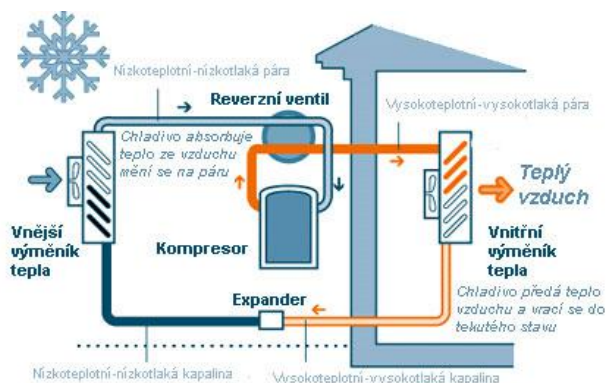
Obr. č. 6: Tepelné čerpadlo vzduch – voda (URL 6)

4.4 Tepelné čerpadlo vzduch – vzduch

Je to systém, který nepoužívá k přenosu tepla do vnitřního prostoru ohřev radiátory nebo podlahovým vytápěním, ale ohřev je zajištěn pouze

vzduchotechnickou jednotkou, jednou (split) nebo více (multisplit), nebo výměníkem v potrubí vzduchotechniky. Dochází tedy k přenosu tepla z chladiva přímo do vzduchu za použití ventilátoru, který prohání vzduch přes výměník (Karlík 2009; Tezamo, 2017).

- Výhody
 - Nízké pořizovací náklady
 - Jednoduchá a rychlá montáž
 - Mimo topení je jednotka zároveň klimatizací
 - Jednotky mohou čistit a zvlhčovat vzduch
 - Jednoduché řízení teploty v jednotlivých místnostech
- Nevýhody
 - Nedokáže připravit teplou užitkovou vodu
 - Hlukový vjem od venkovní a vnitřní jednotky



Obr. č. 7: Tepelné čerpadlo vzduch – vzduch (URL 7)

4.5 Nejpoužívanější tepelná čerpadla

Podle přehledů získaných z podkladů Ministerstva průmyslu a obchodu vyplývá, že nejvíce používaným tepelným čerpadlem je typ vzduch – voda. Je to zejména z důvodu pořizovacích nákladů a jednoduchosti instalace (Bufka, 2014).

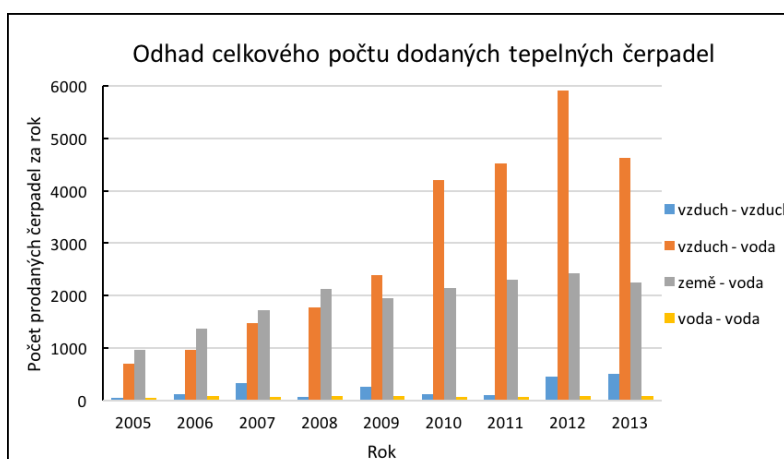
Z důvodu příznivých klimatických podmínek v České republice je vhodné používat tepelná čerpadla vzduch – voda a vzduch – vzduch, protože průměrná teplota vzduchu v topné sezóně (říjen – březen) je 1.96 °C. Jelikož nejmodernější

tepelná čerpadla dokáží ještě při teplotě $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ pracovat s efektivním topným faktorem (Kilinger, 2012).

Podle Tab. č. 1 jsou nejméně používaná čerpadla typu voda – voda, a to z důvodu nedostupnosti vodních toků a nedostupnosti dostatečně vydatných pramenů spodní vody.

Rok	Druh tepelného čerpadla				Celkem
	vzduch – vzduch	vzduch – voda	země – voda	voda – voda	
2005	47	693	958	55	1753
2006	122	964	1362	84	2532
2007	338	1482	1730	62	3612
2008	60	1769	2125	78	4032
2009	254	2386	1959	87	4686
2010	118	4212	2150	74	6554
2011	105	4525	2296	65	6991
2012	454	5907	2425	76	8862
2013	508	4623	2258	82	7471

Tab. č. 1: Vývoj prodeje tepelných čerpadel v letech 2005-2013 (URL 8)



Obr. č. 8: Vývoj prodeje tepelných čerpadel v letech 2005-2013 (URL 8) – upraveno Mantlík

4.6 Ovládání provozu tepelného čerpadla

- **Prostorový termostat:** je základním prvkem systému lokálního ústředního vytápění. Teplota se řídí nastavením požadované teploty v referenční

místnosti a termostat porovnáním požadované a aktuálně změřené teploty zapíná a vypíná zdroj tepla (Matz, 2009).



Obr. č. 9: Prostorový termostat (URL 9)

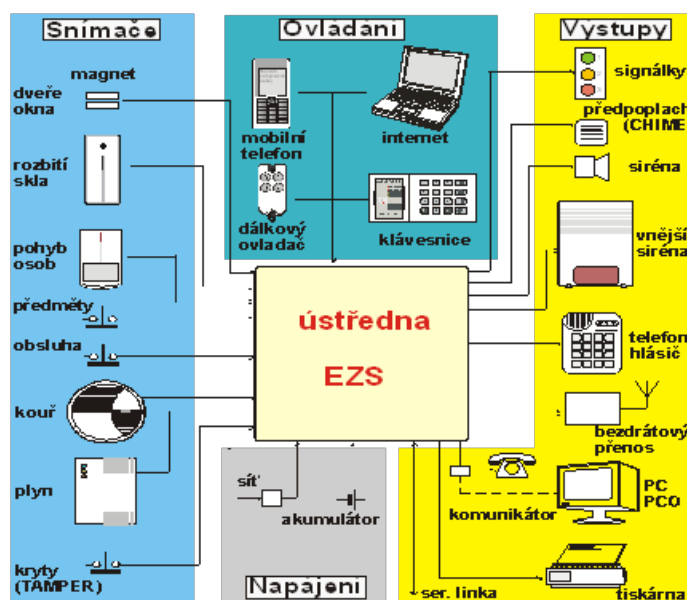
- **Teplota vratné vody:** je systémové ovládání provozu tepelného čerpadla na základě porovnávání teploty topné a vratné vody, regulace teploty v místnostech pouze termostatickými hlavicemi.
- **Systém inteligentní budovy:** je ovládání přes internet, snímačem teploty a řízení programem v microprocesoru, nebo např. v systému KNX.

5. Zabezpečovací systémy pro ochranu a automatizaci čerpadel

Je to soustava elektronických systémů, které řídí a chrání tepelná čerpadla před krádeží, požárem a vandalismem. Řídicí systémy zajišťují optimální chod řízeného zařízení a zároveň ho chrání proti poškození vlastním provozem.

5.1 PZTS – Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy

Zařízení poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů je souhrn čidel, prostředků poplachové signalizace, tísňových hlásičů, zapisovacích a ovládacích zařízení, ústředěn a přenosových zařízení. Vyhlášení poplachu je opticky nebo akusticky oznamováno na příslušném místě hlídaného objektu nebo prostoru (Křeček a kol., 2003; Kindl, 2004).



Obr. č. 10: Blokové schéma PZTS (URL 10)

5.1.1 Prvky plášťové ochrany

Slouží k signalizaci otevření, případně porušení prostupu pláště budovy (oken, dveří, vrat).

- **Magnetické kontakty:** skládají se vždy ze dvou dílů – jazýčkového kontaktu a permanentního magnetu.
- **Čidla na ochranu skleněných ploch:** rozbití skla způsobuje tlakovou vlnu a osobitý zvuk, který se sklem šíří jako chvění v tuhém tělese. Toto chvění zachytí čidlo pevně spojené s hmotou skla. Dále se používají akustická čidla, která nevyhodnocují chvění skla, ale reagují na charakteristický zvuk při rozbití skla.

- **Mechanické kontakty:** jsou to mikrospínače zabudované do rámců proti západce zámku.
- **Vibrační čidla:** slouží pro hlídání destrukce stěn a ostatních stavebních dílů. Hlídnají nejvíce ohrožená místa možného průrazu zdi a ostatních stavební konstrukcí.
- **Poplachové fólie, tapety, polepy a poplachová skla:** obsahují ve své konstrukci jemné drátky, které při narušení prasknou a vyhlásí poplach.
- **Drátová čidla:** jsou to jemná lanka připojená k mikrospínači. Používají se uvnitř větších průřezů potrubí vzduchotechniky a jiných prostupů do objektu.
- **Rozpěrné tyče:** mechanická zábrana spojená s mechanickým spínačem. Odstraněním tyče spínač sepne (Křeček a kol., 2003; Uhlář, 2005).

5.1.2 Prvky tísňové ochrany

Je to zařízení, které je určeno k ochraně zaměstnanců a veřejnosti v případě bezprostředního ohrožení.

- **Veřejné tísňové hlásiče:** jsou to spínače rozmístěné ve veřejném prostoru chráněné budovy, určené k vyvolání poplachového hlášení v případě ohrožení nebo napadení.
- **Skryté tísňové hlásiče:** jsou to magnetické kontakty nebo mikrospínače v podobě tlačítka nebo spínací lišty. Jsou určeny ke skrytému vyvolání poplachového hlášení v případě ohrožení.
- **Osobní tísňové hlásiče:** pracují bezdrátově v podobě přívěsků, náramků a náhrdelníků (Křeček a kol., 2003; Uhlář, 2005).

5.1.3 Ovládací zařízení

Jsou periferie, které umožňují autorizované osobě vstup do střeženého prostoru, a to buď mechanickou cestou nebo pomocí elektronické identifikace.

- Blokovací zámky
- Spínací a propouštěcí zámky
- Kódové klávesnice
- Ovládací a indikační díly
- Kartové a čipové ovládání
- Biometrické snímače (Křeček a kol., 2003; Uhlář, 2005).

5.1.4 Poplachové ústředny

Ústředna poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů je centrální zařízení, které shromažďuje data od čidel, vyhodnocuje tato data a reaguje na ně aktivací výstupních signalizačních a jiných zařízení, která hlásí a zobrazují narušení objektu. Pomocí vstupních karet, kódových zámků a vlastních ovládacích klávesnic, umožňuje uvést celý elektronický zabezpečovací systém nebo pouze jeho části do střeženého stavu či do klidového stavu (Křeček a kol., 2003; Uhlář, 2005).

- Klasické smyčkové ústředny
- Ústředny s přímou adresací
- Ústředny smíšeného typu
- Ústředny s bezdrátovým přenosem signálu od čidel

5.1.5 Signalizační (výstražná zařízení)

Slouží k upozornění a výstraze obsluhy nebo veřejnosti, vizuálně a zvukově na vyhlášený poplach (Uhlář, 2005; Honey, 2007).

- Optická signalizace – světelné majáky
- Akustická signalizace – sirény
- Grafické tablo

5.1.6 Prvky prostorové ochrany

Vytváří alternativu, eventuálně doplněk k plášťové ochraně.

- **Pasivní infračervená čidla:** reagují na změnu teploty ve sledovaném prostoru.
- **Aktivní infračervená čidla:** vysílají infračervené světlo, při narušení dojde ke změně pozadí a přijímací část tuto změnu zjistí a signalizuje.
- **Ultrazvuková čidla:** reagují na změnu stabilního odrazu vlnění v pásmu ultrazvuku. Narušení prostoru změní tento odraz.
- **Mikrovlnná čidla:** stejná funkce jako ultrazvuková čidla pouze jiná frekvence vysílaného vlnění (mikrovlnné).
- **Kombinovaná duální čidla:** kombinace dvou výše uvedených čidel (Křeček a kol., 2003; Uhlář, 2005).

5.1.7 Prvky předmětové ochrany

Pro předmětovou ochranu je možno použít řadu prvků. Slouží pro ochranu jednotlivých předmětů, které nejsou pevně připevněny.

- **Otřesová čidla:** reagují na otřesy způsobené napadením chráněného prostoru např. trezorů.
- **Čidla na ochranu zavěšených předmětů:** jsou určena pro střežení zavěšených předmětů. Čidlo vyhodnocuje síly působící na hák.
- **Kapacitní čidla:** jsou určena k signalizaci doteku nebo i jen pouhého přiblížení k chráněné zóně (Křeček a kol., 2003; Uhlář, 2005).

5.1.8 Čidla speciální

Slouží ke skrytému jištění nášlapné plochy místnosti nebo pro jiné aplikace, kde narušení způsobí změnu tlaku.

- Tlaková čidla
- Nášlapné koberce (Křeček a kol., 2003).

5.1.9 Prvky venkovní obvodové (perimetrické ochrany)

Chrání a signalizují narušení prostoru ještě před chráněnými budovami nebo zařízeními. Instalují se většinou na okolní pozemky.

- **Mikrofonické kabely:** vibrace citlivého kabelu způsobené mechanickým vlivem se převede na elektrický signál a následně je zpracováván.
- **Infračervené závory a bariéry:** vysílač vysílá jeden nebo více infračervených paprsků, které zachycuje přijímač. Při ztrátě jednoho nebo více paprsků dochází k signalizaci narušení.
- **Mikrovlnné bariéry:** vytváří elektromagnetické pole, které narušitel poruší a systém vyhlásí poplach.
- **Štěrbinové kabely:** dva koaxiální kabely, které jsou uloženy v zemi do určené vzdálenosti. Vytváří mezi sebou elektromagnetické pole a v případě vstupu do tohoto pole dojde k vyhlášení poplachu.
- **Zemní tlakové hadice:** jsou hydraulická podzemní čidla. Jedná se o dvě paralelně položené dvě pružné hadice po celém obvodu pozemku.
- **Perimetrická pasivní infračervená čidla:** jsou venkovní infrapasivní čidla v robustní klimaticky odolné a vytápěné konstrukci (Uhlář, 2005; Honey, 2007).

5.1.10 Přenosová zařízení

Jsou určena k přenosu informací o vyhlášeném poplachu na pult centrální ochrany a na předem určená telefonní čísla a emailové adresy.

- Automatické telefonní hlásiče a voliče
- Bezdrátová přenosová zařízení (Křeček a kol., 2003; Honey, 2007).

5.2 CCTV – Systém průmyslové televize

Nejdříve je třeba říci, že CCTV označuje začáteční písmena anglických slov Closed Circuit Tele Vision (uzavřený televizní okruh), video z CCTV systému vidí pouze oprávněná osoba. Dnes CCTV nahrazuje pojem IP kamera. Pro zvolení vhodné kamery by měly rozhodovat její parametry a způsob použití. Jde především o rozhodnutí, zda použít analogovou nebo digitální, černobílou nebo barevnou, standartní nebo vysoké rozlišení a dodatkové nebo speciální funkce. Dále, zda budeme používat kamery s pevným nebo proměnlivým ohniskem, pevnou instalací nebo otočnou.

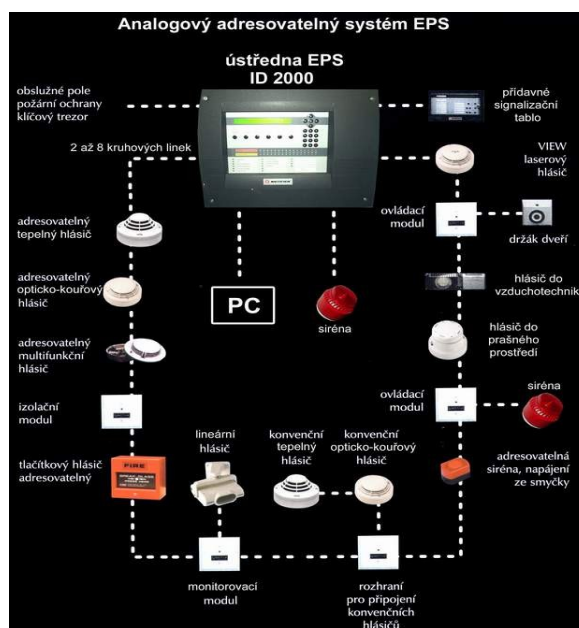
- **Monitory:** používají se k vizualizaci dějů snímaných kamerou nebo zaznamenaných na záznamovém zařízení.
- **Kamery:** dělí se na vnitřní a venkovní, liší se odolností k povětrnostním podmínkám, venkovní kamery mohou mít vyhřívaná pouzdra.
- **Kamerové přepínače:** dovolují zobrazit obraz z více kamer na jeden monitor (jedna po druhé).
- **Děliče obrazu, kvadrantový selektor:** umožňuje současné zobrazení obrazu z více kamer na jediný monitor.
- **Multiplexory:** je to zařízení pro vícekamerové systémy se záznamem čtyř až šestnácti kamer.
- **Videosenzor:** porovnávání obrazu v klidu, při narušení indikuje poplachový stav (Křeček, 1997; Křeček a kol., 2003; Uhlář, 2006).



Obr. č. 11: Kamerový systém (URL 11)

5.3 EPS – Elektronická požární signalizace

Elektronická požární signalizace je souhrn technických zařízení, která slouží k detekci požáru již při jeho vzniku a přivolává na místo vzniku požáru odpovědnou osobu, která je schopna rozhodnout, zda vznikající požár je schopna zlikvidovat nebo má přivolat hasičský záchranný sbor. Mezi zásadní funkce elektrické požární signalizace patří lokalizace místa požáru již v okamžiku vzniku požáru, spuštění poplachu a evakuace v zasažených objektech, spuštění protipožárních opatření (zařízení na odvod tepla a kouře spuštění ventilátoru v chráněných únikových cestách a spuštění samočinných hasicích systémů). U důležitých budov aktivuje automatické hlášení vzniku požáru na nejbližší základnu hasičského záchranného systému. Elektrická požární signalizace vytváří základní prvek požárně bezpečnostního zařízení, protože její význam výrazně převyšuje ostatní zabezpečovací systémy zejména z hlediska ochrany života a zdraví osob a hodnot chráněného majetku (Křeček a kol., 2003; Kindl, 2004).

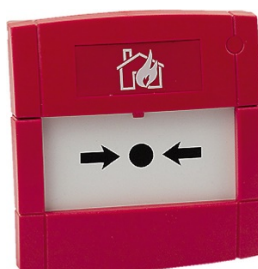


Obr. č. 12: Schéma systému EPS (URL 12)

5.3.1 Požární hlásiče manuální – tlačítkové

Jsou určena k vyhlášení okamžitého poplachu jedincem, který rozpozná požár nebo jiný ohrožující jev. Jsou pouze červené barvy a obsahují spínač. Tlačítkové hlásiče jsou konstruovány takovým způsobem, aby nemohlo dojít k svévolnému nebo nahodilému spuštění. Musí být možné stanovit polohu hlásiče, který poplach

zaktivoval. Pro aktivaci hlásiče je nutno rozbít sklíčko, to je naříznuté pro snadnější rozbítí a stlačit tlačítko překryté tímto sklíčkem. Musí umožňovat testovat funkce tlačítkového hlásiče, bez nutnosti rozbítí krycího sklíčka. K tomu slouží speciální klíč. Instalují se do míst se stálou obsluhou (vrátnice, strojovny, velíny atd.) nebo do prostor s pohybem osob (dílny, schodiště, chodby atd.). U systémů elektronické požární signalizace, lze volit také zpoždění odezvy na poplachový signál od hlásiče (autorizace). Tlačítkové hlásiče se integrují do systému tak, aby signalizovali poplachový stav ihned bez jakéhokoli zpoždění (Křeček a kol., 2003; Uhlář, 2006).



Obr. č. 13: Tlačítkový hlásič (URL 13)

5.3.2 Požární hlásiče automatické

Jsou to prvky, které signalizací poplachového stavu ukazují na změny prostředí při vypuknutí požáru jako je kouř, nárůst teploty, plameny nebo jejich kombinace. Příslušnými normami, nařízeními výrobce hlásiče a montážními instrukcemi se řídí rozmístění automatických hlásičů. Hlásiče musí korespondovat s předpokládaným typem ohně a jeho rozšiřování. Nejpoužívanější jsou tzv. bodové hlásiče. Nejčastěji jsou instalovány na strop nebo do určené výšky. Použitelnost hlásiče v určeném prostoru závisí na možných příčinách vzniku požáru, na směru proudění vzduchu, teplotách a ostatních vlivech, které mohou způsobovat plané popluchy. Plocha pokrytí je daná technickými parametry hlásiče. V případě nepokrytí střeženého prostoru jedním hlásičem je nutné použít takové množství, které pokryje celý prostor (Křeček a kol., 2003; Uhlář, 2006).

- Hlásiče teplotní
- Ionizační hlásiče kouře
- Bodové optické hlásiče kouře
- Hlásiče multisenzorové s využitím plynové detekce CO
- Optické hlásiče plamene

- Lineární optický hlásič
- Lineární teplotní detektor – teplotní kabel
- Požární videodetekce
- Aspirační (nasávací) požární hlásiče
- Hlásiče tlakové



Obr. č. 14: Teplotní čidlo (URL 14)



Obr. č. 15: Optickokouřový a tepelný detektor (URL 15)



Obr. č. 16: Optickokouřový detektor (URL 16)

5.3.3 Ústředna EPS

Ústředna elektronické požární signalizace je základní komponenta celého systému, ve které se shromažďují data ze všech hlásičů k systému připojených. Data z nich patřičným způsobem zpracovává a reaguje na ně příslušnou odezvou (vyhlášení poplachu, přenos signálu na PCO (pult centrální ochrany), poruchové stavy, aktivace samočinných hasicích zařízení, uzavření požárních dveří, klapek atd.). Ústředna průběžně diagnostikuje systém a lze programováním rozšiřovat stávající systém, napájí celý systém EPS. Ústředny EPS se dělí podle typu komunikace s hlásiči a podle jejich propojení.

- Ústředny konvenční neadresné
- Konvenční adresné
- Analogové
- Interaktivní

Dále se dělí podle počtu smyček. To určuje, kolik hlásičů je možné k dané ústředně připojit a jak velké objekty je schopna ústředna obsloužit (Dudáček, 1996; Křeček a kol., 2003; Uhlář, 2006).



Obr. č. 17: Ústředna EPS (URL 17)

5.3.4 Požární poplachová zařízení

Jsou to prvky, které po příjmu poplachového signálu zpracovaného ústřednou elektronické požární signalizace ho upraví do takové podoby, aby byla informace pro určené osoby srozumitelná. Srozumitelnou formou rozumíme podobu optické signalizace výstražnými majáky a akusticky tónem nebo slovem. Mezi akustické signalizační prvky patří různé druhy sirén, bzučáků, akustických piezoměničů.

V poslední době se akustické poplachové zařízení doplňují různými audiopaměťmi s předem namluveným hlášením. V případě propojení ústředny EPS na počítač (monitorovací software nebo pult centralizované ochrany) slouží jako signalizační zařízení také monitor počítače v ovládacím centru (Křeček a kol., 2003; Kindl, 2004).



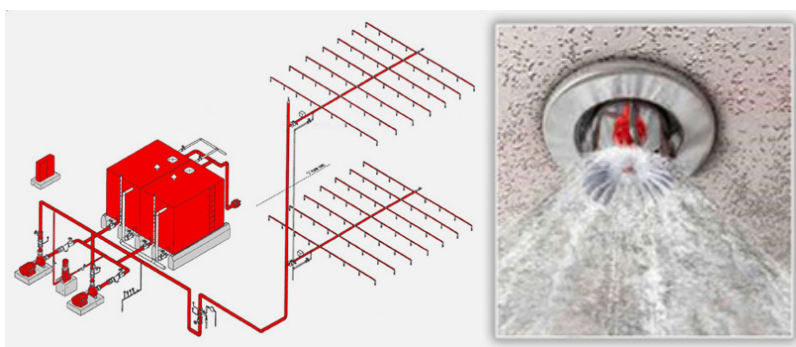
Obr. č. 18: Hlasová siréna (URL 18)



Obr. č. 19: Maják (URL 19)

5.3.5 Samočinné zařízení požární ochrany

Jedná se o automatizovaný řídicí systém požárně – bezpečnostního zařízení. Jsou to zejména nejrůznější typy SHZ (stabilní hasicí zařízení) a automatických hasicích zařízení používající jako hasivo vodu nebo inertní plyn. Mezi tyto prostředky patří i různé druhy dálkově ovládaných hasicích přístrojů, různé druhy požárních uzávěrů např. automaticky se uzavírající požární dveře, požární rolety a vrata. Při nutnosti nouzové evakuace z hořícího objektu elektromechanické zámky umožní odblokování chráněných dveří. K samočinnému zařízení požární ochrany patří také technika zajišťující odvětrání tepla a kouře v případě požáru, zajistí sjetí neevakuačních výtahů do nejnižšího podlaží a nafoukne chráněné únikové cesty nezávadným vzduchem. A mnoho dalších přístrojů a zařízení, které minimalizují nebezpečí a škody v případě požáru (Křeček a kol., 2003; Kindl, 2004).



Obr. č. 20: Schéma sprinklerů (URL 20)



Obr. č. 21: Nasávání (URL 21)



Obr. č. 22: Magnety (URL 22)

5.4 MZS – Mechanické zábranné systémy

Mezi mechanické zábranné systémy se počítají zejména prvky oplocení, vstupní dveře, okna, mříže, bezpečnostní zasklení, bezpečnostní fólie a uzamykací prostředky (Křeček a kol., 2003; Uhlář, 2004).

5.4.1 Prostředky obvodové ochrany

Prostředky obvodové ochrany se rozumí prvky vnějších mechanických zábranných systémů, které nejsou přímo spojeny s vlastním objektem a jsou od něj vzdáleny. Jsou na volné ploše, obvykle vytváří hranici pozemku.

Tuto hranici představují zejména zdi a ploty. Součástí oplocení bývají vrata, dveře, branky, závory a turnikety. Všechny prvky jsou pevně ukotveny, lze však použít i přenosné zábrany-zátaras a mobilní ploty (Křeček a kol., 2003; Uhlář, 2004).

- Zdi
- Ploty
- Průchozí prvky zdí a plotů
- Vrcholová ochrana
- Visací zámky a petlice

5.4.2 Prostředky objektové ochrany

Jedná se o všechny prvky, které zabraňují volnému vstupu do objektu. Jsou to všechny typy dveří, oken, vikýřů, zásobovacích a energetických šachet (Koníček, Kocábek, 2002; Křeček a kol., 2003).

- Dveře
- Okna
- Mříže

5.4.3 Prostředky individuální ochrany

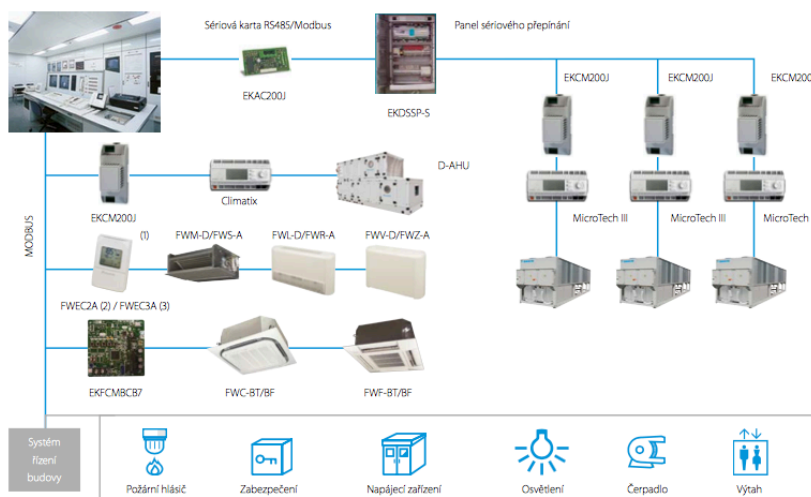
Mohou sloužit samostatně na úschovu finančních hotovostí, cenností, cenných papírů a důležitých dokumentů. Patří sem především různé druhy trezorů, ohnivzdorných skříní, příruční pokladny a manipulační schránky, vše v nejvyšším stupni bezpečnosti (Křeček a kol., 2003; Uhlář, 2004).

6. Automatizované systémy řízení a ochrany

V dnešní době, kdy je dáván důraz na úspory energií, dostávají se do popředí systémy řízení, které optimalizují spotřebu energií, řídí jejich provoz a tím i chrání tato zařízení před poškozením z provozu nebo vandalizmem. Následující kapitoly pojednávají o nejvíce rozšířených automatizačních systémech, zejména pro větší a rozsáhlejší budovy. Pro rodinné domy je nejvíce používán systém KNX, ale je více výrobců tzv. systémů chytrých domů např. gild, loxone, foxtrot atd (Valeš, 2006).

6.1 MODBUS

Je otevřený protokol pro komunikaci všech zařízení (PLC, I/O rozhraní, dotykové displeje). Umožňuje komunikaci po různých sítích a sběrnicích (RS 232, RS 485, Ethernet TCP/IP, MODBUS+). Pracuje na principu výměny datových zpráv mezi hlavním serverem a jednotlivými perifériemi. Tím se stává výhodným pro rozvoj i v dalších letech, neboť i přes vývoj nových typů sítí ho lze na ně aplikovat přes různé převodníky. Rychlost komunikace je dána typem využívané sítě.



Obr. č. 23: Schéma automatizovaného řízení systému modbus (URL 23)

MODBUS poskytuje spouštění a řízení pro průmyslová zařízení např. PLC/PAC (Programmable Logic Controller / Programmable Automation Controller), HMI (Human Machine Interface), I/O zařízení a podobně. Komunikace v systému je založena na základě žádosti od klienta na server, při kterém se přenášejí potřebná data, která server vyhodnotí a odešle potřebná data zpět klientovi.

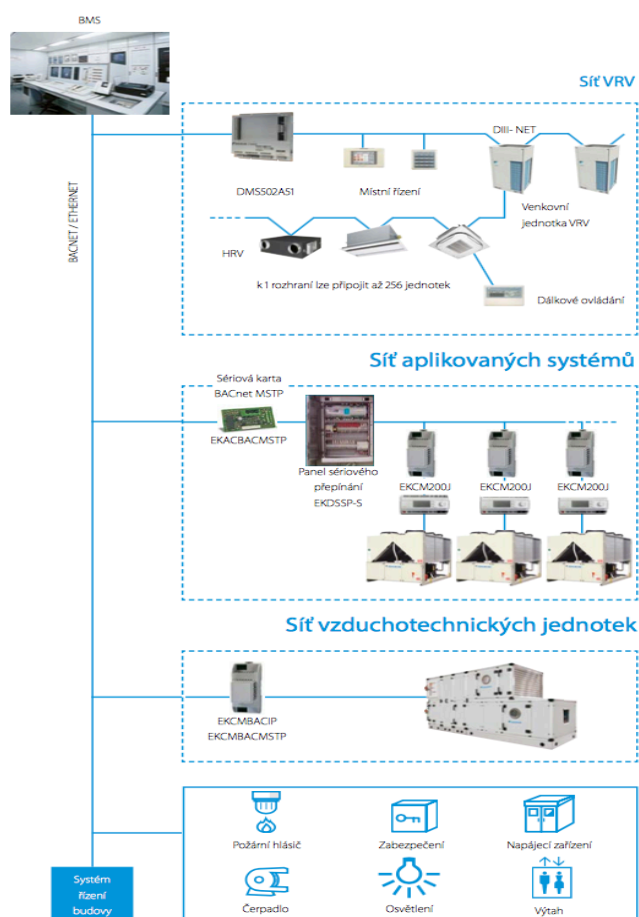
Při komunikaci systému MODBUS přes TCP/IP se uplatňuje MODBUS pouze v nejvyšší vrstvě aplikace. Další komunikace již probíhá přes ostatní sběrnice jako RS 232, RS 485 atd., tedy nezávisle na systému MODBUS.

MODBUS+ je modifikovaný systém s vyšší přenosovou rychlostí o rychlosti až 1Mb/s. Každá síť je schopna řídit až 64 adresovatelných zařízení (Budiardjo, 2003; Vajáček, 2004).

6.2 BACnet

Komunikační sběrnice BACnet (Building Automation and Control Networks) specifikuje většinu používaných funkcí jako jsou analogové hodnoty a dvoustavové vstupy a výstupy, ovládání a plánování. To znamená většinu vlastností nutných pro monitorování a řízení daného systému. Používá se proto pro automatizaci, řízení a komunikaci budov. Je založena na optické reprezentaci a organizaci vstupů a výstupů ve vizualizačním softwaru. Stav jednotlivých periférií jsou graficky zobrazeny na monitorech s aktuálním stavem těchto periférií. BACnet není klasická kompletní sběrnice, ale řídí a kontroluje jen nejvyšší vrstvy v řízení a na nižší úrovni využívá k přenosu dat zejména IP LAN nebo RS 485. Systém se nejvíce skládá z těchto základních jednotek: pracovní stanice, kontroléry, komunikační brány, směrovače a vlastního diagnostického systému. Systémy BACnetu jsou vhodné pro aplikaci do těchto systémů řízení: HVAC (topení, větrání a klimatizace), EPS, osvětlení, PZTS, CCTV, výtahů a jiných technologií. Všechny přístroje a periferie jsou charakterizovány popisem vlastností, které určují jejich chování a řídí jejich provoz. Tím že je jejich chování standardizováno tzn. přesně definováno, jsou tato zařízení snadno dekódovatelná a srozumitelná pro další aplikace. Dále jsou určeny příkazy pro práci s objekty a jejich obsluhu. Tyto příkazy jasně definují, co jedna jednotka systému požaduje od druhé jednotky a jaké úkony má vykonat. Komunikační protokoly byly vytvořeny tak, že splňují celosvětové požadavky na řízení a automatizaci budov.

Tento komunikační protokol a standart je moderní přístup k univerzální komunikaci chytrých zařízení. Je komplexní a umožňuje komunikovat zároveň s jinými protokoly na stávajících komunikačních sítích. Umožňuje komunikovat jak po ethernetu tak i internetu. Je však pro realizaci poměrně složitý (Kastner a kol., 2005; Vajáček, 2012).

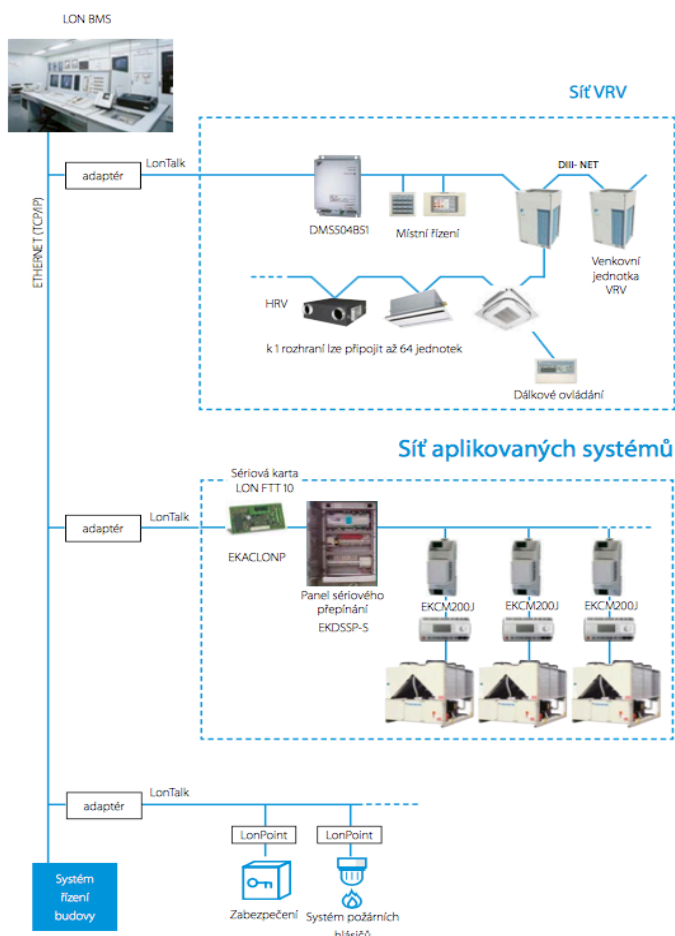


Obr. č. 24: Schéma automatizovaného řízení systému BACnet (URL 23)

6.3 LonWorks

Tato technologie je univerzální tím, že nabízí komunikaci po různých druzích vedení, a to včetně RS 485, rozvodu nízkého napětí 230 V a je možno i použít rozvodů kabelových televizí. Využívá se nejen pro řízení a automatizaci budov, ale i umožňuje dálkové odečty měřičů energií a řízení průmyslu. Skládá se z inteligentních zařízení a programovatelných uzlů, které spolu navzájem komunikují jedním protokolem. Uzly vysílají zprávy při změně stavu a podmínek nebo reagují na doručenou zprávu. Pro univerzálnost lze využít od řízení supermarketu až po velké

výrobní celky a od řízení domácností po mrakodrapy (Vojáček, 2005; Granzer a kol., 2006).

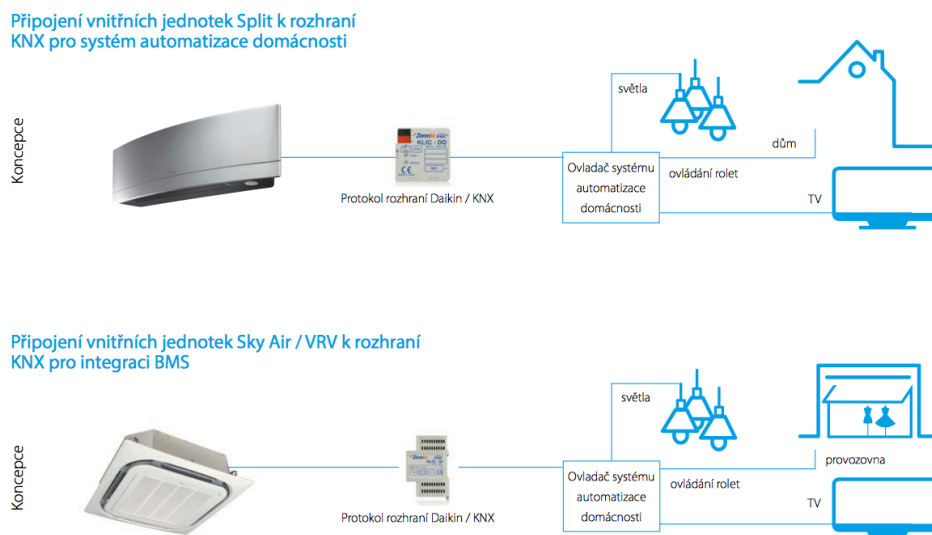


Obr. č. 25: Schéma automatizovaného řízení systému LonWorks (URL 23)

6.4 KNX

KNX je světový standard pro ovládání inteligentních budov a domácností. V instalaci je možno použít jednotlivé přístroje vyrobené různými výrobci vždy pokud mají na sobě logo KNX. Systém KNX umožňuje řízení jak malých, tak i velkých instalací. Je to všestranný systém a pomocí nejrůznějších logických vazeb a kvalitních přístrojů, které zaručují dlouhý bezporuchový chod. Jednotlivé přístroje mají inteligenci zabudovanou, a proto nepotřebují řídicí počítač. Zároveň pokud dojde k selhání jednoho přístroje nedochází ke zhroucení celého systému. Po výpadku proudu se samy nastaví do výchozího stavu. KNX definuje síťovou, transportní a aplikační vrstvu, vlastní hierarchii adresování, vlastnosti uzlů a komunikačních zařízení.

Používá se pro řízení a automatizaci budov, zabezpečovací zařízení, protipožární ochrany, libovolných procesů, bezpečnostních zařízení, MaR (měření a regulace), HMI (human-machine interface) a řídicích systémů v dopravě (Vojáček, 2006; Ruta a kol., 2011).



Obr. č. 26: Schéma automatizovaného řízení systému KNX (URL 23)

7. Výsledky a přínos práce

Z dostupných materiálů, informací, osobních rozhovorů s vedoucími pracovníky firem zabývajících se řešenou problematikou a vlastní zkušeností s montáží těchto zařízení je předkládám přehled současné techniky tepelných čerpadel, včetně rozšíření jednotlivých typů instalací. Zároveň se popisují možnosti ochrany a automatizovaného řízení prostřednictvím PZTS a dalších automatizačních systémů.

Tento návrh předkládá instalaci tepelného čerpadla vzduch – vzduch do rodinného domu 3+1 o celkové tepelné ztrátě 10 kW. Instalace řeší topení a chlazení v obytných místnostech. WC a koupelna jsou vyhřívány elektrickým podlahovým topením. V obývacím pokoji a kuchyni jsou rozmístěny nástěnné jednotky a v ostatních pokojích je provoz řešen pomocí parapetních jednotek. Systém je napojen na existující chytrou elektroinstalaci provedenou v systému KNX a přes rozhraní tento systém ovládá i jednotlivé jednotky systému tepelného čerpadla. Zabezpečení vlastního vnitřního systému je zajištěno zabezpečovacím systémem KNX a venkovní jednotka je chráněná oplocením pozemku a kamerovým systémem. Cenový návrh systému tepelného čerpadla vzduch – vzduch je v Tab. č. 2.

Název	ks	Cena bez DPH
Venkovní jednotka Daikin multi 10,4 kW	1	70 334 Kč
Vnitřní nástěnná jednotka Daikin Emura 2,5 kW	2	32 418 Kč
Vnitřní parapetní jednotka Daikin	2	33 386 Kč
Wifi ovladač	4	2 160 Kč
KNX rozhraní	1	6 925 Kč
Celkem		145 223 Kč

Tab. č. 2: Cenový návrh tepelného čerpadla vzduch – vzduch pro rodinný dům

Druhý návrh řeší použití tepelného čerpadla v rezidenční budově o čtyřech bytových jednotkách, kdy každá bytová jednotka má vlastní vnitřní jednotku se zásobníkem teplé užitkové vody a všechny bytové jednotky mají společnou venkovní jednotku. Návrh se týká rekonstrukce, kdy je odpojeno vedení od blokové kotelny a tento zdroj je nahrazen tepelným čerpadlem vzduch – voda. Jiná rekonstrukce

topného systému neproběhla, a proto bylo navrženo tepelné čerpadlo dvoustupňové vysokoteplotní. Objekt má tepelné ztráty 44 kW. Provoz venkovní jednotky je přes rozhraní MODBUS monitorován na velínu správcovské firmy, která takto monitoruje více objektů. Cenový návrh tepelného čerpadla vzduch – voda je uveden v Tab. č. 3.

Název	ks	Cena bez DPH
Venkovní jednotka Daikin altherma flex 44,8 kW	1	535 713 Kč
Vnitřní jednotka Daikin altherma flex 11 kW	4	561 316 Kč
Zásobník teplé užitkové vody 200 l	4	187 988 Kč
Bezdrátový pokojový termostat Daikin	4	26 828 Kč
MODBUS rozhraní	1	10 272 Kč
Celkem		1 322 117 Kč

Tab. č. 3: Cenový návrh tepelného čerpadla vzduch – voda pro rezidenční objekt

Návrh zabezpečení venkovní jednotky tepelného čerpadla vzduch – voda je proveden ve dvou variantách, a to při umístění jednotky na terén u paty objektu nebo na střeše objektu.

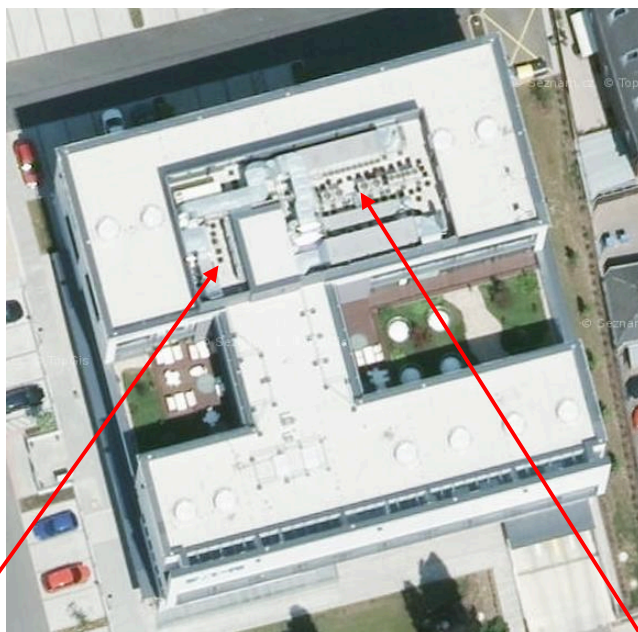
Varianta u paty objektu zahrnuje zejména mechanické zabezpečení svařovaným oplocením o výšce 2 m. Prostor tepelného čerpadla monitoruje bezpečnostní kamera. Vstup do prostoru tepelného čerpadla je možný přes vstupní branku jištěnou magnetickým kontaktem a bezpečnostním vložkovým zámkem. Cenový návrh zabezpečení je v Tab. č. 4.

Název	ks	Cena bez DPH
Bezpečnostní kamera Relicam	1	2 006 Kč
Magnetický kontakt	1	126 Kč
Panel PILOFOR classic (oplocení) výška 2 m	4	5 945 Kč
Sloupek PILOFOR	5	3 338 Kč
Branka jednokřídlá	1	2 956 Kč
Akustická signalizace (siréna)	1	1 386 Kč
Celkem		15 757 Kč

Tab. č. 4: Cenový návrh zabezpečení tepelného čerpadla vzduch – voda u paty objektu



Obr. č. 27: Příklad mechanického zabezpečení u paty objektu (URL 23)



Obr. č. 28: Umístění tepelných čerpadel na střeše objektu (URL 24)



Obr. č. 29: Příklad instalace tepelného čerpadla (URL 25)



Obr. č. 30: Příklad instalace tepelného čerpadla (URL 25)

Varianta s umístěním venkovní jednotky na střeše je řešena v součinnosti s ostatními technologiemi, které jsou na ní umístěny uvnitř akusticky chráněného prostoru ohraničeného akustickou stěnou. Vstup do prostoru je přes vstupní protipožární bezpečnostní dveře z prostoru budovy, monitorované magnetickým kontaktem a vizuálně sledované bezpečnostní kamerou. Tato kamera je připojena na centrální záznamové zařízení, které zaznamenává provoz celého systému CCTV budovy. Cenový návrh zabezpečení je v Tab. č. 5.

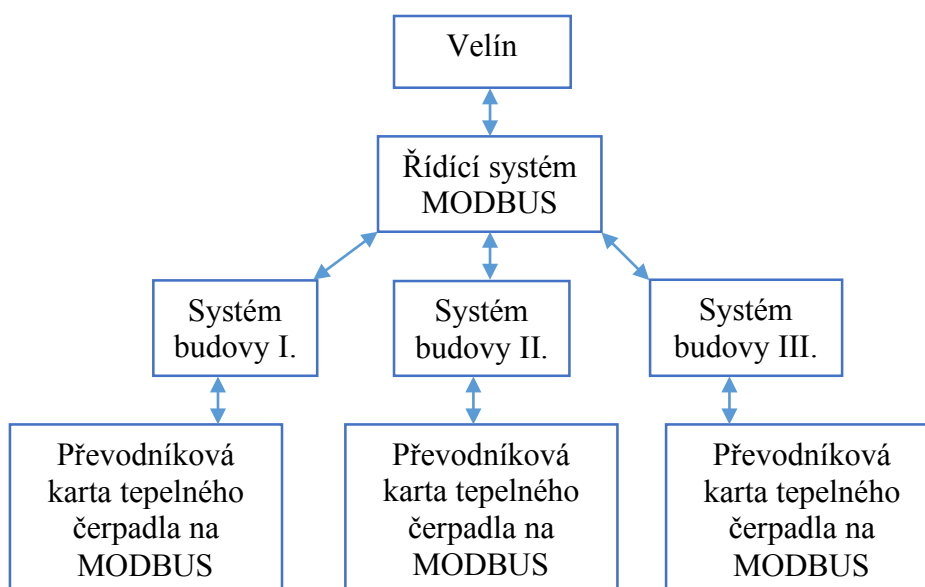
Název	ks	Cena bez DPH
Bezpečnostní kamera Relicam	1	2 006 Kč
Magnetický kontakt	1	252 Kč
Akustická signalizace (siréna)	1	1 386 Kč
Celkem		3644 Kč

Tab. č. 5: Cenový návrh zabezpečení tepelného čerpadla vzduch – voda na střeše objektu

V případě, že vnitřní jednotky budou všechny umístěny ve společné technické místnosti, je nutno tuto místnost chránit nejen zabezpečovací technikou PZTS, ale i prostředky požární zabezpečovací signalizace EPS. Místnost je vybavena kamerou, která snímá vchodové dveře, magnetickým kontaktem na dveřích a PIR čidlem. Na stropě je instalován kombinovaný opticko-kouřový a teplotní detektor, na stěně požární signalizační tlačítko a červený maják. Před bezpečnostními požárními dveřmi je osazen červený maják se sirénou. Stejná situace nastává i pro instalaci tepelného čerpadla využívajícího geotermální energii a pro některé typy čerpadel typu vzduch – voda v monoblokovém provedení, které se umisťují do uzavřených prostor. V tomto případě se vzduch potřebný pro provoz tepelného čerpadla přivádí pomocí samostatného vzduchotechnického potrubí a mřížek z prostředí mimo vytápěný objekt. Stejným způsobem se odvádí vzduch, který prošel tepelným čerpadlem. Cenový návrh zabezpečení je v Tab. č. 6.

Název	ks	Cena bez DPH
Kombinovaný optickokouřový a teplotní detektor	1	1 602 Kč
Červený LED maják se sirénou	1	1 874 Kč
Maják červený	1	918 Kč
Červené tlačítko s krycím sklem	1	402 Kč
Bezpečnostní kamera Relicam	1	1 003 Kč
Magnetický kontakt	1	126 Kč
PIR čidlo (pohybové čidlo)	1	1 461 Kč
Protipožární dveře s panikovým kováním	1	28 890 Kč
Celkem		36 276 Kč

Tab. č. 6: Cenový návrh zabezpečení technické místnosti s vnitřními jednotkami



Obr. č. 31: Schéma řízení tepelného čerpadla v systému MODBUS (URL 26)

Všechny cenové návrhy obsahují pouze příslušné přístroje bez spojovacího materiálu, kabelů, montáže a řídicích systémů.

Vyhodnocením podkladů bylo prokázáno, že nejvýhodnějším umístěním tepelného čerpadla s ohledem na jeho zabezpečení je střecha objektu. Náklady na zabezpečení jsou výrazně nižší než u jiných instalací. Předpokládá se napojení na stávající PZTS instalovaný pro ochranu objektu. V případě nedostupnosti

takového systému stačí doplnit magnetické kontakty o kódovou klávesnici nebo čtečku karet a vlastní jednoduchou ústřednu s možností dálkově podat zprávu o narušení na předem určená telefonní čísla. Tím by se cena potřebných součástí zvýšila o 10.000,- Kč. Při instalaci u paty objektu je největší položkou oplocení místa instalace. Ostatní položky jsou identické.

U rozsáhlejších instalací u pozemní instalace narůstají náklady na mechanické zabezpečení, zatímco na střešní instalaci zůstávají téměř stejné.

8. Diskuze

Problematika řešená v bakalářské práci se v dnešní době mohutně rozvíjí a vytvářejí se nové systémy. U průmyslových a komerčních aplikací je situace víceméně stabilizovaná z důvodu požadované funkčnosti systému a jeho rozšiřování. Za to situace kolem automatizace u rodinných domů je mnohem nepřehlednější. Kromě systému KNX se objevují stále nové systémy, které slibují komfort a spolehlivost. Integrují do svého systému i prvky PZTS a EPS. Jak v článku píše autoři (Votruba, Vaculík, 2013) je tato integrace velmi problematická zejména vzhledem k pojišťovnám, protože tyto systémy nemají certifikaci dle bezpečnostních tříd, které pojišťovny vyžadují. K podobným závěrům dochází v jiném článku i autor (Kotora, 2014), kde se pozastavuje nad chybějící bezpečnostní ochranou. V dnešní době, kdy hackeři hledají různé cesty, jak se dostat k majetku cizích osob je integrace bezpečnostních systémů nebezpečná, neboť hacker může otevřít a odblokovat bezpečnostní zařízení bez vědomí oprávněných osob. Proto bych preferoval oddělenou zabezpečovací techniku od systémů chytrého domu.

9. Závěr

Byla provedena analýza typů tepelných čerpadel s vyjádřením jejich kladů, záporů a vhodnosti použití. Sběrem a shromážděním informací je podán přehled o rozšíření a vývoji instalací jednotlivých typů.

Jsou zpracovány možnosti zabezpečení a ochrany tepelných čerpadel a to jak systémem PZTS, tak i prostředky požární ochrany a vyjmenovány možné typy mechanické i elektronické ochrany budov a pozemků v místě instalace tepelného čerpadla. Tyto možnosti jsou velmi variabilní, stále se objevují nová řešení a je možno vybrat více variant zabezpečení pro jakýkoliv objekt, typ instalace a její umístění.

V oblasti automatizace jsou popsány nejpoužívanější systémy automatizace pro řízení budov. Jedná se zejména o systémy řízení větších objektů, souborů budov, a to i dislokovaných na různých místech. U automatizace rodinných domů je situace více nepřehledná. Nejvíce používaný je systém KNX, který je celosvětově standardizovaný, ovšem poměrně finančně náročný. Každý výrobce systému chytrého domu má svůj vlastní řídicí systém, založený na jiném principu většinou vycházející z vyzkoušených původně průmyslových řešení microprocesorem a pro spolupráci s ostatními systémy používá převodníků.

Jsou popsány typové instalace pro rodinný a rezidenční dům, včetně cenového návrhu pro jednotlivé typy instalací, včetně již zmíněných převodníků pro propojení na automatizační systémy a je navrženo zabezpečení venkovní jednotky dle umístění a ochrany technické místnosti s instalacemi vnitřních jednotek a zásobníků teplé užitkové vody.

10. Citovaná literatura

10.1 Tištěná literatura

- **Budiardjo, A., 2003:** HVAC and dreams of integration. Engineered systems, 8: 36-48.
- **Dudáček, A., 1996:** Požárně bezpečnostní zařízení (EPS). Vysoká škola Báňská, Ostrava, 53 s.
- **Granzer, W., Kastner, W., Neugschwandtner, G., Praus, F., 2006:** Security in networked building automation systems. IEEE International Workshop on Factory Communication Systems, 6: 283-292.
- **Honey, G., 2007:** Intruder alarms. Newnes, Oxford, 368 s.
- **Karlík, R., 2009:** Tepelné čerpadlo pro váš dům. Grada publishing, Praha, 112 s.
- **Kastner, W., Neugschwandtner, G., Soucek, S., Newman, HM., 2005:** Communication systems for building automation and control. Proceedings of the IEEE, 6: 1178-1203.
- **Kilinger, J., 2012:** Tepelné čerpadlo pro efektivní vytápění. Stavitel, 3: 47.
- **Kindl, J., 2004:** Projektování bezpečnostních systémů I. díl. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín, 134 s.
- **Koníček, T., Kocábek, P., 2002:** Cesta k bezpečí. BEN, Praha, 256 s.
- **Kotora, B., 2014:** Chytré domy, lákadlo pro hackery. Technik, 10: 56.
- **Křeček, S. a spol., 2003:** Příručka zabezpečovací techniky. Circetus, Blatná, 351 s.
- **Křeček, S., 1997:** Ochrana majetku systémy průmyslové televize. Grada publishing, Praha, 184 s.
- **Miller, F., Vandome, A., McBrewster, J., 2009:** Geothermal heat pump: geothermal heat pump, direct exchange geothermal heat pump, seasonal thermal store, thermal efficiency, seasonal energy efficiency ratio, deep lake water cooling, vapor-compression refrigeration, high-density polyethylene. Alphascript Publishing, Beau Bassin, 68 s.
- **Rožehnal, Z., 2011:** Horninové zásobníky tepelné energie. Stavitel, 2: 40.

- **Ruta, M., Scioscia, F., Di Sciascio, E., Loseto, G., 2011:** Semantic – Based Enhancement of ISO/IEC 14543-3 EIB/KNX Standart for Building Automation. IEEE Transaction on industrial informatics, 11: 731-739.
- **Srdečný , K., Truxa, J., 2005:** Tepelná čerpadla. ERA, Brno, 68 s.
- **Uhlář, J., 2004:** Technická ochrana objektů I. díl – mechanické zábranné systémy II. Policejní akademie České republiky, Praha, 179 s.
- **Uhlář, J., 2005:** Technická ochrana objektů II. díl – elektrické zabezpečovací systémy II. Policejní akademie České republiky, Praha, 229 s.
- **Uhlář, J., 2006:** Technická ochrana objektů III. díl – ostatní zabezpečovací systémy. Policejní akademie České republiky, Praha, 246 s.
- **Valeš, M., 2006:** Inteligentní dům. ERA, Brno, 121 s.
- **Votruba, Z., Vaculík, P., 2013:** Zabezpečovací systémy v inteligentních budovách. Automa, 1: 33-35.

10.2 Internetové zdroje

- **Bufka, A., 2014:** Tepelná čerpadla v roce 2013. Ministerstvo průmyslu a obchodu, Praha. Online: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/50707/57586/613552/priloha001.pdf>, cit. 15. 03. 2017.
- **Matz, V., 2009:** Mechanické a digitální prostorové termostaty, možnosti úspor při vytápění domů. Online: <http://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/6092-mechanicke-a-digitalni-prostorove-termostaty-moznosti-uspor-pri-vytapani-domu>, cit. 23. 03. 2017.
- **Tezamo, 2017:** Tepelná čerpadla vzduch – vzduch. Online: <http://tezamo.cz/tepelna-cerpadla-vzduch-vzduch>, cit. 10. 03. 2017.
- **TZB-info, 2017:** Tepelná čerpadla. Online: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>, cit. 10. 03. 2017.
- **Vojáček, A., 2004:** MODBUS. Online: <http://automatizace.hw.cz/clanek/2004070701>, cit. 12. 04. 2017.
- **Vojáček, A., 2005:** Sběrnice LonWorks – 1. část – úvod. Online: <http://automatizace.hw.cz/clanek/2005040501>, cit. 13. 04. 2017.
- **Vojáček, A., 2005:** Sběrnice KNX pro řízení budov – 1. část. Online: <http://automatizace.hw.cz/clanek/2006061001>, cit. 14. 04. 2017.

- **Vojáček, A., 2012:** Úvod do BACnetu – building automation and controls network. Online: <http://automatizace.hw.cz/uvod-do-bacnetu-building-automation-and-controls-network>, cit. 14. 04. 2017.

10.3 Zdroje obrázků

URL 1: Portál zubadan.cz (online) [cit. 20. 02. 2017], dostupné z <<http://www.zubadan.cz>>

URL 2: Portál nibe.cz (online) [cit. 25. 02. 2017], dostupné z <<http://www.nibe.cz/index.php/cs/reference-2/category/104-nibe-f1245-8-dobruska>>

URL 3: Portál nibe.cz (online) [cit. 25. 02. 2017], dostupné z <<http://www.nibe.cz/index.php/cs/reference-2/category/104-nibe-f1245-8-dobruska>>

URL 4: Portál nibe.cz (online) [cit. 25. 02. 2017], dostupné z <<http://www.nibe.cz/index.php/cs/reference-2/category/104-nibe-f1245-8-dobruska>>

URL 5: Portál waterfurnace.com (online) [cit. 26. 02. 2017], dostupné z <http://www.waterfurnace.com/earth_loops.aspx?pl=50>

URL 6: Portál nibe.cz (online) [cit. 26. 02. 2017], dostupné z <<http://www.nibe.cz/index.php/cs/reference-2/category/104-nibe-f1245-8-dobruska>>

URL 7: Portál tezamo.cz (online) [cit. 26. 02. 2017], dostupné z <<http://tezamo.cz/tepelna-cerpadla-vzduch-vzduch>>

URL 8: Ministerstvo průmyslu a obchodu (online) [cit. 28. 02. 2017], dostupné z <<https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/50707/57586/613552/priloha001.pdf>>

URL 9: Portál daikin.cz (online) [cit. 10. 03. 2017], dostupné z <<http://www.daikin.cz/produkty/index.jsp?singleprv=EKRTR>>

URL 10: Portál eluc.kr-olomoucky.cz (online) [cit. 12. 03. 2017], dostupné z <<https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/999>>

URL 11: Portál ohodsoft.com (online) [cit. 12. 03. 2017], dostupné z <<http://www.ohodsoft.com/portfolio-item/services/>>

URL 12: Portál expertsecurity.cz (online) [cit. 14. 03. 2017], dostupné z <<http://www.expertsecurity.cz/cs/eps>>

URL 13: Portál kuchta-elektro.cz (online) [cit. 14. 03. 2017], dostupné z <<http://www.kuchta-elektro.cz/detail-zbozi/mcp3a-r000ff-01>>

URL 14: Portál alarmy-zabezpeceni.cz (online) [cit. 15. 03. 2017], dostupné z <<http://www.alarmy-zabezpeceni.cz/eps---protipozarni-systemy/adresovatelne-systemy/detektory/pl-3200-t-tepelny-detektor-serie-3000/>>

URL 15: Portál alarmy-zabezpeceni.cz (online) [cit. 15. 03. 2017], dostupné z <<http://www.alarmy-zabezpeceni.cz/eps---protipozarni-systemy/adresovatelne-systemy/detektory/pl-3300-ot-optickokourovny-a-tepelny-detektor-serie-3300/>>

URL 16: Portál alarmy-zabezpeceni.cz (online) [cit. 18. 03. 2017], dostupné z <<http://www.alarmy-zabezpeceni.cz/eps---protipozarni-systemy/adresovatelne-systemy/detektory/pl-3200-o-optickokourovny-detektor-serie-3000/>>

URL 17: Portál tzb-info.cz (online) [cit. 18. 03. 2017], dostupné z <<http://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/14779-zarizeni-elektricke-pozarni-signalizace>>

URL 18: Portál alarmy-zabezpeceni.cz (online) [cit. 25. 03. 2017], dostupné z <<http://www.alarmy-zabezpeceni.cz/eps---protipozarni-systemy/konvencni-systemy/>>

URL 19: Portál alarmy-zabezpeceni.cz (online) [cit. 25. 03. 2017], dostupné z <<http://www.alarmy-zabezpeceni.cz/eps---protipozarni-systemy/konvencni-systemy/signalizace/vxb-1-sb-wb-majak-nizky-cervena-oranzova/>>

URL 20: Portál lasertechfirepro.com (online) [cit. 25. 03. 2017], dostupné z <http://www.lasertechfirepro.com/fire_sprinkler_system.html>

URL 21: Portál kuchta-elektro.cz (online) [cit. 28. 03. 2017], dostupné z <<http://www.kuchta-elektro.cz/docs/shop/original/ils-2.jpg>>

URL 22: Portál kuchta-elektro.cz (online) [cit. 28. 03. 2017], dostupné z <<http://www.kuchta-elektro.cz/docs/shop/original/art1345.jpg>>

URL 23: Portál my.daikin.eu (online) [cit. 13. 04. 2017], dostupné z <https://my.daikin.eu/dam/document-library/catalogues/Sky%20Air_Product%20catalogue_for%20professional%20network_ECPEN16-100_English.pdf>

URL 24: Portál mapy.cz (online) [cit. 17. 04. 2017], dostupné z <<https://mapy.cz/zakladni?x=14.3694272&y=50.1602092&z=20&base=ophoto>>

URL 25: Soukromý fotoarchiv – Mantlík 2017 [cit. 17. 04. 2017]

URL 26: Vytvořeno autorem – Mantlík 2017 [cit. 17. 04. 2017]