

Návrh zabezpečení a řízení plynové kotelny pomocí systémů PZTS a MaR

Josef Chytil

Bakalářská práce
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav bezpečnostního inženýrství

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Josef Chytil**
Osobní číslo: **A18599**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Návrh zabezpečení a řízení plynové kotelny pomocí systémů PZTS a MaR**
Téma práce anglicky: **A Design of the Security and Control of a Gas Boiler Room using I&HAS and MaR systems**

Zásady pro vypracování

1. Vysvětlete princip kotelny, jejich dělení dle pracovního média a spalovaného paliva.
2. Popište princip a technologie plynové kotelny.
3. Zpracujte legislativní požadavky pro provoz plynových kotelen.
4. Provedte rešerši PLC a komponentů použitelných pro řízení a zabezpečení.
5. Zpracujte návrh řízení plynové kotelny pomocí PLC.
6. Navrhněte zabezpečení plynové kotelny a spolupráci mezi systémy MaR+PZTS.
7. Zpracujte cenovou kalkulaci realizovaných systémů.
8. Odhadněte vývoj těchto technologií.

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

Seznam doporučené literatury:

1. KŘEČEK, Stanislav. Příručka zabezpečovací techniky. Vyd. 3. Blatná: Blatenská tiskárna, 2006. ISBN 80-902-9382-4
2. HRUŠKA, František. Projektování řídicích a informačních systémů. Druhé. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2016. ISBN 978-80-7454-620-4.
3. HRUŠKA, František. Technické prostředky integrované automatizace. Druhé. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017. ISBN 978-80-7454-700-3.
4. VALOUCH, Jan. Projektování integrovaných systémů. Druhé. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2015. ISBN 978-80-7454-557-3.
5. LUKÁŠ, Luděk a kolektiv. Bezpečnostní technologie, systémy a management I. Zlín: VeRBUm, 2011. ISBN 978-80-87500-05-7.
6. ČSN 07 0703. Kotelny se zařízeními na plynná paliva. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Rudolf Drga, Ph.D.**
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **15. ledna 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2021**



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan

Ing. Jan Valouch, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 15. ledna 2021

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 12. 5. 2021

Josef Chytil v. r.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se věnuje problematice řízení a zabezpečení plynové kotelny s využitím PZTS a MaR. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část je zaměřena na popis technologického řešení kotelen, jejich dělení a princip funkce. Výklad se blíže soustředí na plynové kotelny, na možnosti jejich ovládání a na základní legislativní požadavky pro jejich provoz. Dále práce popisuje základní prvky pro řízení a zabezpečení plynové kotelny s využitím systémů MaR a PZTS. Praktická část se zabývá vlastním návrhem těchto automatizovaných systémů, včetně vyčíslení ekonomických nákladů a vývojem těchto technologií do budoucna.

Klíčová slova: plynová kotelna, PLC, MaR, řízení, zabezpečení, PZTS

ABSTRACT

The bachelor thesis analyses control and security mechanism of gas boiler rooms based on usage of the systems I&HAS and MaR. The text is divided into a theoretical and a practical part. The theoretical part describes the technological solution of boiler rooms, their classification according to operation principles. The author focuses more closely on the gas boiler rooms, the possibilities of their control and on the basic legislative requirements for their operation. Furthermore, the thesis characterizes basic elements for the control and security of gas boiler rooms using the systems I&HAS and MaR. The practical part presents the design of these automated systems, including the quantification of economic costs and the future development of these technologies.

Keywords: gas boiler room, PLC, MaR, control, security, I&HAS

Poděkování věnuji svému vedoucímu práce, panu Ing. Rudolfu Drgovi, Ph.D., za ochotu, cenné rady a připomínky. Také bych rád poděkoval své rodině a přítelkyni za jejich trpělivost a podporu při studiu.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 KOTELNA	12
1.1 DĚLENÍ PODLE TEPLONOSNÉ LÁTKY	14
1.1.1 Teplovod	14
1.1.2 Horkovod.....	14
1.1.3 Parovod	15
1.2 DĚLENÍ PODLE SPALOVANÉHO PALIVA	15
1.2.1 Pevná paliva	16
1.2.2 Kapalná paliva.....	17
1.2.3 Plynná paliva	17
2 PLYNOVÁ KOTELNA	20
2.1 TECHNOLOGIE PLYNOVÉ KOTELNY	20
2.1.1 Plynovodní přípojka	21
2.1.2 Hlavní uzávěr kotelny (HUK).....	21
2.1.3 Samočinný uzávěr plynného paliva	21
2.1.4 Plynový kotel	22
2.1.5 Oběhové čerpadlo.....	23
2.1.6 Regulační armatury	23
2.1.7 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků (HVDT).....	24
2.2 KATEGORIE PLYNOVÝCH KOTELEN	24
2.3 OVLÁDANÁ ZAŘÍZENÍ PLYNOVÉ KOTELNY.....	25
3 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY PRO PROVOZ PLYNOVÝCH KOTELEN	27
3.1 ZÁSADY, POVINNOSTI A NAŘÍZENÍ PRO PROVOZ	28
4 PLC A KOMPONENTY PRO ŘÍZENÍ PLYNOVÉ KOTELNY	30
4.1 POPIS PLC.....	32
4.1.1 Paměť	32
4.1.2 Centrální procesorová jednotka.....	33
4.1.3 Vstupy/Výstupy (I/O).....	33
4.1.4 Komunikační rozhraní.....	34
4.1.5 Zdroj a baterie	34
4.2 PRINCIP REGULACE.....	35
4.3 PROCESNÍ INSTRUMENTACE PRO ŘÍZENÍ VYTÁPĚNÍ.....	36
4.3.1 Snímač teploty.....	36
4.3.2 Regulační ventily a klapky.....	37
5 KOMPONENTY PRO ZABEZPEČENÍ PLYNOVÉ KOTELNY	39
5.1 ZABEZPEČENÍ TECHNOLOGICKÉHO PROVOZU KOTELNY	39

5.1.1	Havarijní stavy	39
5.1.2	Poruchové stavy	41
5.2	DETEKCE NEOPRÁVNĚNÉHO VNIKU DO KOTELNY	41
5.2.1	Ústředna PZTS	43
5.2.2	Klávesnice a RFID čtečka	43
5.2.3	Komponenty pro indikaci a poplach	43
II	PRAKTICKÁ ČÁST	45
6	NÁVRH ŘÍZENÍ A ZABEZPEČENÍ PROVOZU PLYNOVÉ KOTELNY	46
6.1	POPIS TECHNOLOGIE PLYNOVÉ KOTELNY	46
6.2	URČENÍ POTŘEBNÝCH VSTUPŮ A VÝSTUPŮ	47
6.3	ŘÍDICÍ SYSTÉM	50
6.3.1	Řídicí jednotka AMiNi4DW2/G	50
6.3.2	Rozšiřující modul AMRIO-DI24	51
6.3.3	Kaskádový řadič kotlů.....	51
6.4	ZAPOJENÍ PRVKŮ DO PLC.....	52
6.4.1	Blokové schéma zapojení.....	52
6.5	REGULAČNÍ OKRUHY	53
6.5.1	Okruh regulace výstupní teploty kotlů.....	53
6.5.2	Okruh ekvitermní regulace větve ÚT.....	53
6.5.3	Okruh regulace ohřevu TV (TUV).....	54
6.6	HAVARIJNÍ A PORUCHOVÉ OKRUHY	55
6.6.1	Detekce úniku plynu	55
6.6.2	Minimální tlak v systému topné vody	56
6.6.3	Přehřátí	56
6.6.4	Zaplavení prostoru kotelny	58
6.6.5	Aktivace tlačítka nouzového odstavení.....	58
6.7	UKÁZKA ROZVÁDĚČE MR1	59
6.8	VZDÁLENÁ SPRÁVA.....	59
6.9	SPOLUPRÁCE SE SYSTÉMEM PZTS.....	60
7	NÁVRH DETEKCE VNIKUTÍ DO PLYNOVÉ KOTELNY	61
7.1	BEZPEČNOSTNÍ POSOUZENÍ OBJEKTU.....	61
7.2	SYSTÉM PZTS	62
7.2.1	Ústředna SmartLiving515	62
7.2.2	Klávesnice nCodeGB	63
7.2.3	RFID čtečka	64
7.2.4	Expandér a izolátor sběrnice	64
7.2.5	Komunikační rozhraní.....	65
7.2.6	Duální detektor pohybu XDT200H.....	65
7.2.7	Magnetický kontakt CON231	66
7.2.8	Opticko-kouřový detektor ID100	66
7.3	ROZMÍSTĚNÍ SYSTÉMU PZTS	66

7.4	SCHÉMA ZAPOJENÍ PRVKŮ PZTS DO ÚSTŘEDNY	67
7.5	OVLÁDÁNÍ A VZDÁLENÁ SPRÁVA	67
7.6	SPOLUPRÁCE SE SYSTÉMEM MAR	67
8	CENOVÁ KALKULACE REALIZOVANÝCH SYSTÉMŮ.....	69
8.1	CENA DÍLČÍCH ČÁSTÍ SYSTÉMU MAR	69
8.2	CENA DÍLČÍCH ČÁSTI SYSTÉMU PZTS	71
8.3	CELKOVÁ CENA NAVRHOVANÝCH SYSTÉMŮ	72
9	ODHADOVANÝ VÝVOJ TĚCHTO TECHNOLOGIÍ	73
9.1	SOUČINNOST S OSTATNÍMI SYSTÉMY V TZB	73
9.2	VÝVOJ SYSTÉMŮ MAR A PZTS	73
	ZÁVĚR	75
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	76
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	84
	SEZNAM OBRÁZKŮ	86
	SEZNAM TABULEK.....	88
	SEZNAM PŘÍLOH.....	89

ÚVOD

V dnešní době je kladen důraz na hospodárny provoz vytápěcích soustav, a proto je zapotřebí tato technologická zařízení určitými způsoby ovládat. Zařízení se buďto nachází v jednotlivých rodinných domech nebo ve větším samostatném objektu, který dodává teplo do dané lokality.

Zařízení v kotelnách můžeme ovládat nadřazenou regulací, která patří pod obor měření a regulace. Tato profese patří do celku, který je znám pod pojmem „Technická zařízení budov“. Aby byl samotný proces automatizovaný, používá se programovatelných logických automatů a prvků, pomocí nichž se měří a reguluje. Dále jsou zde prvky zabezpečovací, které nám detekují nebezpečné havarijní a poruchové stavy, ke kterým může při provozu dojít. Toto vše se v daném PLC naprogramuje a požadovanými vstupy a výstupy jsme schopni technologická zařízení ovládat, regulovat, vyhodnocovat a zabezpečit.

Samotný objekt nebo prostor kotelny bychom měli zabezpečit i proti nežádoucímu vniku cizích osob. I když se dnes klade velký důraz na úsporu výdajů, nemělo by to být na úkor dostatečného zabezpečení takového technologického provozu.

Cílem této bakalářské práce je seznámení s provozem kotelen, se zaměřením na plynové kotelny a jejich možnosti ovládání, regulování a zabezpečení prostřednictvím systémů MaR a PZTS. Hlavním výstupem práce je vlastní návrh systému MaR a PZTS pro objekt plynové kotelny, včetně možnosti jejich vzájemné spolupráce.

Teoretická část zjednodušeně vysvětluje pojem kotelna, její základní dělení a druhy. Zvláštní pozornost je zaměřena na plynové kotelny a jejich legislativní požadavky. Dále je provedena rešerše PLC, jeho základní vlastnosti a části. Následně je popsán obecný princip regulace a hlavní prvky pro měření a řízení vytápěcí soustavy. Poslední kapitola teoretické části je zaměřena na zabezpečení plynové kotelny, která se dělí na zajištění bezpečnosti provozu technologických zařízení pomocí PLC a na detekci neoprávněného vniknutí do prostoru kotelny s využitím prvků PZTS.

V praktické části je zpracován vlastní návrh pro zabezpečení a řízení plynové kotelny prostřednictvím systému MaR s využitím PLC od firmy AMiT. Dále práce obsahuje návrh zabezpečení objektu kotelny prvky PZTS s ústřednou od firmy Inim Electronics. Následně je zpracována cenová kalkulace za systém MaR a PZTS. V závěrečné části je popsán mnou uvažovaný vývoj těchto technologií do budoucna.

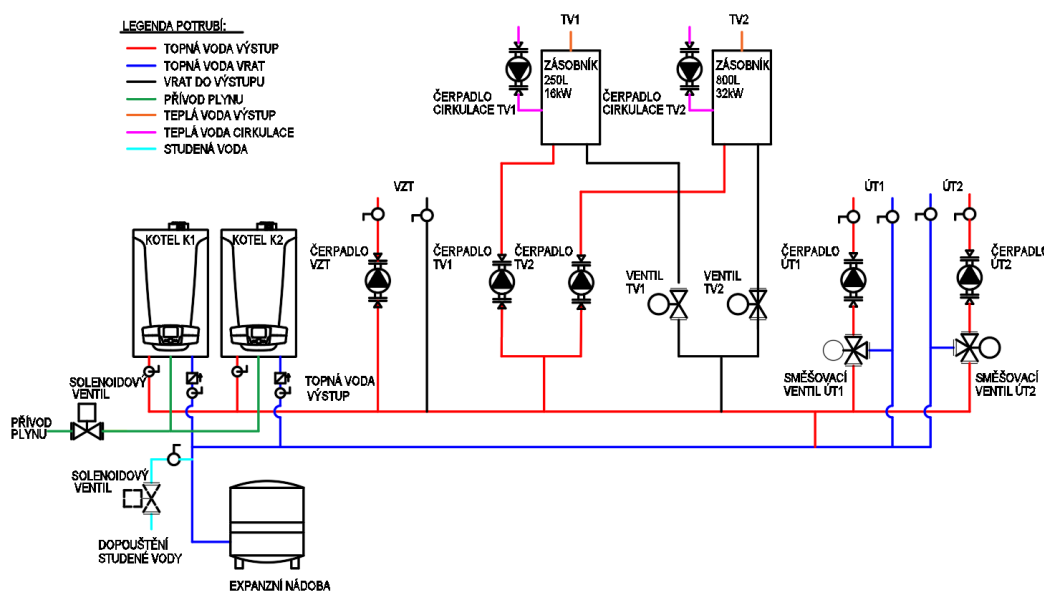
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KOTELNA

Za kotelnu považujeme technickou místnost, samostatnou budovu či přístavek, ve které se nachází spalovací kotle. Kotle jsou zdrojem tepla pro větve ústředního topení (ÚT), pro ohřev teplé vody (TV) nebo pro přípravu teplého vzduchu pro vzduchotechniku (VZT).

Princip funkčnosti je takový, že do kotle je přiváděno palivo, které se v kotli spaluje a vlivem spalování vzniká teplo. Vzniklé teplo ohřívá teplotonosnou látku (vodu), jenž je následně odváděna potrubím k oběhovým čerpadlům na daných větvích. Tyto větve mohou být osazeny regulačními ventily, kterými se reguluje průtok vody potrubím a tím i požadovaná teplota. Čerpadla následně pak tlačí ohřátou vodu potrubím na požadované odběrné místo. Do základního vybavení kotelný dále patří:

- **přívod paliva** – pevné (tuhé), kapalně, plynné,
- **odvod spalin** – kotle atmosférické, tlakové, „turbo“,
- **přívod/odvod vzduchu** – pro spalování, větrání a odvod tepelné zátěže,
- **dopouštěcí zařízení** – pro dopouštění vody do kotlů,
- **regulační armatury** – regulace průtoku a tlaku,
- **pojistné a zabezpečovací zařízení** – hlídání tlaku a teploty,
- **regulace výkonu a měření** – řídicím systémem,
- **požadavky na stavební konstrukce** – prostupy stěnou (potrubí, komín). [1]

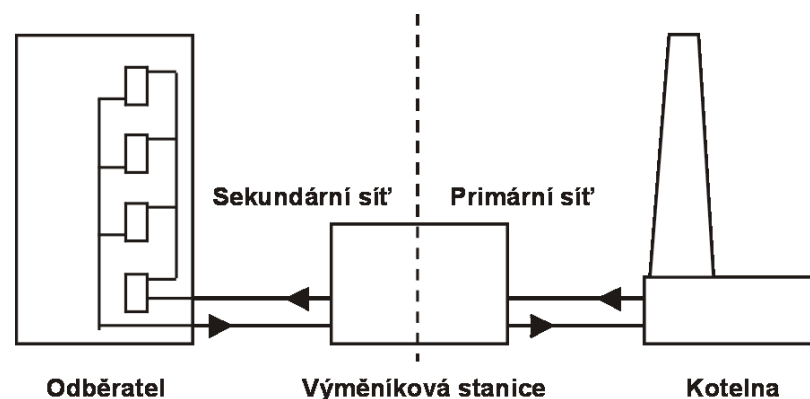


Obr. 1. Technologické schéma plynové kotelný [vlastní]

Technologický návrh vytápění navrhuje projektant dle požadavků investora, tepelné bilance budovy, vzdálenosti od kotelny, výtlačné výšky (vícepatrový dům) apod. Na základě zjištěných údajů projektant vypočítá potřebný tepelný výkon pro daný objekt. Podle tohoto výpočtu jsou navrženy kotle s požadovaným tepelným výkonem, který je udáván v kW. Dalšími důležitými zařízeními jsou oběhová čerpadla a regulační ventily. Podrobnější vysvětlení výpočtu není předmětem této práce a práce jej neřeší.

Distribuce teplonosné látky

Kotelna tedy slouží pro výrobu tepla a distribuci teplonosné látky do okolních objektů, například do vzdálenější lokality s panelovými domy. V těchto domech se většinou nachází domovní předávací stanice (DPS), které ohřátou vodu z kotelny upraví a následně ji rozvádí do jednotlivých podlaží. V takových případech kotelna společně s DPS tvoří soustavu centralizovaného zásobování teplem (CZT). Někdy se místo zkratky DPS uvádí OPS, tedy objektová předávací stanice. [2]



Obr. 2. Schéma dodávky tepla [2]

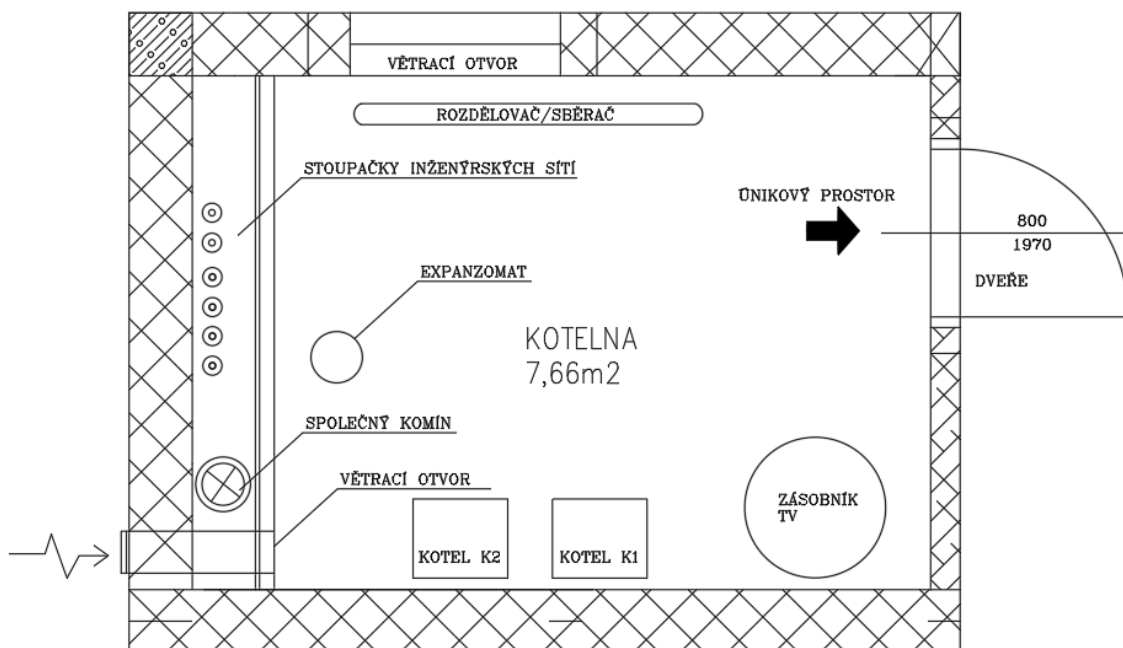
V případě, že se kotelna nachází v objektu, pro který bude teplo vyrábět, jedná se o decentralizované zásobování teplem (DZT). [3]

Hlavní výhodou DZT je nezávislost na topné sezóně, je tedy možno topit kdykoliv. Výhodou CZT jsou nižší ekonomické náklady, které jsou pro spotřebitele zajímavější. [4]

Dispoziční řešení kotelny

Velikost kotelny, umístění kotlů a celková její vnitřní dispozice závisí na druhu spalovaného paliva, typu kotlů, na tepelném výkonu a na požárně bezpečnostních nařízeních. Je důležité, aby vše bylo rozmístěno tak, aby byla zajištěna bezpečnost provozu kotlů a dostatečný manipulační prostor pro obsluhu a údržbu celého vytápěcího systému.

Dle velikosti kotlen pak vyplývají další normativní požadavky, jako jsou např. únikové cesty, nouzové osvětlení apod.



Obr. 3. Dispozice prostoru kotelny [vlastní]

Kotelny lze rozdělit podle mnoha kritérií, ale zde jsou uvedeny ty, které více autorů považuje za nejdůležitější. Patří sem dělení podle teploty látky (média) a podle druhu spalovaného paliva.

1.1 Dělení podle teploty látky

Teplota je distribuována teplotním médiem a tím je u kotlů v kotelnách voda. V závislosti na teplotě vody, rozlišujeme systém dodávky prostřednictvím teplovodu, horkovodu a parovodu. [5]

1.1.1 Teplovod

V teplovodu se používá voda, která je ohřátá maximálně na 120 °C, standardně se teplota pohybuje kolem 115 °C. Tímto způsobem dopravy teplotní energie, jsou teplotní ztráty sníženy na minimum, ale zároveň je potřeba výkonnějšího čerpadla a širšího potrubí. [4]

1.1.2 Horkovod

Horkovodní potrubí přenáší vodu s teplotou vyšší než 115 °C, a to maximálně do 180 °C. Klady a zápory jsou zde opačné oproti teplovodu. U tohoto druhu přenosu vznikají vyšší teplotní ztráty, ale není zde potřeba silného čerpadla a potrubí může mít užší rozměry, než

je tomu u teplovodu. Systém horkovodu se využívá pro rozsáhlé tepelné sítě, např. do vzdálených obcí a sídlišť. [4; 5]

1.1.3 Parovod

Zde je přenosným médiem pára, jejíž teplota se pohybuje mezi 180 až 240 °C. K transportu páry se využívá tlak páry. Pro obytné celky se využívá tlaku do 0,5 MPa, pro průmysl je to tlak nad 0,5 MPa. Pokud teplota a tlak klesnou, dojde ke kondenzaci a vznikne tzv. kondenzát, který se zpátky dopravuje potrubím do dané kotelny. [4; 5; 6]

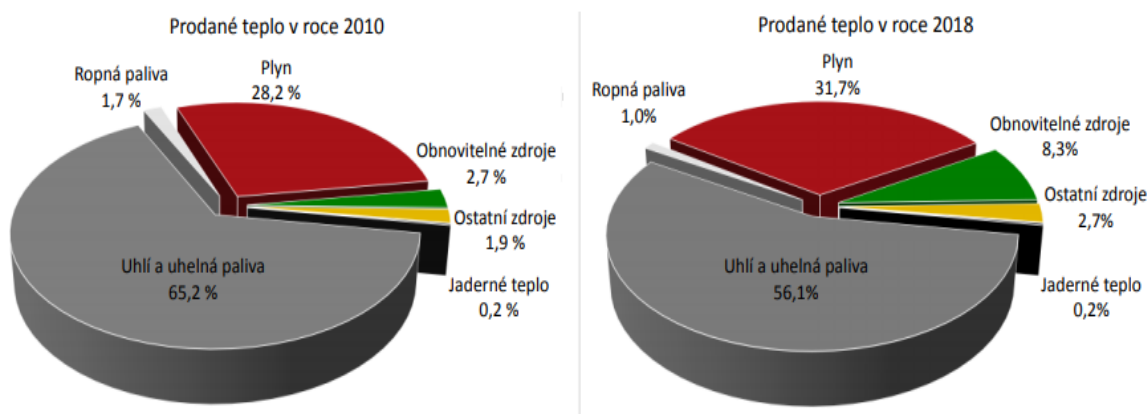
I když je potrubí řádně pokryto izolací, vždy se v něm vlivem kondenzace vytvoří trochu vody a parovod není tedy jen plynovým či vodním potrubím, nýbrž dvoufázovou směsí páry a vody. [7]

V dnešní době jsou již parovody na ústupu, neboť jejich provoz není ekonomicky výhodný jako provoz horkovodu. Své využití měly převážně pro technologické účely, např. pro textilní továrny a prádelny. [4; 5; 6]

1.2 Dělení podle spalovaného paliva

V závislosti na druhu využívaného paliva pro spalování v kotlích, se odvíjí různé způsoby funkčnosti a z toho vyplývající bezpečnostní opatření a provozní podmínky. V této části jsou stručně popsána pevná a kapalná paliva, jejich dělení a důvod k jejich využití v kotelnách. Elektrické kotle se v kotelnách používají velmi zřídka, a proto nejsou v tomto rozdělení zastoupeny. Plynná paliva budou popsána podrobněji z důvodu návaznosti na další kapitolu o plynových kotelnách.

Z obrázku (Obr. 4) lze vyčíst patrný pokles ve využívání uhelných paliv pro výrobu tepla a zároveň navýšení podílu produkce tepla z obnovitelných zdrojů.



Obr. 4. Počet prodaných zdrojů na výrobu tepla v roce 2010 a 2018 [upraveno z 9]

1.2.1 Pevná paliva

Tento druh paliv je po plynových kotelnách nejrozšířenější. Při absenci plynové přípojky je vhodnou alternativou pro vytápění místo plynové kotelny. Kotelna využívající spalování pevných paliv, musí být plně automatizována, neboť je za potřeby dodávat do kotle palivo a zároveň odstraňovat vzniklý popel. [1]

To je řešeno prostřednictvím dopravníků paliva a dopravníků popele. Dále musí být určen skladovací prostor pro palivo a ten musí být zabezpečen, aby nedošlo např. k požáru.

Mezi pevná paliva označována též jako „tuhá“ paliva patří:

- **Fosilní paliva** – černé uhlí, hnědé uhlí, koks,
- **Obnovitelné zdroje** – biomasa (kusové dřevo), brikety a pelety (dřevěné či z obilnin), dále pak štěpka a sláma, [1]
- **Kombinované** – umožňují kombinaci s plynem nebo elektřinou.

V dnešní době jsou v kotelnách zastoupeny převážně jako kotle spalující biomasu, a to z důvodu ekologických a ekonomických. Spalováním biomasy vznikají nižší emise, než je tomu u fosilních paliv, a proto jsou tyto projekty podporovány. Ekonomicky je využívání tohoto druhu paliva výhodné z důvodu možnosti získání vysoké finanční dotace, která započala v roce 2015, jako tzv. „Nová zelená úsporám“ a „Kotlíková dotace“. [1; 8]



Obr. 5. Kotel na spalování celých balíků slámy [10]

1.2.2 Kapalná paliva

Kapalná paliva se v malém zastoupení využívají u kotelen, které jsou vzdálené od plynové přípojky a zároveň se využijí pro pohon jiných strojů např. u polární stanice nebo u vojenských objektů. Často se jejich provoz kombinuje s kotli na pevná paliva. Mezi využívaná paliva patří nafta, lehké topné oleje (LTO), extra lehké topné oleje (ELTO) a těžké topné oleje (TTO). Pro vysokou výhřevnost se využívá nejčastěji topných olejů. [1; 11]

Palivo je skladováno v nádržích, které jsou umístěny v samostatné místnosti. Technologie takové kotelny obsahuje často minimálně dvě nádrže. Zásobní nádrž o vysokém objemu, např. 10 000 litrů. Odsud se přečerpává požadované množství do tzv. provozní nádrže, která má objem nižší např. 1 000 litrů. Z této nádrže je pak danou automatikou palivo dopravováno do hořáku kotle. Ukázka nádrží na obrázku (Obr. 6).

Je potřeba dodržovat podmínky pro skladování těchto paliv. Prostor pravidelně větrat nebo zajistit patřičný průtok vzduchu, jinak hrozí riziko výbuchu nahromaděných výparů. Dále je nutno nádrže kontrolovat z důvodu možného úniku paliva a následné kontaminace spodních vod. [12]



Obr. 6. Nádrže s topným olejem [upraveno z 13]

1.2.3 Plynná paliva

V současnosti patří mezi nejrozšířenější paliva, která se využívají v kotelnách. Používají se přírodní a umělá plynná paliva. Umělá plynná paliva se vyrábí technologickými procesy pomocí základních hutních agregátů, do kterých patří zplyňování tuhých paliv a štěpení kapalných či plynných paliv. [14; 15]

Plynná paliva můžeme rozdělit na:

- **přírodní plynná paliva** – zemní plyn,
- **odpadní plyny** – důlní plyn, vysokopecní plyn, koksárenský plyn,
- **umělé plyny** – bioplyn, dřevoplyn, generátorový plyn. [14]

Mezi důležité vlastnosti plyných paliv patří:

- **měrná hmotnost** – je důležitá pro spalovací vlastnosti a dopravu plynu,
- **vlhkost plynu** – podporuje korozi a tvoří nežádoucí složku plynu,
- **obsah nečistot plynu** – vytváří dehtové a prachové usazeniny v potrubí, armatur a hořáků,
- **horní mez výbušnosti (HMV)** – udává nejvyšší koncentraci hořlavých látek ve vzduchu, při které ještě může dojít k výbuchu,
- **dolní mez výbušnosti (DMV)** - udává nejnižší koncentraci hořlavých látek ve vzduchu, při které již může dojít k výbuchu,
- **zápalná teplota** – nejnižší teplota, při které plyn hoří,
- **teplota vznícení** – teplota, při které dojde ke vznícení plynu,
- **teplota hoření** – nejvyšší dosažitelná hodnota plamene. [14; 16]

Nejpoužívanějším plynem v plynových kotelnách je zemní plyn, a proto je v této kapitole popsán podrobněji.

Zemní plyn

Jedná se o hořlavou směs přírodních plynů s vysokým obsahem metanu (CH_4) a parafinových uhlovodíků. [14; 17].

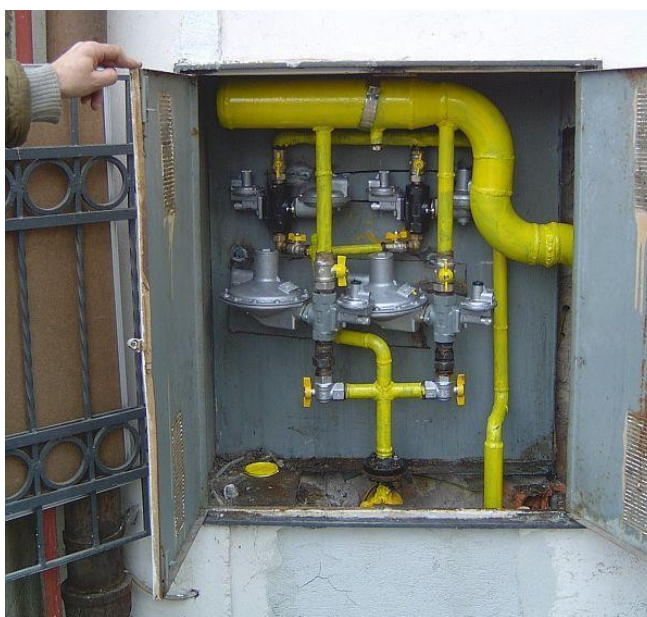
Tab. 1. Vlastnosti zemního plynu [18]

Výhřevnost	34MJ/ m ³
Spalné teplo	37,8MJ/ m ³
Hustota	0,69 kg/ m ³
Meze výbušnosti	5-15 %
Zápalná teplota	650 °C
Množství spalovacího vzduchu	9,56 m ³ vzduchu / m ³ zemního plynu
Teplota plamene	1957 °C

Plyn jako takový se nachází buďto samostatně nebo společně s ropou a černým uhlím. Oproti ostatním fosilním palivům má při spalování nejmenší podíl oxidu uhličitého (CO_2), protože obsahuje metan (CH_4). [14; 16]

Výhodou zemního plynu je vysoký tepelný výkon a spalná teplota v prostoru kotle. Jeho nevýhodou je menší přenosová teplota vyzařováním. [14; 15]

Za uzávěrem se nachází odběrné plynové zařízení zákazníka. Potrubí s plynem je natřeno žlutou barvou dle normy ČSN 13 0072. Viz ukázka (Obr. 7).



Obr. 7. Plynová přípojka [19]

Kotelny obecně prochází stále větší modernizací, a to z důvodu ekonomických a technologických. Inovací prochází i druhy teplotnosných látek, přechází se z páry na teplovody nebo horkovody. Příkladem je přechod z parovodních sítí v Brně na ekonomičtější a efektivnější horkovody. V rámci využívaných paliv, stále dominuje zemní plyn, ale své zastoupení získávají čím dál více obnovitelné zdroje. Posledních pár let se objevují v kotelnách zařízení, nazývaná kogenerace, která kombinují výrobu tepla a elektřiny. Na tato zařízení lze získat dotaci, pokud bude splňovat určité provozní hodiny za rok. Výhodou je i možnost tzv. paralelního provozu, kdy je možno dodávat vyrobenou elektřinu do distribuční sítě.

2 PLYNOVÁ KOTELNA

Princip funkce kotelny byl obecně popsán v předchozí kapitole. Plynová kotelna je vybavena plynovými kotli a pro ohřev teplotnosné látky používá plynného paliva, nejčastěji zemního plynu. Odlišnost plynové kotelny dále spočívá ve způsobu provozu konkrétní tepelné soustavy, na bezpečnostních opatřeních a dalších požadavcích, vyplývajících z norem.

Na funkčnost celé technologie má převážně vliv projektant vytápění, který návrh zpracoval a podle něhož bude daná technologie instalována, připojena a řízena. V první kapitole je ukázka technologického schématu (Obr. 1). Volbou vhodného ovládání celého systému, lze dosáhnout efektivního provozu a významně nižších ekonomických nákladů na vytápění.



Obr. 8. Plynová kotelna se závěsnými kotli [vlastní]

2.1 Technologie plynové kotelny

Přehled základních částí, které jsou součástí technologie plynové kotelny. Konkrétní druhy jsou vždy popsány v topenářském projektu. Samozřejmostí je, aby v daném objektu byl zajištěn přístup k inženýrským sítím, tj. elektrické energie, vodovod a plynovod. Dále je nutno zajistit dostatečný přívod vzduchu pro spalování a také odvod vzniklých spalin.

2.1.1 Plynovodní přípojka

Jedná se o plynárenské zařízení, které začíná odbočením z distribuční soustavy a je ukončeno před hlavním uzávěrem plynu (HUP). Přípojka je realizována ocelovým potrubím. Výjimečně je realizována plastovými trubkami. Potrubí je uloženo ve výkopu a vede do skříně HUP. [21]



Obr. 9. Potrubí ve výkopu [21]

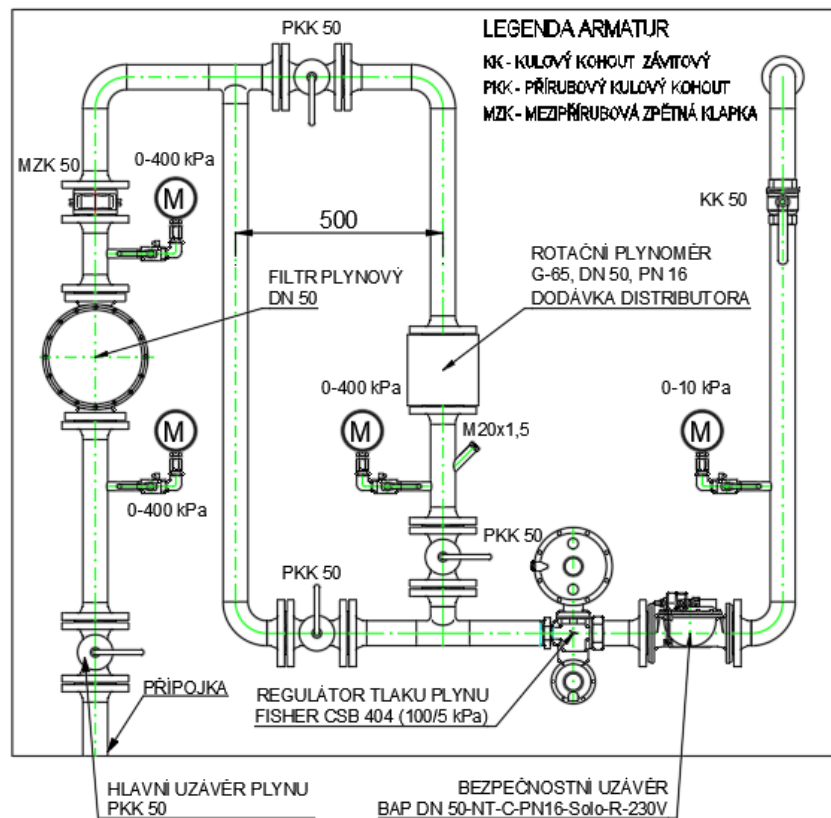
2.1.2 Hlavní uzávěr kotelny (HUK)

Slouží pro manuální uzavření přívodu plynu, tj. neslouží jako samočinný bezpečnostní prvek. Zpravidla se jedná o hlavní uzávěr plynu. Bývá umístěn mimo budovu nebo na obvodové vnější stěně budovy. Musí být umístěn na větraném a přístupném místě. [21]

2.1.3 Samočinný uzávěr plynného paliva

V praxi označován i jako bezpečnostní uzávěr plynu. Jedná se o samočinné zařízení, které se nachází za HUP. V případě výpadku elektrické energie, dojde k jeho uzavření. Tento bezpečnostní prvek, má vazbu na bezpečnostní řetězec pro odstavení plynové kotelny a musí splňovat normu ČSN 07 0703. [22]

Bezpečnostní uzávěr plynu se může nacházet mimo budovu, na fasádě nebo uvnitř v objektu. Nesmí být však umístěn v místnosti s plynovými kotli.



Obr. 10. Schéma plynové skříňe [vlastní]

2.1.4 Plynový kotel

Plynový kotel ohřívá upravenou vodu a tu svým kotlovým čerpadlem posílá do otopné soustavy. V případě, že kotelná má i větev teplé vody, je s kotli dodáván hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků a topná voda směřuje nejprve do něj. Podle umístění rozdělujeme kotle na:

- **Stacionární** (umístění pevně na zemi),
- **Závěsné** (upevněný např. na zdi). [1]

V závislosti na provedení kotle rozlišujeme kotle:

- **Klasické**
 - teplota vratné vody se pohybuje nad 60 °C, teplota spalin v rozmezí 120 až 180 °C,
- **Nízkoteplotní**
 - teplota vratné vody v rozsahu 40 až 60 °C, teplota spalin v rozsahu 90 až 140 °C,

- **Kondenzační**
 - přímo v kotli dochází ke kondenzaci vlhkosti z vodních par obsažených ve spalínách, která je dále využita. Teplota spalin klesá až pod 40 °C. [1]



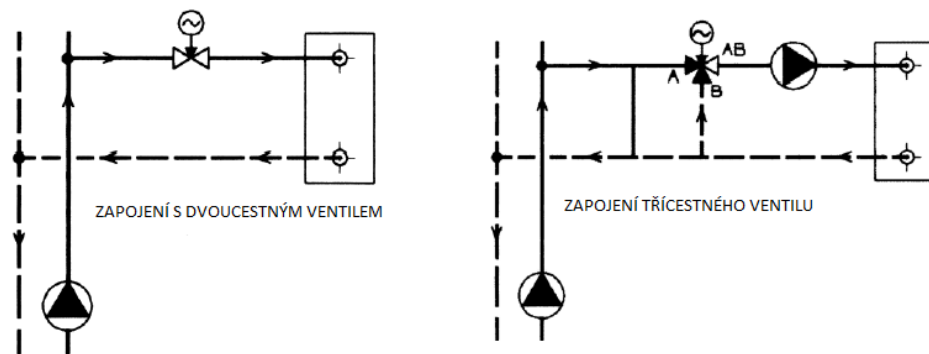
Obr. 11. Stacionární kotle (vlevo s externím hořákem) [vlastní]

2.1.5 Oběhové čerpadlo

Čerpadla zajišťují transport ohřáté vody v topném systému do požadovaných větví, např. ÚT, TV a VZT. V současnosti jsou nejpoužívanější čerpadla elektronická. Čerpadla se liší výkonem, velikostí, ovládním a druhem napájení. [23]

2.1.6 Regulační armatury

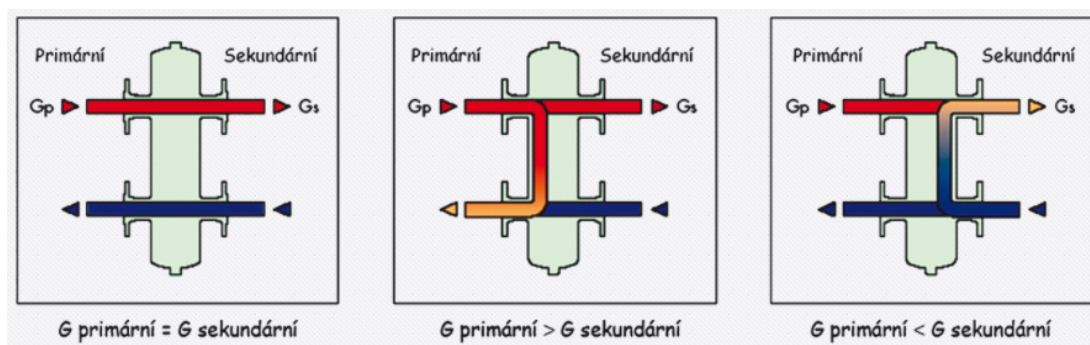
Jedná se o dálkově ovládaná zařízení, která na povel od řídicího systému regulují tlak a průtok vody v topném systému ÚT, TV či VZT. Patří sem veškeré ventily, kulové kohouty a klapky. Liší se provedením, velikostí a vlastnostmi ovládaných pohonů. [24]



Obr. 12. Zapojení regulačních ventilů a čerpadel [upraveno z 24]

2.1.7 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků (HVDT)

Pokud je v kotelně větev pro přípravu teplé vody, tak během topné sezóny bude potřebovat vyšší teplotu topné vody z kotlů. Proto se za kotli osazuje HVDT, který odděluje vytápěcí soustavu od kotlového okruhu, tedy od výstupní topné vody z kotlů. Používá se i název „anuloid“. [25]



Obr. 13. Funkce HVDT [upraveno z 25]

První část na (Obr. 13) ukazuje ideální stav, kdy jsou průtoky v primárním topném a sekundárním otopném okruhu stejné. Druhá část ukazuje stav, kdy je čerpadlo v sekundárním okruhu vypnuto. Poslední část představuje nejhorší stav, kdy průtoky na sekundární straně jsou větší než na primární straně. Tím se stane to, že teplota za HVDT klesne a výkon z topné strany se nepřenese na otopnou část. [25]

2.2 Kategorie plynových kotlen

Rozdělení kotlen popisuje norma ČSN 07 0703, která se zabývá kotelny se zařízeními na plynná paliva. Tato norma rozděluje kotelny do tří kategorií podle jmenovitých tepelných výkonů kotlů:

- **Kotelny III. kategorie** – „kotelny s jmenovitým tepelným výkonem jednoho kotle od 50 kW do součtu jmenovitých tepelných výkonů kotlů 0,5 MW včetně a kotelny

se součtem jmenovitých tepelných výkonů kotlů větším než 100 kW, i když ani jeden z nich nedosahuje jmenovitého tepelného výkonu 50 kW, do součtu jmenovitých tepelných výkonů kotlů 0,5MW včetně“ [22],

- **Kotelny II. kategorie** – „*kotelny se součtem jmenovitých výkonů nad 0,5 MW do 3,5 MW včetně“ [22],*
- **Kotelny I. kategorie** – „*kotelny se součtem jmenovitých tepelných výkonů kotlů nad 3,5 MW. “ [22]*

Nejčastěji se můžeme setkat s kotelny III. a II. kategorie. Nejprísnejší podmínky platí pro kotelny I. kategorie. [22]

2.3 Ovládaná zařízení plynové kotelny

Popis ovládaných zařízení bývá uveden v technické zprávě, která je součástí návrhu vytápění. Technická zpráva by měla obsahovat informace o tom, jakým způsobem se bude vytápěcí soustava řídit.

Mezi nejčastěji ovládaná zařízení patří **plynové kotle, regulační armatury, oběhová čerpadla, zařízení pro dopouštění vody, bezpečnostní uzávěr plynu a ventilátory.** [1]

Tato zařízení jsou ovládána řídicím systémem. Ten na základě programového vybavení zajišťuje plně automatizovaný provoz. Používané systémy v rámci plynových kotelny můžeme rozdělit na:

- **Předprogramované systémy**
 - Řídicí jednotka je již od výroby nastavena na konkrétní typy kotlů nebo na typizovanou technologii.
 - Jejich výhodou jsou nízké pořizovací náklady a snadné připojení.
 - V menších technologických provozech najdou své uplatnění.
 - Nevýhodou jsou pevně dané možnosti regulace, které nejsou schopny pružně reagovat na různá přání provozovatele.
- **Volně programovatelné systémy**
 - Tyto systémy jsou propracovanější a umožňují naprogramování jednotlivých zařízení přesně dle požadavků zákazníka.

- Jejich nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady, které jsou větší než u přednastavených systémů. To se kompenzuje jejich efektivností v provozu.
- Široká škála komunikačních možností a implementace na jakémkoliv zařízení, které nadřazenou regulaci umožňuje.
- Své využití najdou převážně u rozsáhlejších projektů.

Řídicími systémy zejména volně programovatelnými, se zabývá čtvrtá kapitola.

Vytápění plynovými kotelny je u nás velmi rozšířené a dá se očekávat, že pár let ještě bude. Správný provoz plynové kotelny je zajištěn vhodně instalovanou technologií, která vyplývá z projekčního návrhu topenářské profese. Hlavní část, která „oživí“ celou technologii a vlastně tvoří jádro pro bezobslužný provoz, je řídicí systém. Je výhodné, když projektant vytápění konzultuje svůj návrh s projektantem měření a regulace (MaR). Předejde se tak případným chybám, které se v praxi pravidelně vyskytují.

3 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY PRO PROVOZ PLYNOVÝCH KOTELN

V této části jsou vybrány obecné důležité vyhlášky, nařízení vlády, technická pravidla a normy týkající se provozu plynových koteln nebo prostorů s plynovými zařízeními. Pro konkrétní technologie plynových koteln, existuje mnoho dalších specifických členění v rámci norem.

Klíčovou normou pro plynové kotelny je již zmíněná ČSN 07 0703. Z ní budou uvedeny významné části, které budou využity při návrhu řízení a zabezpečení plynové kotelny v praktické části.

Významné části ČSN 07 0703:

- **dle 6.3.3**
 - Ventilátory určené pro přívod a odvod vzduchu musí mít vazbu na dané kotle. Při výpadku ventilátoru, musí být odstaven kotel z provozu. Při výpadku všech ventilátorů musí být odstaveny všechny kotle a zároveň se uzavře bezpečnostní uzávěr plynu pro kotelnu. [22]
- **dle 7.6**
 - Kotelny musí být vybaveny detekčním systémem, který při překročení mezních parametrů uzavře přívod plynu do kotelny pomocí samočinného uzávěru,
 - Detekční systém má dvoustupňovou regulaci. 1. stupeň aktivuje optickou a akustickou signalizaci do místa obsluhy kotelny. 2. stupeň aktivuje bezpečnostní řetězec, dojde k odstavení plynových kotlů a k uzavření přívodu plynu do kotelny. Tento stav bude možné odblokovat až po zásahu obsluhy. [22]
- **7.6.1 Indikované parametry**
 - stupeň: koncentrace výbušného plynu (10 % DMV),
 - teplota prostoru kotelny = 45 °C,
 - 2. stupeň: koncentrace výbušného plynu (20 % DMV),
 - detekce oxidu uhelnatého (CO) II. a III. kategorie. [22]

3.1 Zásady, povinnosti a nařízení pro provoz

- **Vyhláška č. 18/1979 Sb.**
 - kterou se určují vyhrazená tlaková zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti. [26]
- **Vyhláška č. 48/1982 Sb. § 172 Kotelny**
 - Kotelna musí mít zajištěn dostatečný přívod vzduchu pro spalování a větrání,
 - dveře do kotelny musí být nehořlavé, označené bezpečnostními značkami a musí se otevírat směrem ven z prostoru kotelny,
 - kotelny s dispoziční plochou nad 150 m² musí mít dvě únikové cesty, jedna z nich musí vést přímo do volného prostoru,
 - kotle umístěné mimo prostor kotelny musí být zabezpečené proti manipulaci nepovolanými osobami. [27]
- **Vyhláška č. 48/1982 Sb. § 186 Zařízení pro spalování plynů**
 - Hlavní uzávěr musí být osazen na daném zařízení,
 - přívod plynu do daného zařízení musí být osazen regulačním, měřicím a zabezpečovacím zařízením,
 - před zapálením plynu v zařízení musí být prostor dostatečně vyvětrán,
 - zařízení musí být umístěno v prostorách s dostatečnou výměnou vzduchu,
 - spalováním vzniklé zplodiny musí být odváděny z důvodu ohrožení bezpečnosti pracovníků. [27]
- **Vyhláška č. 91/1993 Sb. §5 Zřizování kotelen**
 - Kotelny I. kategorie jsou zřizovány v samostatných objektech, pokud není stanoveno jinak,
 - kotelny II. a III. kategorie lze realizovat ve zvláštních místnostech, sklepech, střeších a suterénech,
 - pro plynové kotelny platí zvláštní předpis. (ČSN 07 0703),

- v technických případech, schválených státním odborným dozorem, není nutno kotelny I. kategorie budovat v samostatných objektech. [28]
- **Vyhláška č. 91/1993 Sb. §6 Větrání**
 - Prostory kotelen musí být dostatečně a účinně větrány. V prostoru kotlů u podlahy kotelen je nutno zajistit neuzavíratelný přívod vzduchu pro spalování,
 - Odvod vzduchu z kotelny musí být zajištěn minimálně jedním otvorem u stropu kotelen, případně potrubím. [28]
- **Nařízení vlády č. 375/2017 Sb.**
 - Předepisuje vzhled, umístění a provedení bezpečnostních značek a značení a zavedení signálů,
 - Významnými skupinami jsou značky zákazů, výstrah, příkazů a informativní značky např. pro únikové cesty, nouzové východy či prostředky požární ochrany. [29]
- **ČSN 06 0830**
 - Zabývá se zabezpečením tepelných soustav v budovách zejména s ohřívací vody, ve kterých nesmí teplota překročit 95 °C. [30]
- **ČSN EN 60079-10-1 ed. 2**
 - Tato norma určuje postupy pro určování nebezpečných prostorů zejména s hořlavými plyny a tvoří základ pro správnou instalaci a výběr zařízení v těchto prostorech. [31]
- **ČSN EN 60079-14 ed. 4**
 - Upřesňuje požadavky na navrhování, zřizování a revize elektrických zařízení, které se nachází v nebezpečných prostorech nebo prostorech s výbušnými atmosférami. [32]
- **TPG 938 01**
 - Uvádí vhodná místa pro instalaci snímačů detekujících zemní plyn. Dále pak jejich principy a měřicí charakteristiky. [33]

4 PLC A KOMPONENTY PRO ŘÍZENÍ PLYNOVÉ KOTELNY

PLC neboli programovatelný logický automat, je číslicový elektronický systém, jenž má programovatelnou paměť, ve které se zpracovávají instrukce vložené programátorem. Tyto instrukce jsou základem pro různé druhy funkcí, a to logických, sekvenčních, časovacích, čítacích a komunikačních. Těmito funkcemi jsou následně vytvořeny algoritmy, které jsou interpretovány prostřednictvím digitálních a analogových vstupů a výstupů (DI, AI, DO, AO) jimiž jsou řízeny a měřeny různé technologické procesy a zařízení. [34]

Vstupy a výstupy bývají často uváděny v anglické zkratce I/O (input/output) z důvodu, že česká zkratka V/V není dostatečně výstižná.

PLC systémy jako takové můžeme rozdělit na tzv. kompaktní a modulární zařízení. Rozdíly jsou popsány v níže uvedených vlastnostech.



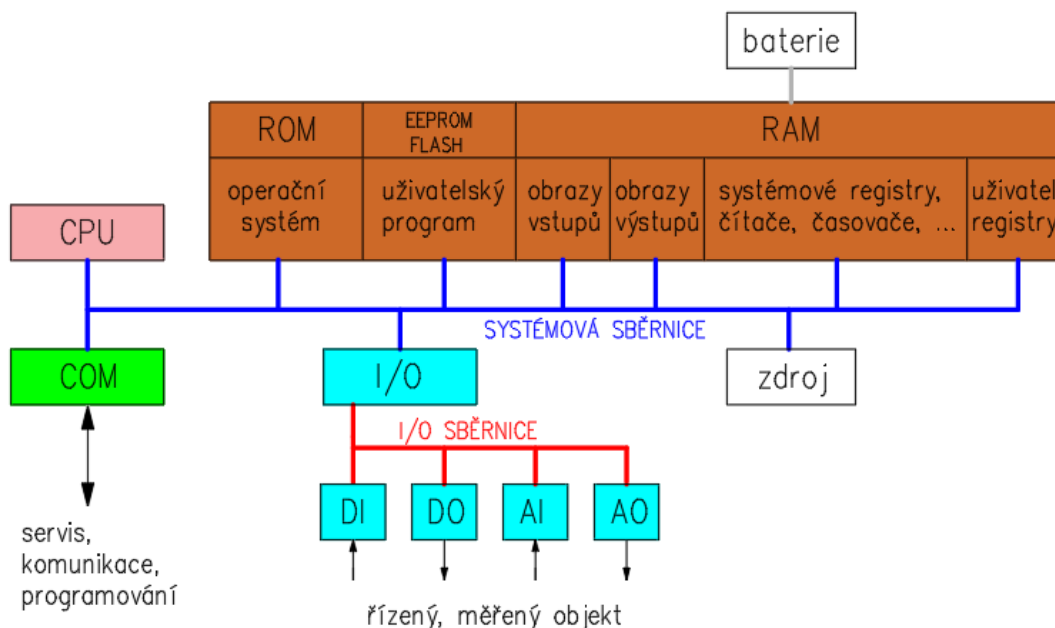
Obr. 14. Kompaktní a modulární PLC systémy TECO [upraveno z 35]

Hlavními vlastnostmi PLC jsou:

- **robustnost**
 - jsou navrženy pro průmyslové prostředí, mají tedy odolnost vůči vibracím, prachu, vlhkosti a elektromagnetickému rušení,
- **kompaktnost**
 - většinou mají malé rozměry a díky nim mohou být umístěny přímo k dané technologii,
- **hospodárnost**
 - provedení typu kompakt, které obsahuje CPU, I/O a komunikační rozhraní v jednom zařízení, je výhodný finančně i uživatelsky, lze jej omezeně rozšířit o další I/O a komunikační bloky,

- **konfigurovatelnost**
 - spočívá v modulárním (stavebnicovém) systému, který má na rozdíl od kompaktního systému zvlášť CPU, vstupy/výstupy a komunikační linky,
 - u rozsáhlejších technologií s různými způsoby komunikace, je využito toto provedení,
- **flexibilitnost**
 - nastavené algoritmy v zařízení lze snadno a rychle upravovat,
- **univerzálnost**
 - umožňuje řízení logických a aritmetických operací, jako proporciální ovládání ventilů, snímání teploty, číslicovou regulaci a podobně,
- **spolehlivost**
 - pro svou neustálou správu a monitoring v provozu mají jednoduchý operační systém,
 - při výpadku napájení nebo poruše řídicího systému si pamatují poslední prováděnou instrukci a po obnovení napájení pokračují dále v činnosti,
- **servisovatelnost**
 - výrobci zajišťují rychlý servis nebo případnou výměnu zařízení z důvodu nepostradatelnosti v daném technologickém provozu. [34]

4.1 Popis PLC



Obr. 15. Struktura uvnitř PLC [upraveno z 34]

4.1.1 Paměť

Paměť v PLC je rozdělena do více částí, které jsou uvedeny níže.

ROM

Zní lze jen číst a nachází se v ní operační systém od výrobce. Její velikost je dána z výroby. [34]

EEPROM a FLASH

Do těchto druhů pamětí se nahrává uživatelský program vytvořený programátorem. Paměť lze jednoduše mazat a přepisovat. [34]

RAM

Slouží jako paměť pro různé operace, poskytuje registry pro čtení/zápis obrazů I/O a jejich hodnot z (AI, DI, AO, DO). Poskytuje také registry pro aritmeticko-logické operace. Nachází se v ní funkční prvky, jako jsou klopné obvody, čítače (pro počítání určeného počtu impulsů), časovače (pro odpočítávání nastaveného času pro různé operace s časem), hodiny reálného času, kalendář apod. [34]

4.1.2 Centrální procesorová jednotka

Je tvořena mikroprocesorem, který vykonává systémový a uživatelský program. Složitější a výkonnější PLC systémy obsahují více druhů procesorů, které řídí podružnější procesy. Patří sem např. matematický koprocesor pro zpracování aritmetických operací, bitový procesor pro vykonávání logických operací apod. [34]

4.1.3 Vstupy/Výstupy (I/O)

Slouží pro předávání informací z PLC do řízených zařízení a zároveň pro jejich sběr. [34] Prostřednictvím vstupů lze sbírat informace o naměřených hodnotách, o stavu daného zařízení nebo přijímat pokyny od obsluhy nebo jiných systémů. Naopak výstupy lze realizovat požadavky z PLC pro ovládání a řízení objektu nebo pro zaslání informací na předem dané místo. Rozlišujeme digitální (binární) a analogové.

Digitální vstupy

Zpracovávají napěťové úrovně elektrických impulzních veličin nebo statické signály z tlačítek, koncových spínačů, limitních snímačů na dvouhodnotové (0/1) signály. Dále obsahují filtr pro odstranění rušení na vstupu. [34]

Digitální výstupy

Prostřednictvím napěťových signálů ovládají cívky relé, stykačů a solenoidových ventilů nebo různé signalizační prvky např. žárovky. [34]

Stavy DI a DO jsou signalizovány svítícími diodami. Digitální I/O galvanicky oddělují, elektrické signály od CPU (nejčastěji pomocí relé nebo optočlenů), aby ochránily PLC proti poškození nebo zničení. [34]

Analogové vstupy

Pomocí analogově/digitálního převodníku (A/D) transformuje spojité signály ze snímačů veličin a přístrojů s napěťovým nebo proudovým výstupem na digitální signál s kvantovanými hodnotami. [34]

„Kromě převodníku obsahuje zpravidla i ochranné obvody, multiplexory pro přepínání vstupních signálů, zdroje napětí pro pasivní čidla.“ [34]

Analogové výstupy

Využívá se opačný proces než u analogových vstupů pomocí digitálně/analogového převodníku (D/A), který slouží pro spojité ovládání akčních členů. [34]

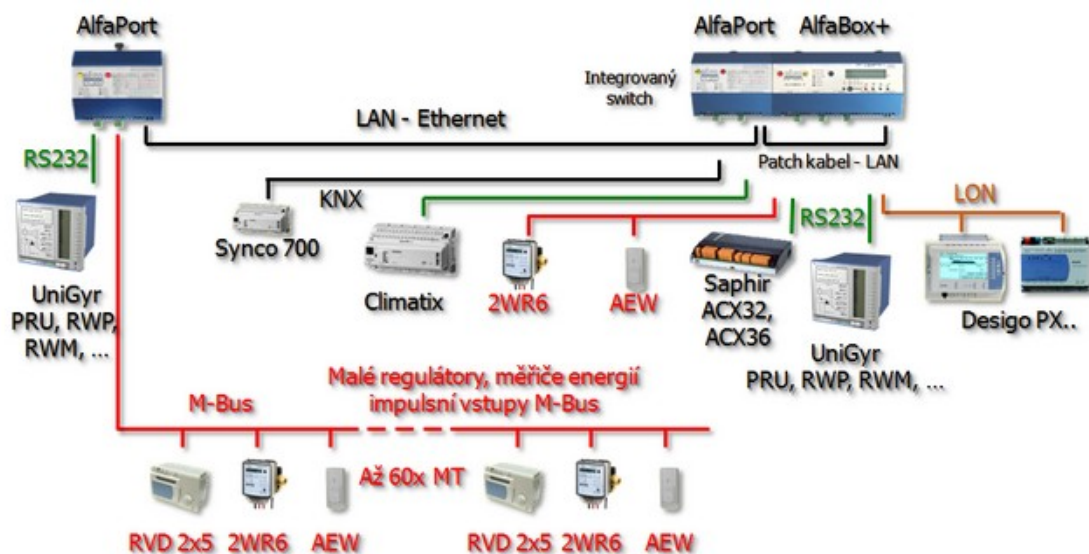
4.1.4 Komunikační rozhraní

Ve dříve uvedeném schématu (Obr. 15) je označeno jako COM. Nejedná se v tomto případě o konkrétní port, ale o obecné komunikační rozhraní, jehož prostřednictvím jsou informace sdělovány.

Komunikace je realizována nejčastěji přes RS-232, RS-485, CAN, Ethernet. Prostřednictvím nich se posílají různé komunikační protokoly jako, M-Bus, CAN bus, Modbus apod. M-Bus protokol je převážně využíván pro dálkový odečet zařízení pro měření energií, jako jsou měřiče tepla, vodoměry, elektroměry a plynoměry.

Mnoho výrobců PLC si vytváří vlastní sběrnice a komunikační protokoly, které jsou uzpůsobeny na jejich systémy.

Přenos informací je realizován buďto mezi prvky řídicího systému (rozšiřující moduly a jiné systémy) nebo do místnosti obsluhy tzv. dispečink, ve kterém je řízená technologie zobrazována a následně z něj i ovládána.



Obr. 16. Ukázka komunikace s PLC systémy od Siemens [36]

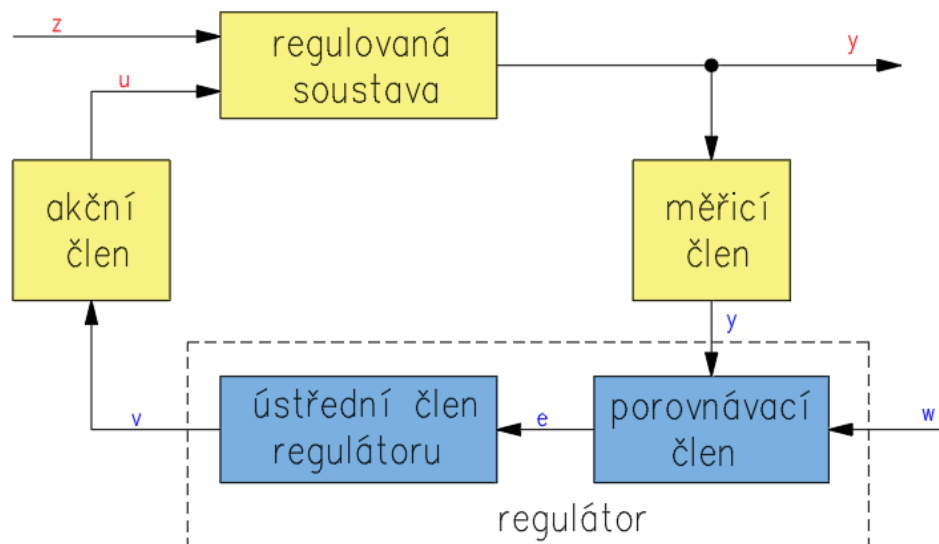
4.1.5 Zdroj a baterie

Zdroj slouží pro napájení dané řídicí jednotky a pro jednotlivé rozšiřující moduly. Používá se 24 V se stejnosměrným proudem (DC) a se střídavým (AC).

Interní baterie slouží pro zálohování paměti RAM při výpadku napájení a pro udržování reálného času na hodinách. V provozech, ve kterých by výpadek PLC mohl způsobit velké škody, se zdroj připojuje na zálohované napájení.

4.2 Princip regulace

Regulace je jednou ze základních operací automatického řízení, jenž má za cíl udržovat hodnotu dané veličiny na požadované hodnotě. V této podkapitole je popsán stručně její princip. [34]



Obr. 17. Schéma regulačního obvodu [upraveno z 34; 37]

Terminologie k popisovanému schématu:

- **regulovaná soustava** – předmět regulace,
- **regulovaná veličina „y“** – hodnota veličiny na výstupu z regulované soustavy,
- **poruchová veličina „z“** – hodnota veličiny vstupující do regulované soustavy,
- **měřicí člen** – prvek, který měří hodnotu regulované veličiny a informaci posílá do regulátoru,
- **informace o hodnotě regulované veličiny „y“** – hodnota vody na výstupu z regulované soustavy,
- **regulátor** – zařízení, které provádí regulaci,
- **řídící veličina „w“** – informace o požadované hodnotě regulované veličiny,
- **porovnávací člen** – porovnává rozdíl mezi požadovanou a skutečnou hodnotou regulované veličiny,
- **regulační odchylka „e“** – informace o hodnotě z výstupu regulačního členu ($e = w - y$),

- **ústřední člen regulátoru** – zpracovává hodnotu odchylky a na základě ní definuje velikost zásahu do regulované soustavy s cílem, aby regulovaná odchylka byla po provedení regulace téměř nulová,
- **výstup z regulátoru „v“** – informace o hodnotě, se kterou bude pracovat akční člen,
- **akční člen** – zařízení, které provádí zásah do regulované soustavy na základě výstupu z regulátoru,
- **akční veličina „u“** – veličina upravená akčním členem na stanovenou hodnotu, která následně vstupuje do regulované soustavy. [34]

4.3 Procesní instrumentace pro řízení vytápění

Procesní instrumentace bývá též označována jako tzv. polní instrumentace, která slouží pro měření (měřicí člen) nebo regulování (akční člen) veličiny v daném technologickém procesu. Níže jsou uvedeni hlavní zástupci, pro měření a ovládání technologie vytápění v rámci plynové kotelny.

4.3.1 Snímač teploty

Tvoří základní měřicí prvek v soustavách pro vytápění. Hlavní část teplotního snímače tvoří teplotní čidlo. Čidlo převádí teplotu na jinou fyzikální veličinu, kterou je schopen regulátor vyhodnotit. Mezi nejpoužívanější senzory teploty patří odporové kovové snímače, které jsou nejpoužívanější. Princip těchto snímačů je založen na závislosti odporu kovu na teplotě. [38; 39]

Nejvýznamnějšími druhy kovových odporových snímačů jsou platinové (Pt) a niklové (Ni). Platinové snímače mají vyšší rozsah měřených teplot, chemickou netečnost a vyšší teplotu tání. Výhodou niklových snímačů je vysoká citlivost a rychlá časová odezva. [38; 39]

Vyrábí se v různých variantách jako jímkové, krabičkové a kabelové snímače teploty. Jímkové se instalují přímo do potrubí, do navařeného návarku. Krabičkové snímače teploty se většinou instalují do venkovního nebo vnitřního prostoru. V případě, že se na potrubí nenachází návarek, umístí se krabičkové čidlo teploty na potrubí a upevní pomocí stahovacích pásků. Nedosahuje takové přesnosti měření, jako jímkový teplotní snímač.

Kabelová varianta se používá tam, kde není dostatek prostoru pro umístění jímkového čidla.

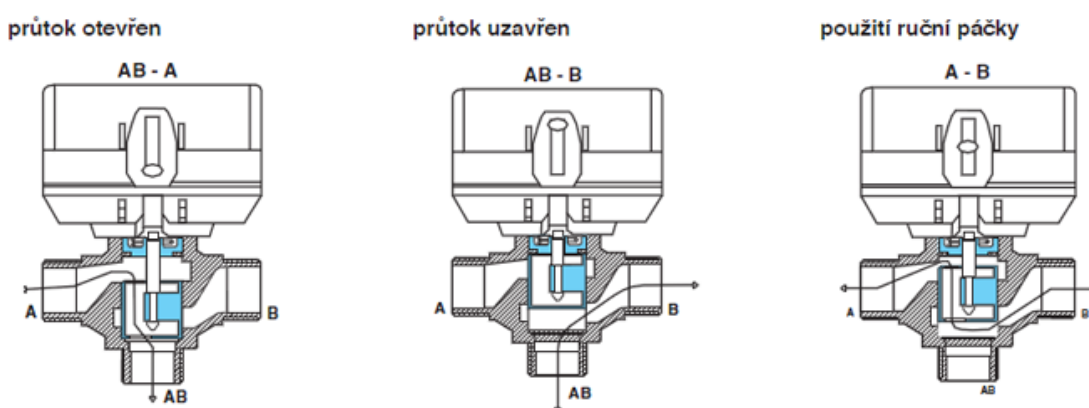


Obr. 18. Výběr nejpoužívanějších teplotních snímačů [upraveno ze 40]

4.3.2 Regulační ventily a klapky

Regulační ventily a klapky tvoří základní akční členy ve vytápěcích soustavách. Slouží pro regulaci průtoku topné vody, jejíž průtok má přímý vliv na tepelný výkon vytápěcí soustavy. Dále bude využíváno termínu ventil nebo regulační ventil, který bude ve slovním spojení reprezentovat i klapku.

Regulační ventil se skládá z ventilu a pohonu, který je ovládán určitým signálem. Ventil je konstruován tak, aby dosahoval lineární charakteristiky. [34] Regulační ventily můžeme rozdělit na dvoucestné a trojcestné, někdy označovány jako tzv. směšovací.



Obr. 19. Režimy trojcestného ventilu [42]

Hlavními parametry:

- **DN** – jmenovitá vnitřní světlost vstupního a výstupního hrdla ventilu v mm,
- **PN** – jmenovitý tlak, pro který je ventil dimenzován,
- **Netěsnost (%)** – hodnota netěsnosti při uzavřeném ventilu,

- **Kvs** (m^3/h) - jmenovitý průtok vody potrubím, při plně otevřeném ventilu n. [41]

Regulační klapky se využívají v soustavách, ve kterých není požadována velká těsnost a tam, kde se nevyskytuje vysoký tlak v potrubí. Nejdůležitějším parametrem pro regulaci je **Kvs**. Dalším parametrem je pak doba přechodu (přestavení) ventilu. Tato doba přináší zpoždění do regulačního procesu a v závislosti na druhu řízení, je potřeba s ní adekvátně pracovat. [41]

Hlavní částí regulačního ventilu a klapky tvoří pohon, díky němuž je možné tato zařízení ovládat.

Pohony mohou být napájeny napětím 230 V AC nebo 24 V DC/AC. Lze je řídit těmito způsoby:

- **spojité** – standardně 0-10 V DC,
- **tříbodové** – (otevívá-stop-zavírá),
- **dvoubodové** – (otevívá-zavírá). [41]

Nejrozšířenějším druhem je spojité řízení, zejména směšovacích ventilů na větvích ÚT. Takto prováděné řízení se připojuje na analogový výstup PLC. Tříbodové a dvoubodové se připojuje na digitální výstupy PLC.

Regulační ventily mohou být vybaveny tzv. zpětnou vazbou, která se připojuje k PLC na vstupy analogové nebo digitální, podle toho, jaký druh řízení jsme zvolili. Tato zpětná vazba informuje PLC o poloze ventilu. U spojitěho signálu udává procentuální rozsah např. 1 V = otevření ventilu 10 %. Ostatní druhy řízení je vhodné vybavit tzv. koncovým spínačem, který po dosažení polohy (otevřeno nebo zavřeno) předá signál do PLC.

PLC jsou již nepostradatelnou částí v automatizaci zařízení a vykonávaných procesů. Jednotlivé systémy a moduly se liší svou skladbou I/O a komunikačních linek. Každý výrobce k vyráběnému PLC dodává i programovací software, ve kterém programátoři konkrétní algoritmy vytvářejí. Tyto programy se liší svým pracovním prostředím a určitými šablonami funkcí, které si každý výrobce upravuje sám. Způsoby programování jsou však zachovány stejné a díky tomu se může programátor jednoduše přeorientovat z daného výrobce PLC na výrobce jiného. Instalací systémů PLC, měřících a akčních prvků včetně programování a vzdálené správy v technických provozech se převážně zabývá profese měření a regulace, zkráceně MaR. Dále řeší regulování, řízení, ovládání a zabezpečení určitých technických zařízení uvnitř budov.

5 KOMPONENTY PRO ZABEZPEČENÍ PLYNOVÉ KOTELNY

Tato kapitola se věnuje možnostem v oblasti zabezpečení plynové kotelny prostřednictvím systémů MaR a prvků PZTS. Zabezpečení lze podle svého účelu rozdělit na dvě části. První část, které je věnována větší pozornost, se zabývá zabezpečením technologického provozu kotelny, zatímco druhá se zabývá detekcí vniku cizích osob do prostoru kotelny.

5.1 Zabezpečení technologického provozu kotelny

Požadavky na zabezpečení plynových kotelen a tepelných soustav jsou definovány normami ČSN 07 0703 a ČSN 06 0830. [22; 30] V nich jsou popsány obecné zabezpečovací prvky, jako jsou kulové kohouty, uzávěry a ventily nebo různé pojistné ventily a mechanické regulátory tlaku. Dále v nich jsou popsány tzv. poruchové a havarijní stavy, které jsou vyhodnocovány prvky zapojenými do systému MaR.

Havarijními stavy se odstavují příslušné okruhy z provozu a tyto stavy jsou signalizovány obsluze. Poruchové stavy signalizují obsluze vznik problému na určitém okruhu, přičemž nedochází k odstavení celé technologie z provozu. U těchto stavů není žádoucí, aby došlo k jejich automatické deaktivaci. Vždy by je měla odblokovat obsluha, která zjistí a odstraní příčinu jejich vzniku. [41]

Veškeré tyto stavy jsou signalizovány do PLC na příslušné digitální vstupy. Níže uvedené havarijní, ale i poruchové stavy je vhodné posílat prostřednictvím GSM modulu, jako SMS na vybraná telefonní čísla. Dále je nutno prezentovat tyto stavy v podobě akustické nebo rozsvícením příslušné signálky.

5.1.1 Havarijní stavy

Stop tlačítko

Slouží pro odstavení všech okruhů v kotelně obsluhou. Osazují se u vstupu do kotelny. Instalují se v provedení žluto-červené barvy. Na obrázku (Obr. 20) jako první zleva.

Únik plynu

Norma vyžaduje dvoustupňové detektory, ale vyskytují se na trhu i vícestupňová provedení. Stupeň značí, kolik hranic koncentrací plynu dokáže detektor hlídat. První stupeň vyhodnocuje 10 % koncentrace plynu v daném prostoru. Tato hranice většinou slouží pro signalizaci prostřednictvím žluté kontrolky a zároveň přes PLC spouští havarijní větrání, pokud se v prostoru kotelny nachází i ventilátor. Detektory mohou při prvním

stupni zachytit i oxid uhelnatý, který vznikne nekvalitním odvodem spalin z komína nebo při nedostatku spalovacího vzduchu apod. Při hranici 20 % je vyhlášována nebezpečná koncentrace plynu, která má vazbu na bezpečnostní řetězec pro odstavení plynové kotelny. Při tomto stavu se automaticky vypíná kotel a uzavírá se bezpečnostní uzávěr plynu, následně je signalizována havárie. [22; 41]

Detektory na zemní plyn, jehož hlavní část tvoří metan, umístujeme co nejvýše, ke stropu. Pro detekci propan-butanu instalujeme detektory nad podlahu. [41] Na obrázku (Obr. 20) jako první zprava.

Detektory plynu je nutné pravidelně kontrolovat a v případě nutnosti i překalibrovat podle instrukcí výrobce. [41]

Minimální tlak v topném systému

Hlídáním tohoto stavu chráníme zařízení v topném systému, kterým by mohl vadit chod bez průtoku vody tzv. na sucho. Nemělo by dojít k situaci, kdy tlak v systému klesne pod 100 kPa, protože má vliv na provoz kotlů. Důležité je, aby vytápěcí systém obsahoval i tlakové expanzní nádoby, které slouží pro vyrovnávání tlaků vody v potrubí. [41] Používají se zde tzv. regulátory tlaku, na nichž se nastaví rozsah hodnot.

Maximální teplota teplé vody

Zabraňuje proti opaření TV při vzniku fyzické poruchy na zařízení. Je vyhodnocována termostatem s nastaveným rozsahem. Termostat je standardně nastavován na rozsah 65-75 °C. Ve školních a zdravotnických zařízeních bývá rozsah nižší, a to 45-60 °C. [41] Osazuje se za výměník TV nebo na horní část zásobníku TV.

Maximální teplota topné vody

Zařízení v topném systému jsou většinou dimenzována do teploty 110 °C, a proto je nutno případné překročení hlídat. Termostat pro topnou vodu se instaluje přímo na zdroj tepla (výstup z kotlů) nebo na určité topné větve. Rozsah je nastavován 80–110 °C. V případě, že jedna z topných větví slouží jako větev pro podlahové vytápění, nastavený rozsah je nižší 40–50 °C. [41] Na obrázku (Obr. 20) jako druhý zprava.

Maximální teplota prostoru kotelny

Hlídání tohoto stavu je důležité pro kotle osazené atmosférickým hořákem. Dále je nutno chránit i ostatní zařízení v prostoru kotelny, která mají provozní teplotu nižší. Rozsah

prostorového termostatu je nastavován na 35–45 °C. [41] Osazuje se na zeď v prostoru kotelny tak, aby nebyl ovlivňován např. slunečním svitem nebo ventilátorem apod.

Zaplavení prostoru kotelny

V případě živelné katastrofy nebo při netěsnosti potrubí v prostoru kotelny, je nutné hlídat výskyt vody. [41] Snímač zaplavení se umísťuje na nejnižší místo v prostoru kotelny. Na obrázku (Obr. 20) jako druhý zleva.

5.1.2 Poruchové stavy

Porucha snímače

Některé snímače mají výstup pro možnost signalizování poruchy, a to v případě porušení kabelu nebo při změnách provozních parametrů. [41]

Poruchy ze zařízení

Patří sem veškeré poruchy z konkrétních zařízení např. z kotlů, čerpadel, ventilátorů, frekvenčních měničů apod.

Další poruchou může být výpadek napájení nebo výpadek jedné ze tří fází. Tento problém je nutno hlídat prostřednictvím relé pro hlídání napětí nebo fází. Pokud se v provozu nachází třífázový asynchronní motor, mohlo by dojít, při výpadku jedné fáze, k jeho poškození.



Obr. 20. Výběr z havarijních prvků [upraveno ze 43; 44; 45; 46]

5.2 Detekce neoprávněného vniku do kotelny

Pro plynové kotelny neexistuje norma, která by nařizovala instalaci zabezpečovacích prvků proti vniknutí cizích osob do kotelny. Avšak tyto prvky jsou vhodným doplněním do objektu plynové kotelny, v němž se nachází drahá technologická zařízení, která by mohl narušitel poškodit nebo dokonce odcizit. Dále pak, pokud se v objektu nachází místnost

obsluhy, kde je umístěn počítač pro zobrazení technologie kotelny. Systémové požadavky jsou prezentovány normou ČSN EN 5031-1 ed. 2. [48]

Prvky zajišťující bezpečnost musí splňovat určitý stupeň zabezpečení, který je rozdělen do čtyř stupňů zabezpečení (Tab. 2). [48]

Tab. 2. Stupně zabezpečení dle normy [upraveno ze 48]

Stupeň	Míra rizika	Znalost a vybavení narušitele
1	Nízké riziko	Narušitel má malou znalost PZTS a má k dispozici omezený sortiment dostupných nástrojů.
2	Nízké až střední	Narušitel má omezenou znalost PZTS a používá běžně dostupné nářadí a přístroje.
3	Střední až vysoké	Narušitel je seznámen s PZTS a má k dispozici rozsáhlý sortiment nástrojů a elektronických zařízení.
4	Vysoké	Narušitel je schopen zpracovat podrobný plán vniknutí a disponuje veškerým sortimentem zařízení včetně prostředků pro náhradu komponentů PZTS.

Dále je nutno zvážit prostředí, ve kterém se budou prvky PZTS instalovat (Tab. 3). [48]

Tab. 3. Třídy zabezpečení podle normy [upraveno ze 48]

Třída	Druh prostředí	Poznámka
I.	Vnitřní	Vlivy vyskytující se ve vnitřních prostorách. Teploty v rozsahu +5 až +40 °C při vlhkosti 75 % bez kondenzace.
II.	Vnitřní (všeobecné)	Vlivy vyskytující se obvykle ve vnitřních prostorách s nestálou teplotou a s nevytápěnými prostory. Teploty v rozsahu -10 až +40 °C při vlhkosti 75 % bez kondenzace.
III.	Venkovní (chráněné nebo extrémní vnitřní podmínky)	Vlivy vyskytující se uvnitř budov, přičemž prvky PZTS nejsou vystaveny povětrnostním vlivům. Teploty v rozsahu -25 až +50 °C při vlhkosti 75 % bez kondenzace.
IV.	Venkovní (všeobecné)	Vlivy vyskytující se uvnitř budov, přičemž prvky PZTS jsou vystaveny povětrnostním vlivům. Teploty v rozsahu -25 až +60 °C při vlhkosti 75 % bez kondenzace.

Níže jsou prezentovány části PZTS systémů, které v rámci zajištění bezpečnosti vnitřního prostoru kotelny považují za významné.

5.2.1 Ústředna PZTS

Ústředna tvoří hlavní jádro systému PZTS. Slouží pro přijímání signálů z jednotlivých detektorů a pro vyhodnocení dané události. Dále pak slouží pro napájení ostatních periférií PZTS. Po vyhodnocení jsou ústřednou aktivovány patřičné optické (alarmy) a akustické (siréna) prvky nebo jsou odesílány poplachové SMS zprávy na vybraná telefonní čísla, případně se přenáší přímo na DPPC nebo PC investora. Detektory je možno zapojit prostřednictvím kabeláže nebo i bezdrátově. Záleží na konkrétním typu ústředny. [47]

Ústředna umožňuje ovládání celého systému prostřednictvím dodaného softwaru nebo klávesnice. [47]

5.2.2 Klávesnice a RFID čtečka

Klávesnice slouží pro možnost ovládání zabezpečovacího systému. Na displeji dokáže zobrazit různé informace, jako jsou stavy systému, aktuální zabezpečené a nezabezpečené prostory, indikace poplachů apod. Klávesnici lze ovládat prostřednictvím čtečky čipů např. RFID, dále pak zadáním uživatelského kódu nebo dálkovým ovladačem. [47]

Často bývá klávesnice umístěna vedle dveří z vnitřní strany objektu a RFID čtečka je umístěna vedle dveří z venkovní části. Oprávněná osoba vstupující do objektu přiloží svůj čip nebo kartu ke čtečce a tím se identifikuje. V závislosti na nastaveném systému je možno zakódovat, odkódovat daný objekt nebo ovládat otevření dveří.

5.2.3 Komponenty pro indikaci a poplach

Duální detektor pohybu

Tyto detektory v sobě kombinují dva různé druhy pro detekci. Patří sem pasivní infračervené detektory (PIR), ultrazvukové a detektory využívající mikrovln. Kombinací různých druhů čidel, se snižuje počet vyhodnocených poplachů. Poplach je pak vyhlášen za podmínky, že dojde k aktivaci obou senzorů. [49]

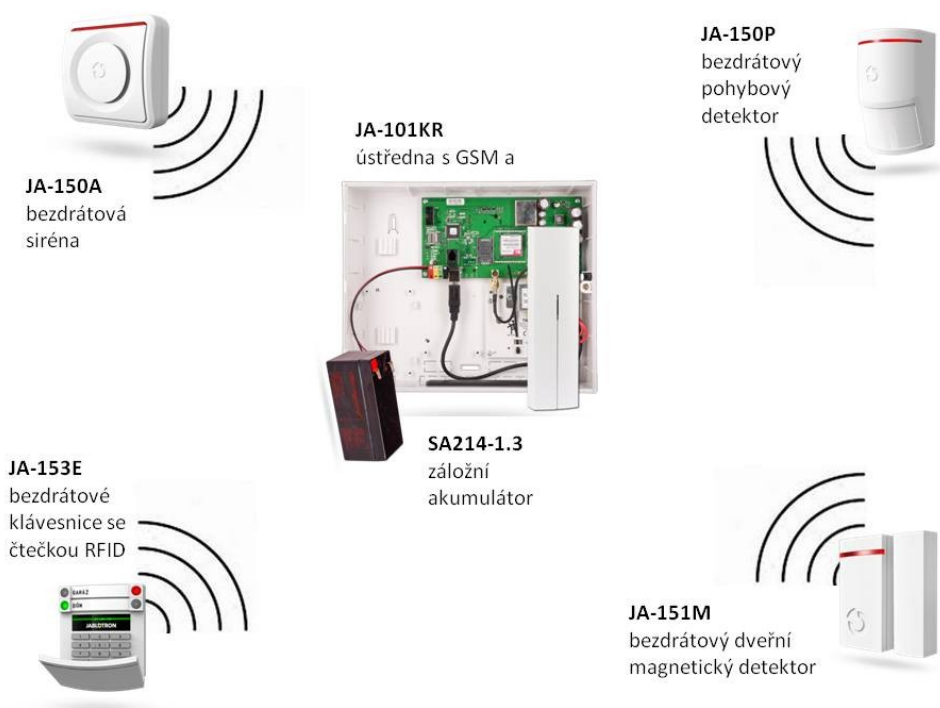
Magnetické kontakty

Používají se ke střežení pohyblivých částí plášťové ochrany (dveře, okna apod.). Jejich účelem je detekování otevření výše zmíněných prvků. [47]

Sirény

Bývají většinou součástí každého zabezpečovacího systému. Slouží pro akustickou signalizaci poplachu. Akustický signál lze podle druhu poplachu přizpůsobit a může být

vyhlašován v různých časových intervalech. Novější sirény jsou vybaveny akumulátorem pro možné přerušení kabeláže narušitelem. Podle umístění jsou rozděleny na vnitřní a venkovní. [47]



Obr. 21. Sada bezdrátového systému Jablotron 100 [50]

V této kapitole byly popsány prvky pro bezpečnost provozu kotelny, které jsou vázané na normativní požadavky. Signalizace dalších zařízení pro indikaci havárií a poruch pak záleží na konkrétních požadavcích zákazníka.

Prvky PZTS nejsou normativně předepsány pro plynové kotelny, ale jejich správnou aplikací se bezpečnost proti vniknutí cizích osob zdatelně navýší. K výše zmíněným prvkům lze doplnit detektory tříštění skla nebo prvky perimetrické ochrany apod. Návrhu prvků PZTS by mělo předcházet tzv. bezpečnostní posouzení objektu, jehož výsledek je podkladem pro návrh.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 NÁVRH ŘÍZENÍ A ZABEZPEČENÍ PROVOZU PLYNOVÉ KOTELNY

Návrh je označen jako systém MaR. Podkladem pro zpracování návrhu je technologické schéma vytápění kotelny pro bytový dům a požadavky na ekvitermní regulaci ÚT a ohřev TV vyplývající z technické zprávy vytápění. Pro popis technologie kotelny v této práci jsou použity, po dohodě s investorem a projektantem vytápění, skutečně realizované podklady. Informace, které by vedly k odhalení konkrétního objektu kotelny, jsou na žádost projektanta a investora vynechány nebo částečně anonymizovány. Veškeré informace jsou skutečné a tvoří základ pro realizaci řízení a zabezpečení plynové kotelny prostřednictvím PLC. Z podkladů jsou vybrány pouze významné části, které jsou důležité pro návrh. Investor si přeje zachovat některá stávající zařízení a prvky pro měření.

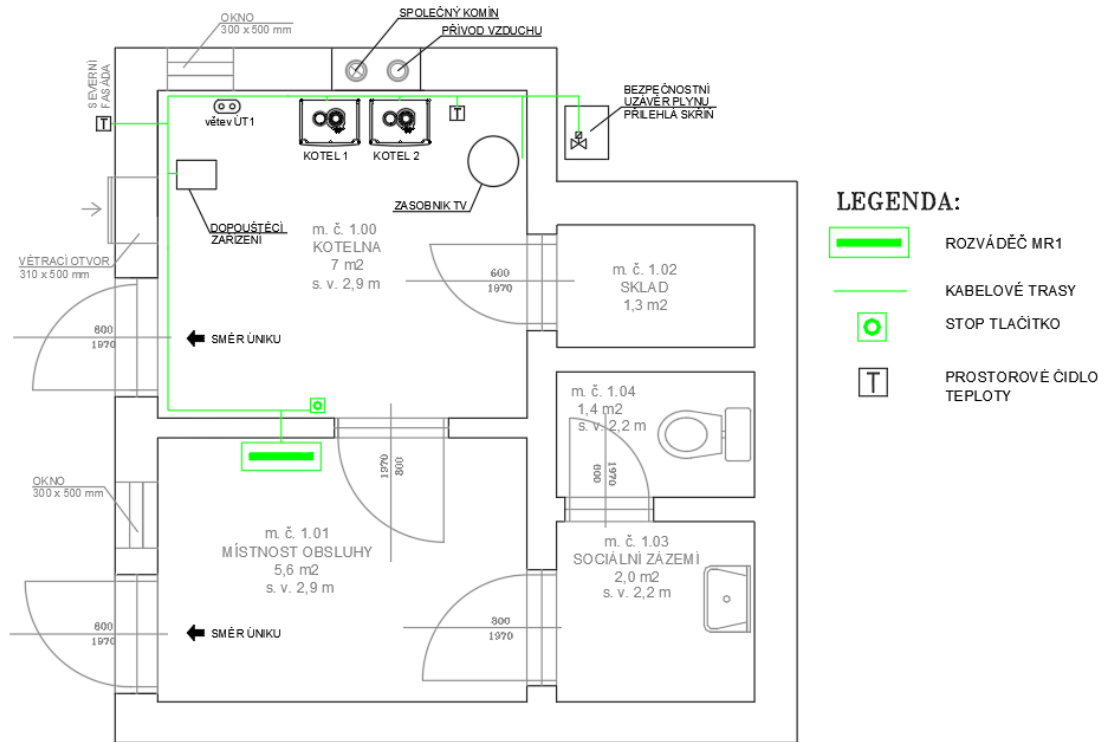
Návrh zabezpečení je dán normativními požadavky a vypracovanou analýzou rizik. Viz příloha P I.

6.1 Popis technologie plynové kotelny

Samostatný objekt plynové kotelny tvoří jedno podlaží, které se skládá z pěti místností – kotelna, místnost obsluhy, sklad a sociální zázemí (umyvadlo, toaleta).

V prostoru kotelny se nachází kotlová kaskáda, kterou tvoří dva závěsné kondenzační kotle BAXI LUNA DUO-TEC MP+ 1.60 o jmenovitém tepelném výkonu jednoho kotle 55 kW. Jedná se tedy o kotelnu III. kategorie o celkovém součtu jmenovitých tepelných výkonů kotlů 110 kW. Větrání kotelny je přirozené prostřednictvím větrací mřížky. Na jižní fasádě objektu je osazen havarijní uzávěr plynu do kotelny. Je proveden jako solenoidový ventil na 230 VAC s logikou „bez proudu = uzavřen“. Dopouštění vody do topné soustavy je realizováno automatickým zařízením, které zajišťuje dodávku chemicky upravené vody. Předpokládaný maximální tlak vody v soustavě je 540 kPa.

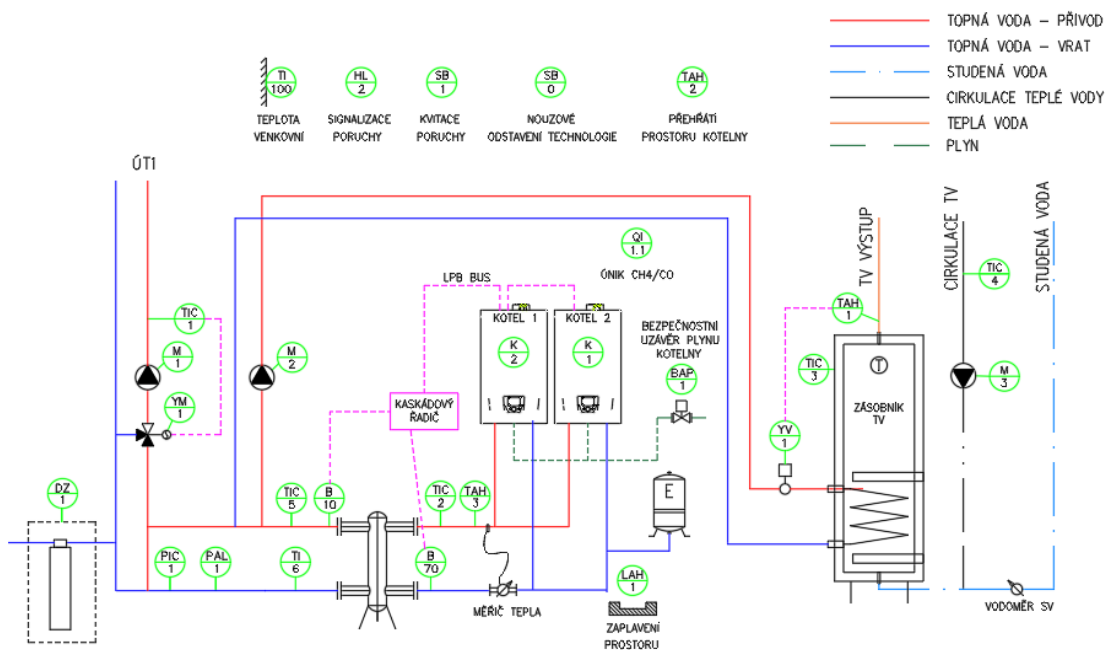
Na kotlový okruh jsou napojeny dvě sekundární větve. Pro vytápění slouží větev ÚT1, která je vybavena trojcestným ventilem s elektrickým pohonem a oběhovým čerpadlem. Větev ÚT bude řízena ekvitermní regulací v závislosti na venkovní teplotě. Pro přípravu teplé vody v nerezovém zásobníkovém ohřivači slouží větev TV. Na části pro cirkulaci TV je osazeno oběhové čerpadlo. Kotle mají v sobě integrované oběhové čerpadlo a jsou doplněny modulem pro kaskádové řízení kotlů prostřednictvím nadřazené regulace.



Obr. 22. Dispozice objektu kotelny včetně kabelových tras MaR [vlastní]

6.2 Určení potřebných vstupů a výstupů

Z technologického schématu vychází tzv. automatizační schéma, ve kterém jsou osazeny prvky MaR. Tyto prvky reprezentují konkrétní technologická zařízení nebo procesní instrumentaci s konkrétními vstupy/výstupy, zapojených do PLC a modulu.



Obr. 23. Automatizační schéma [vlastní]

Veškeré ruční kohouty, teploměry, manometry a další prvky jsou zanedbány, protože v automatizačním schématu s PLC nejsou důležité (Obr. 23).

Pro přehlednost jsou I/O zapsány do tabulek, které tvoří tzv. seznam datových bodů. K tabulkám je přiřazen typ PLC včetně svorek, na které budou I/O připojeny.

Tab. 4. Osazení AI na řídicí jednotce [vlastní]

ŘÍDICÍ JEDNOTKA PLC AMiNi4DW2/G				
Svorka	Označení	AI - Analogové vstupy	Typ	Prvek MaR
25	AI 0.0	Teplota venkovní sever	Ni1000	TI100
26	AI 0.1	Teplota ÚT1	Ni1000	TIC1
27	AI 0.2	Teplota ToV před anuloidem	Ni1000	TIC2
28	AI 0.3	Teplota TV horní	Ni1000	TIC3
29	AI 0.4	Teplota TV cirkulace	Ni1000	TIC4
30	AI 0.5	Teplota ToV výstup za anuloidem	Ni1000	TIC5
31	AI 0.6	Teplota ToV vrat za anuloidem	Ni1000	TI6
32	AI 0.7	Tlak v systému	4-20 mA	PIC1

Tab. 5. Osazení DI na řídicí jednotce [vlastní]

ŘÍDICÍ JEDNOTKA PLC AMiNi4DW2/G				
Svorka	Označení	DI - Digitální vstupy	Typ	Prvek MaR
7	DI 0.0	Minimální tlak	24 VDC	PAL1
8	DI 0.1	Signalizace přehřátí TUV	24 VDC	TAH1
9	DI 0.2	Přehřátí prostoru kotelny	24 VDC	TAH2
10	DI 0.3	Přehřátí ToV z kotlů	24 VDC	TAH3
11	DI 0.4	Zaplavení prostoru kotelny	24 VDC	LAH1
12	DI 0.5	Signalizace nouzového odstavení	24 VDC	SB0/KA12
13	DI 0.6	Signalizace polohy kohoutu pro ohřev TUV	24 VDC	YV1
14	DI 0.7	Kvitace poruchy	24 VDC	SB1

Tab. 6. Osazení AO na řídicí jednotce [vlastní]

ŘÍDICÍ JEDNOTKA PLC AMiNi4DW2/G				
Svorka	Označení	AO - Analogové výstupy	Typ	Prvek MaR
2	AO 0.0	Řízení kaskády kotlů	0-10 VDC	Řadič (K1, K2)
3	AO 0.1	Řízení ventilu ÚT1	0-10 VDC	YM1
4	AO 0.2	Rezerva	0-10 VDC	
5	AO 0.3	Rezerva	0-10 VDC	

Tab. 7. Osazení DO na řídicí jednotce [vlastní]

ŘÍDICÍ JEDNOTKA PLC AMiNi4DW2/G				
Svorka	Označení	DO - Digitální výstupy	Typ	Prvek MaR
16	DO 0.0	Nouzové odstavení kotlů	24 VDC	KA1
17	DO 0.1	Bezpečnostní uzávěr plynu	24 VDC	BAP1/KA2
18	DO 0.2	Kohout ohřevu TUV	24 VDC	YV1/KA3
19	DO 0.3	Signál do ústředny PZTS - havárie	24 VDC	KA100
20	DO 0.4	Čerpadlo ÚT1	24 VDC	M1
21	DO 0.5	Čerpadlo TV	24 VDC	M2
22	DO 0.6	Čerpadlo cirkulace TV	24 VDC	M3
23	DO 0.7	Signalizace poruchy	24 VDC	HL2

Výše uvedené tabulky (Tab. 4 až Tab. 7) slouží pro osazení řídicí jednotky AMiNi4DW2/G. Tabulka níže (Tab. 8) představuje osazení rozšiřujícího modulu s digitálními vstupy.

Tab. 8. Osazení DI na rozšiřujícím modulu [vlastní]

ROZŠIŘUJÍCÍ MODUL AMRIO-DI24				
Svorka	Označení	DI - Digitální vstupy	Typ	Prvek MaR
7	DI 0	Kotel K1 - Chod	24 VDC	K1
8	DI 1	Kotel K1 - Porucha	24 VDC	K1
9	DI 2	Kotel K2 - Chod	24 VDC	K2
10	DI 3	Kotel K2 - Porucha	24 VDC	K2
11	DI 4	Výskyt plynu (CH ₄ /CO) I. stupeň	24 VDC	QI1
12	DI 5	Výskyt plynu (CH ₄ /CO) II. stupeň	24 VDC	QI1
13	DI 6	Signál z PZTS - narušitel/poplach	24 VDC	KA 101
14	DI 7	Dopouštěcí zařízení - Porucha	24 VDC	DZ1
Svorka	Označení	DI - Digitální vstupy	Typ	Prvek MaR
16	DI 8	Signál z PZTS - zastřeženo	24 VDC	KA102
17	DI 9	Signál z PZTS - odstřeženo	24 VDC	KA103
18	DI 10		24 VDC	
19	DI 11		24 VDC	
20	DI 12		24 VDC	
21	DI 13		24 VDC	
22	DI 14		24 VDC	
23	DI 15		24 VDC	
Svorka	Označení	DI - Digitální vstupy	Typ	Prvek MaR
25	DI 16		24 VDC	
26	DI 17		24 VDC	
27	DI 18		24 VDC	

28	DI 19		24 VDC	
29	DI 20		24 VDC	
30	DI 21		24 VDC	
31	DI22		24 VDC	
32	DI 23		24 VDC	

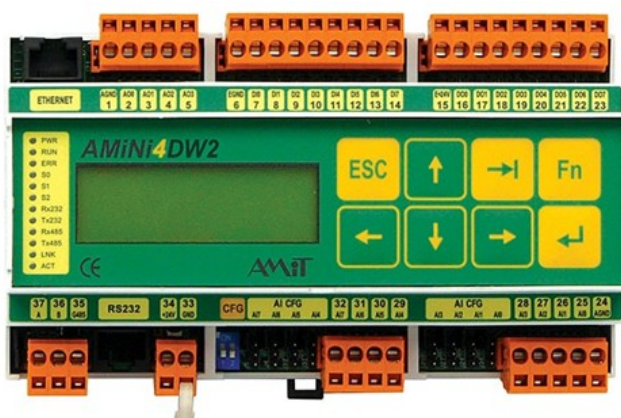
Na základě těchto I/O budou programátorem vypracovány jednotlivé algoritmy. Praktická část práce programování v DetStudio neřeší, pouze řeší návrh pro jeho podklad. Na svorky budou připojeny technologické části a procesní komponenty.

Zkratky pro komponenty MaR ve schématu a v tabulkách jsou částečně přebrány z norem, ale převážně jde o zkratky, které jsou v praxi nejčastěji používány. Norma nevyžaduje jejich použití, ale pouze doporučuje.

6.3 Řídicí systém

Pro řízení a zabezpečení kotelny byl vybrán nadřazený kompaktní řídicí systém s rozšiřujícím modulem I/O od firmy AMiT. Dále je využit kaskádový řadič od firmy Siemens, který se postará o přepínání kotlů, v závislosti na teplotě a požadavcích z nadřazeného systému. PLC s modulem včetně kaskádového řadiče a ústředny plynů budou osazena v rozváděči MR1. PLC je napájeno ze zálohovaného zdroje vybaveného akumulátory s výstupním napětím 24 VDC.

6.3.1 Řídicí jednotka AMiNi4DW2/G



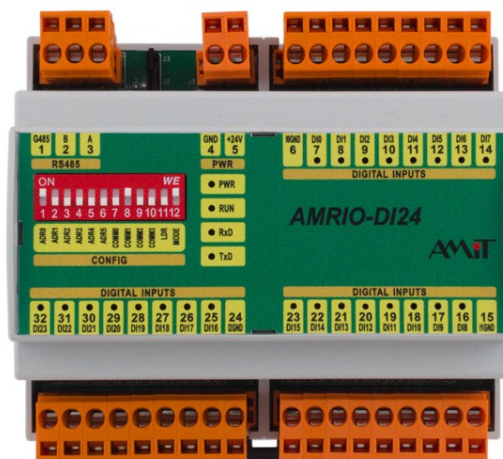
Obr. 24. Obrázek AMiNi4DW2/G [51]

Na (Obr. 24) řídicí jednotce se nachází různé I/O a komunikační linky RS-485 a Ethernet. Linka RS-232 slouží pro integrovaný GSM modem. Jednotka obsahuje webový

server, který slouží pro zobrazení veškerých systémových funkcí v internetovém prohlížeči přes ethernet. Displej slouží pro zobrazení hodnot z I/O, převážně pro servisní účely.

6.3.2 Rozšiřující modul AMRIO-DI24

Pro zapojení více digitálních vstupů slouží rozšiřující modul AMRIO-DI24.



Obr. 25. Modul AMRIO-DI24 [52]

Pro komunikaci s řídicí jednotkou slouží komunikační rozhraní RS-485 po protokolu ARION.

6.3.3 Kaskádový řadič kotlů

Pro řízení kotlů je využit přednastavený kaskádový řadič kotlů RVS43.345/109. Řadič, podle požadavků z nadřazeného systému AMiNi4DW2/G, bude ovládat jednotlivé kotle prostřednictvím komunikačních modulů OCI345, které jsou vloženy do kotlů. Dále do něj budou zapojeny příložné snímače teploty B10 a B70, které slouží pro jeho vlastní měření teplot pro případ, kdyby nadřazená regulace byla vypnuta.

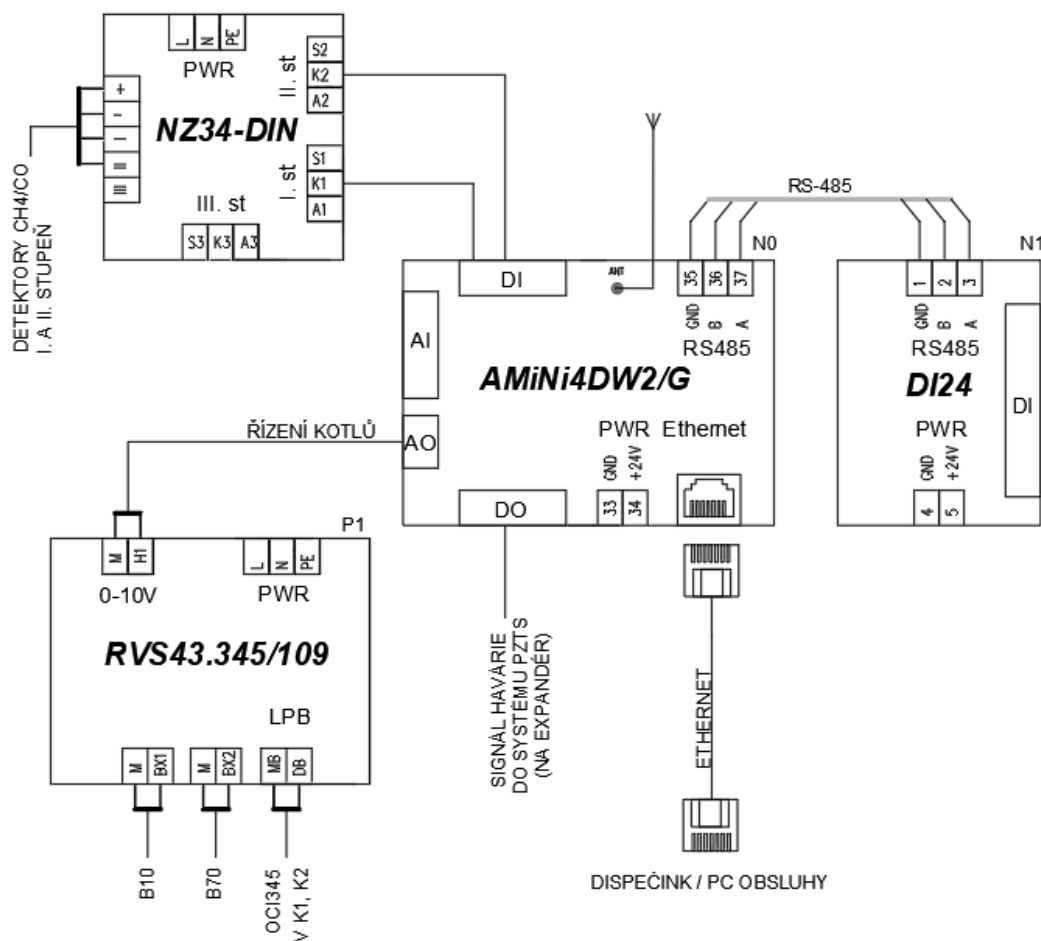


Obr. 26. Řadič kotlů a modul OCI34 [upraveno z 53; 54]

6.4 Zapojení prvků do PLC

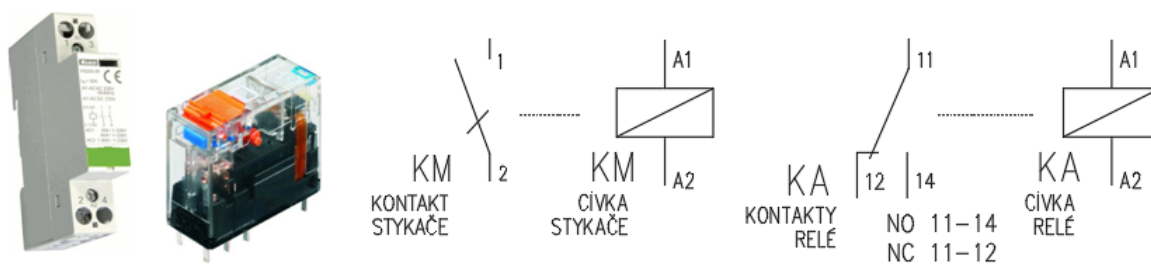
6.4.1 Blokové schéma zapojení

Pro jednoduchost zapojení je zvoleno blokové schéma. Blokové schéma nezahrnuje všechny prvky I/O, k tomuto účelu slouží tabulky s datovými body (Tab. 4 až Tab. 8).



Obr. 27. Blokové schéma hlavních periférií v systému MaR [vlastní]

K realizaci určitých digitálních vstupů a výstupů jsou využity spínací prvky jako instalační stykače a polovodičová relé. Prostřednictvím těchto prvků lze ovládat požadovaná zařízení nebo naopak signalizovat jejich stav.



Obr. 28. Stykač a relé [vlastní]

6.5 Regulační okruhy

Regulační okruhy popisují jednotlivé části, které jsou předmětem regulace a řízení, zároveň slouží jako podklad pro programátora.

Jako teplotní snímače jsou zvoleny niklové odporové snímače s charakteristikou Ni1000/6180. A to v provedení jako jímkové do potrubí a krabičkové na fasádu. Konkrétně typy NS121 a NS111A od firmy SENSIT.



Obr. 29. Jímkový a venkovní snímač teploty [upraveno z 55; 56]

6.5.1 Okruh regulace výstupní teploty kotlů

Kotle budou zapínány z řídicího systému v rozváděči MR1. Teplotní snímače TIC2, TIC5 a TI6 slouží řídicímu systému pro měření teplot ToV před a za anuloidem. Požadavek na teplotu bude vyslán ze systému AMit signálem 0-10 VDC, dle kterého bude kaskádový řadič spínat jednotlivé kotle do kaskády. Kotle budou spínány se střídáním v pořadí, aby došlo k rovnoměrnému počtu provozních hodin. Kaskádový řadič zajistí jejich řízení po komunikaci LPB. Naměřenými údaji ze snímačů teploty B10, B70 bude prováděna regulace. Tyto snímače budou zapojeny do kaskádového řadiče.

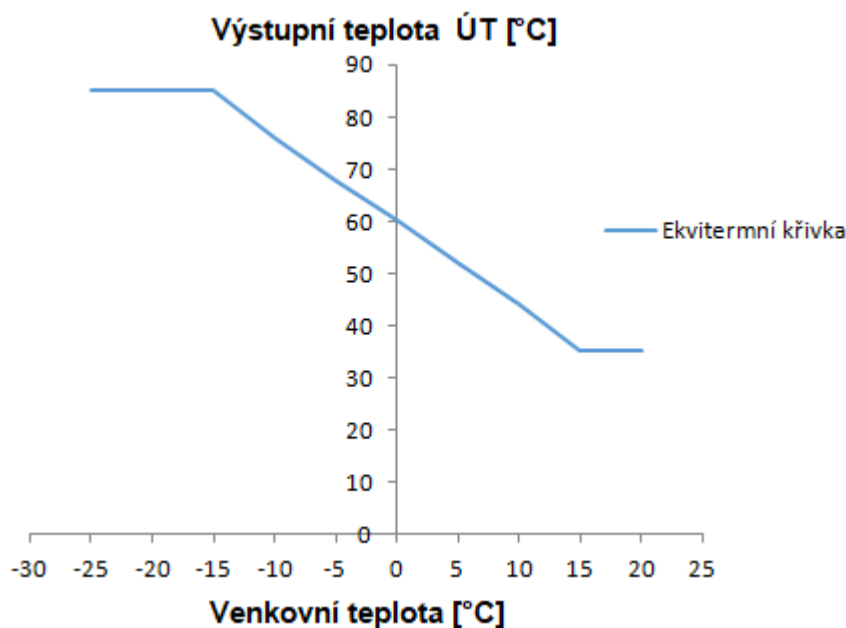
6.5.2 Okruh ekvitermní regulace větve ÚT

Okruh slouží k úpravě teploty vody pro vytápění na větvi ÚT1 v závislosti na venkovní teplotě TI100. Teplota ÚT1 bude měřena teplotním snímačem TIC1 a regulována

stávajícím ventilem YM1 s pohonem napájeným 24 VAC s řídicím signálem 0-10 VDC. Čerpadlo M1 bude zajišťovat oběh vody v potrubí. Nastavené hodnoty (Tab. 9) pro ekvitermní regulaci.

Tab. 9. Hodnoty teplot pro ekvitermní regulaci [vlastní]

Venkovní teplota [°C]	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
Výstupní teplota ÚT [°C]	85	85	85	76	68	60	52	44	35	35



Obr. 30. Graf výsledné ekvitermní křivky [vlastní]

Z grafu lze vyčíst, že od venkovní teploty -15 °C až -25 °C se výstupní teplota $ÚT1$ již nemění a zůstává konstantní. Podobné je to i u kladných venkovních hodnot, u kterých se od $+15\text{ °C}$ a výše teplota $ÚT1$ rovněž nemění. Regulací bude dosaženo energetických úspor.

6.5.3 Okruh regulace ohřevu TV (TUV)

Zásobník TV bude doplňován čerpadlem M2. Cirkulaci TV zajistí čerpadlo M3. Teplota v zásobníku bude měřena teplotním čidlem TIC3.

Okruh regulace tlaku v soustavě topné vody

Dopouštění vody do soustavy je zajišťováno automatickým zařízením. Snímač tlaku PIC1 slouží v tomto případě pro informativní měření a z tohoto důvodu bude ponechán stávající snímač od firmy Siemens, konkrétně typ QBE 9210-P10 s výstupem 4-20mA.

6.6 Havarijní a poruchové okruhy

Tyto okruhy slouží pro zabezpečení provozu plynové kotelny. PLC je vybaveno integrovaným GSM modemem a po dosazení karty SIM, budou odesílány veškeré havarijní a poruchové stavy na vybraná telefonní čísla.

6.6.1 Detekce úniku plynu

Pro ústřednu plynů byl vybrán typ NZ-34DIN od firmy J.T.O. System. Ústředna bude osazena v rozváděči MR1. Investor si nepřál osazení druhé ústředny, a proto nebude signalizace o výskytu plynu konkrétní, tj. detekuje se výskyt plynu, ale o jaký plyn se jedná, nebude zjištěno.

Do ústředny bude zapojen detektor oxidu uhelnatého GIC40N a detektor hořlavých plynů GI30WN. Ústředna a detektory umožňují detekci až tří stupňů, ale využity budou jen první dva stupně. Detekce plynu je označena ve schématu jako Q11.



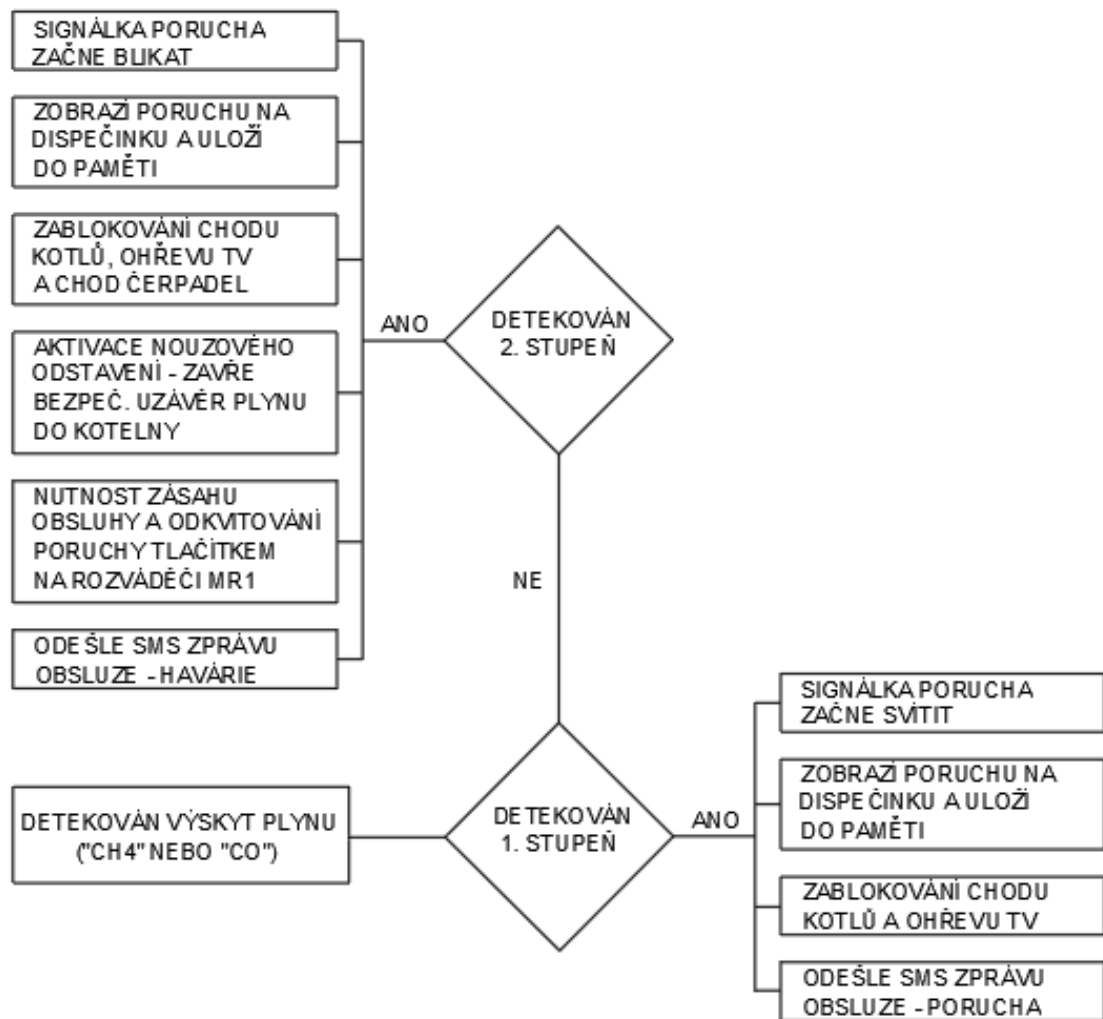
Obr. 31. Ústředna plynu včetně detektoru CO a výbušných plynů [vlastní]

Algoritmus detekce prvního stupně:

- rozsvítí se signálka porucha,
- zobrazí se porucha na dispečinku a uloží do paměti,
- zablokuje se chod kotlů a ohřev TV.

Algoritmus detekce druhého stupně:

- rozsvítí se signálka porucha a ta bude blikat,
- zobrazí se porucha na dispečinku a uloží do paměti,
- zablokuje se chod kotlů, ohřev TV a chod čerpadel,
- aktivuje se nouzové odstavení – uzavře se bezpečnostní uzávěr plynu do kotelny,
- nutnost zásahu obsluhy a odkvitovat tlačítkem poruchy na dveřích rozváděče.



Obr. 32. Vývojový diagram algoritmu detekce plynu [vlastní]

6.6.2 Minimální tlak v systému topné vody

O udržování tlaku se stará automatické dopouštěcí zařízení. V případě, že regulátor tlaku PAL1 vyhodnotí pokles tlaku pod nastavenou mez, bude zablokován chod kotlů, čerpadel a ohřev TV. Poruchu bude nutné odkvitovat obsluhou. Nastavený rozsah je <math><100\text{ kPa}</math>. Bude využito stávajícího regulátoru tlaku.

6.6.3 Přehřátí

Přehřátí zásobníku TV (TUV)

Termostat TAH1 na výstupu ze zásobníku TV bude vyhodnocovat překročení hodnoty teplé vody nad $65\text{ }^{\circ}\text{C}$. Při překročení této teploty bude uzavřen kulový kohout YV1 a odstaveno čerpadlo M2. Dále bude zablokován chod kotlů a ohřev TV. Obsluhou bude následně porucha odkvitována.

Bude osazen nový dvoucestný kulový kohout R2025-S2 s pohonem NRFA-S2-O od firmy Belimo. Pohon je napájen 24 VAC a řízen dvoubodově (otevřeno/zavřeno).

Pro vyhodnocení přehřátí bude sloužit jímkový kapilárový termostat RAK-TW.1000HB od firmy Siemens s rozsahem 15–95 °C.



Obr. 33. Prvky pro odstavení TV [upraveno z 57; 58; 45]

Přehřátí prostoru kotelny

V prostoru nad kotli bude instalován termostat TAH2. Ten slouží pro indikaci překročení prostorové teploty nad 45 °C. Při překročení této teploty, dojde k zablokování kotlů a ohřevu TV. Dále dojde k nouzovému odstavení kotelny, tj. uzavření bezpečnostního uzávěru plynu. Poruchu bude muset obsluha kotelny odkvitovat.

Konkrétně byl vybrán typ ZPA EKOREG s rozsahem 20–60 °C od firmy ZPA (Obr. 34).



Obr. 34. Prostorový termostat (vlevo) a soustava zaplavení [59; vlastní]

Přehřátí topné vody na výstupu z kotlů

Na společném výstupu topné vody (ToV) z kotlů bude osazen termostat TAH3, který bude vyhodnocovat překročení topné vody z kotlů nad 90 °C. Při překročení nastavené hodnoty dojde k odstavení kotlů a ohřevu TV. Následně dojde k nouzovému odstavení kotelny. K obnovení provozu dojde opět po zásahu obsluhou, která poruchu potvrdí tlačítkem na rozváděči MR1. Jako regulátor teploty je zvolen RAK-TW.1200HB od firmy Siemens s rozsahem 40–120 °C.

6.6.4 Zaplavení prostoru kotelny

Výskyt vody na podlaze bude indikován snímačem zaplavení LAH1. Při detekci úniku vody, dojde k odstavení kotlů a ohřevu TV. Poruchu bude nutné fyzicky odkvitovat.

Snímač se skládá z ústředny zaplavení MAVE 2-S2 DIN a z vodivostní sondy MAVE PS-3 (Obr. 34). Ústředna bude osazena v rozváděči MR1.

6.6.5 Aktivace tlačítka nouzového odstavení

V případě zjištění poruchového nebo havarijního stavu, je obsluhou aktivováno tlačítko SB0 pro nouzové odstavení technologie. Po stisknutí tlačítka, budou odstaveny kotle od elektrické energie a uzavře se bezpečností uzávěr plynu. Tlačítko bude umístěno u dveří do kotelny z místnosti obsluhy. Stávající tlačítko bude vyměněno za nové, typ XALK178E.



Obr. 35. Stávající tlačítko (vpravo) [vlastní]

6.7 Ukázka rozváděče MR1

Rozváděč bude osazen řídicím systémem s rozšiřujícím modulem. Dále v něm bude kaskádový řadič, ústředna plynů, spínací prvky (relé, stykače) dále pak pojistky, jističe, proudové chrániče, přepěťová ochrana třetího stupně s vysokofrekvenčním filtrem, ústředna zaplavení, bezpečnostní transformátor s výstupem 24 VAC, napájecí zdroj 24 VDC (zatím bez osazených baterií) a servisní zásuvka.

Na dveřích budou instalovány signálky, tlačítko pro kvitaci poruchy, přepínače pro ovládání čerpadel a hlavní vypínač pro odstavení rozváděče od napájení.



Obr. 36. Ilustrativní obrázek rozváděče MR1 [vlastní]

6.8 Vzdálená správa

V objektu kotelny se nachází místnost pro obsluhu, ve které je umístěn počítač, v němž je zobrazována technologie kotelny. Obsluha se v kotelně nenachází každý den a spíše slouží pro servisní účely a řešení technických závad. Z tohoto důvodu jsou data přenášena na stávající dispečerský systém LookDet. Kotelna je tak pod vzdáleným dohledem dispečerského pracoviště, ze kterého lze ovládat jednotlivá zařízení.



Obr. 37. Pracoviště s PC (místnost obsluhy) [vlastní]

6.9 Spolupráce se systémem PZTS

Spolupráce řídicího systému AMiNi4DW2G se systémem PZTS bude realizována prostřednictvím vstupů a výstupů. Pro možnost posílání informace slouží jeden digitální výstup (Obr. 27.). Signál bude do ústředny PZTS přenášen prostřednictvím relé KA100, které bude signalizovat stav „havárie“, tedy stav, při kterém dojde k nouzovému odstavení celé kotelny. Kontakty relé budou připojeny na volné vstupy v systému PZTS jako bezpotenciálové, v klidu sepnuté. Pro více DO z PLC je možné řídicí systém rozšířit o další moduly.

Dále pomocí relé, budou do systému PZTS posílány signály z komponentů vybavených přepínacími kontakty (Obr. 50). Tyto signály:

- Výskyt plynu II. stupeň
- Zaplavení prostoru kotelny

Tato komunikace slouží jako záloha pro případ, kdyby nastala porucha v řídicím systému AMiNi4DW2/G a nestihla by se tak odeslat poruchová zpráva na vybraná telefonní čísla. Ústředna PZTS je vybavena GSM komunikátorem, který v případě požadavku zajistí zaslání této zprávy na daná čísla. Signály z PZTS mohou být zahrnuty do dispečinku LookDet.

7 NÁVRH DETEKCE VNIKNUTÍ DO PLYNOVÉ KOTELNY

Na přání investora bude vytvořen návrh systému PZTS, pro detekci vniknutí do objektu kotelny. Podkladem pro zpracování návrhu byly požadavky investora, které zahrnovaly nízké ekonomické náklady na systém PZTS, možnost zasílání SMS, osazení klávesnice se čtečkou RFID a spolupráci mezi systémy MaR a PZTS. Investor nepožaduje návrh kamerového systému. Dále požaduje osazení detektorů pohybu, magnetických kontaktů a kouřového detektoru.

Opět jsou veškeré informace anonymizovány. Informace jsou skutečné a tvoří základ pro návrh zabezpečení objektu kotelny prostřednictvím PZTS. Z podkladů jsou vybrány pouze významné části, které jsou důležité pro návrh.

7.1 Bezpečnostní posouzení objektu

Dispozice objektu kotelny byla popsána v podkapitole 6.1 této práce. V rámci návrhu byla provedena analýza rizik. Viz příloha P I.

Plášťová ochrana

Je tvořena dvěma ocelovými dveřmi a dvěma okny s mřížemi z vnější strany a ocelovou mřížkou z vnitřní strany. Okna nejsou otevíratelná a nachází se ve výšce 230 cm.



Obr. 38. Dveře do kotelny (vlevo) a do místnosti obsluhy (vpravo) [vlastní]



Obr. 39. Okno s vnější mříží (vlevo) a ocelová mřížka vnitřní (vpravo) [vlastní]
Dále se na fasádě nachází větrací otvor s vnější a vnitřní mřížkou, také ve výšce 230 cm.



Obr. 40. Větrací otvor do kotelny s mřížkou [vlastní]

7.2 SYSTÉM PZTS

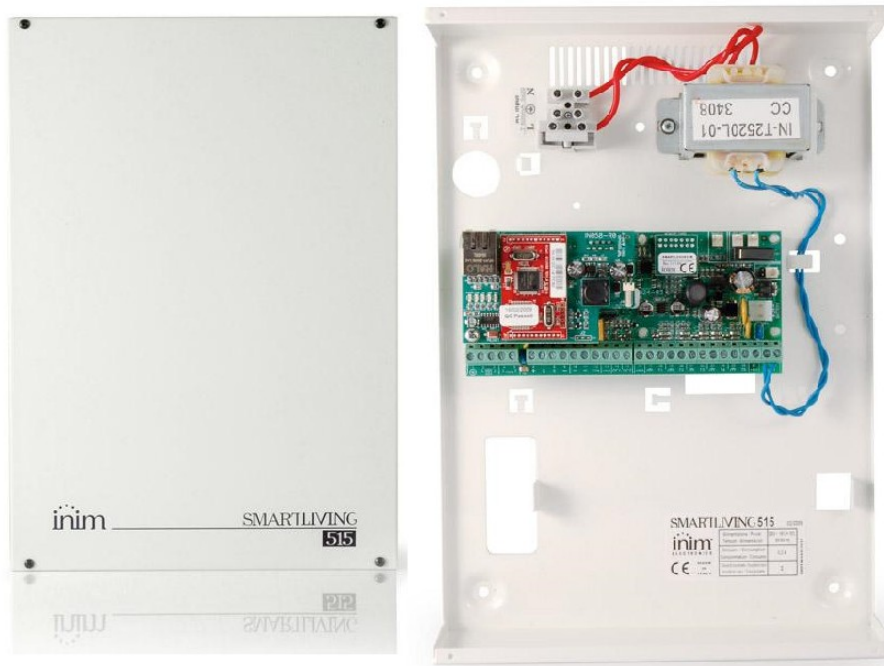
Systém PZTS bude navržen převážně prvky od firmy Inim Electronics, který je v České republice distribuován firmou SICURIT CS. Výrobce uvádí stupeň zabezpečení 2, pro ústřednu, izolátor sběrnice a pohybový detektor. U ostatních prvků není stupeň uveden, a proto bude objekt začleněn do stupně zabezpečení 1. Komponenty PZTS budou v provedení pro třídu III, z důvodu výskytu přehřátí 45 °C.

7.2.1 Ústředna SmartLiving515

Je navržena ústředna SmartLiving515 (Obr. 41), která umožňuje nadefinovat až 30 zón. Ústředna na své desce má pět svorek pro připojení prvků PZTS s možností rozšíření o dalších deset svorek. Pro komunikaci s PC je vybavena sériovým portem RS-232. Dále obsahuje jedno programovatelné relé a dva další výstupy s otevřeným kolektorem. Pro

komunikaci s dalšími rozšířeními jako expandéry, izolátory, klávesnice, čtečky RFID a specifické GSM komunikátory používá sběrnici I-BUS.

Součástí ústředny je 12 V akumulátor 17 Ah. Ústřednu lze rozšířit o další vstupy/výstupy pomocí expandérů, GSM komunikátor a komunikační rozhraní do internetu. [60]



Obr. 41. Ústředna SmartLiving515 [upraveno z 60]

7.2.2 Klávesnice nCodeGB

Pro ovládání jednotlivých zón obsluhou, zastřežení a odstřežení objektu, je zvolena grafická klávesnice nCodeGB s LCD displejem a sirénkou. Klávesnice má jednu svorku pro vstup nebo výstup. Napájení a komunikace probíhá po sběrnici I-BUS. [61]



Obr. 42. Klávesnice [61]

7.2.3 RFID čtečka

Čtečka nByS slouží pro jednoduché zastřežení a odstřežení objektu prostřednictvím přívěšku nKey s RFID čipem. Čtečka bude v budoucnu sloužit pro nové dveře, které budou vybaveny elektromotorickým zámekem. Čtečka je napojena na sběrnici I-BUS.



Obr. 43. RFID čtečka a přívěšek [vlastní]

7.2.4 Expandér a izolátor sběrnice

Expandér Flex5U

Slouží pro rozšíření ústředny o dalších pět vstupů/výstupů. Využívá sběrnici I-BUS. [62]

Izolátor IB100-A

Bude využit pro galvanické oddělení zařízení se sběrnici I-BUS, která jsou umístěna venku. Dále funguje jako opakovač sběrnice a posilovač jejího napájení. [63]



Obr. 44. Expandér (vlevo) a izolátor (vpravo) [upraveno z 62; 63]

7.2.5 Komunikační rozhraní

Příslušenství pro komunikaci bude umístěno uvnitř ústředny PZTS.

GSM Nexus

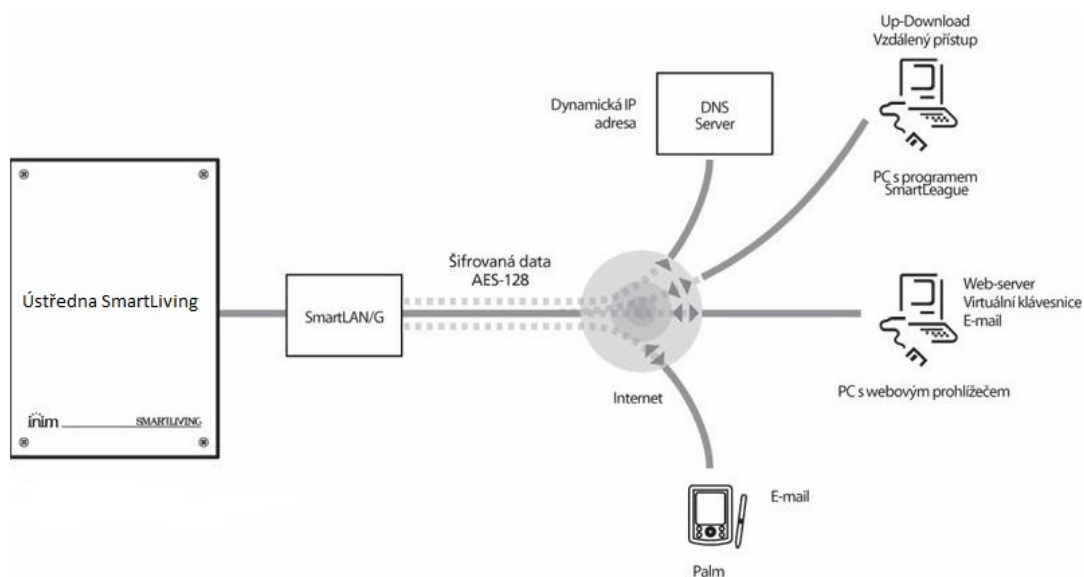
Slouží pro posílání SMS zpráv z ústředny na vybraná telefonní čísla a zároveň pro ovládání systému z mobilního telefonu. Nexus komunikátor komunikuje po sběrnici I-BUS. [64]

Modul SmartLan/G

Slouží pro vzdálenou správu systému PZTS a zasílání událostí přes e-maily. Po zadání uživatelských kódů, umožní webserver pracovat s ústřednou přes virtuální klávesnici. [65]



Obr. 45. GSM Nexus (vlevo) a modul SmartLan/G (vpravo) [upraveno z 64; 65]



Obr. 46. Blokové schéma komunikace přes internet [upraveno z 65]

7.2.6 Duální detektor pohybu XDT200H

Jako pohybový detektor je zvolena kombinace mikrovlnného a pyroelektrického detektoru (Obr. 47 zleva). Pro detekci ve dvou místnostech, jsou navrženy dva duální detektory.



Obr. 47. Prvky XDT200H, CON231 a ID100 [upraveno z 66; 67; 68]

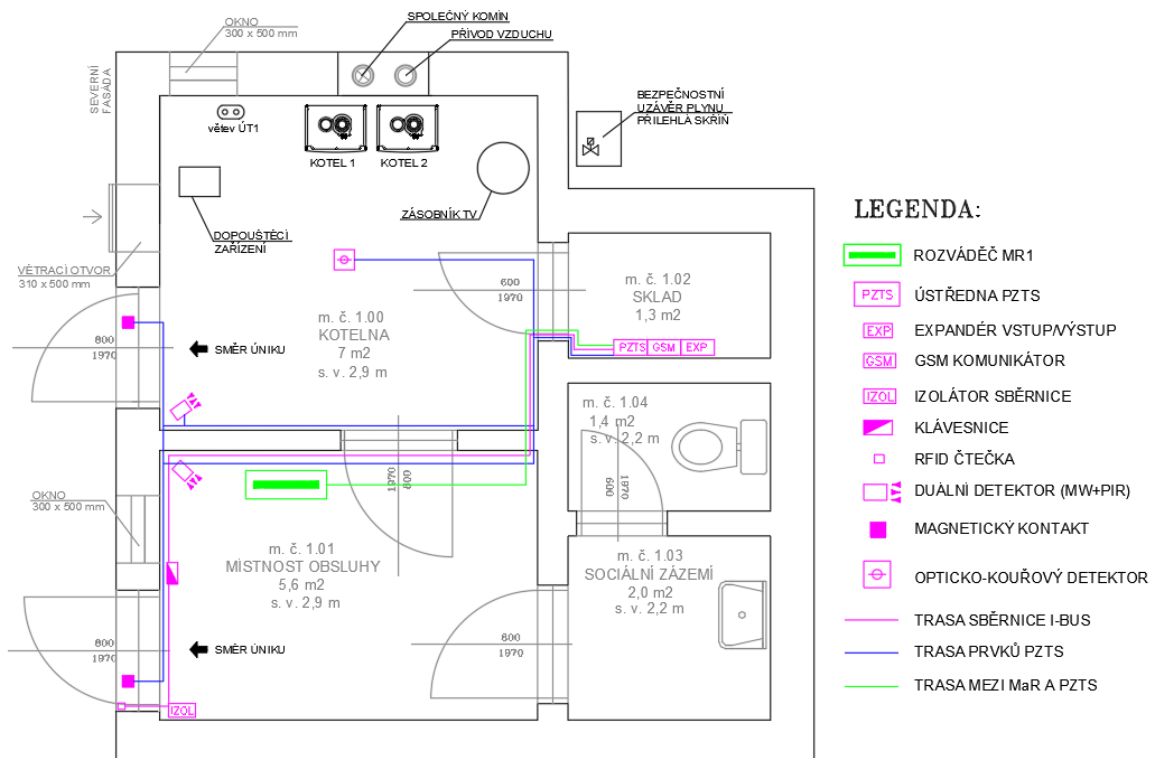
7.2.7 Magnetický kontakt CON231

Na vstupní dveře do objektu budou přiloženy drátové magnetické kontakty pro signalizaci otevření dveří (Obr. 47.).

7.2.8 Opticko-kouřový detektor ID100

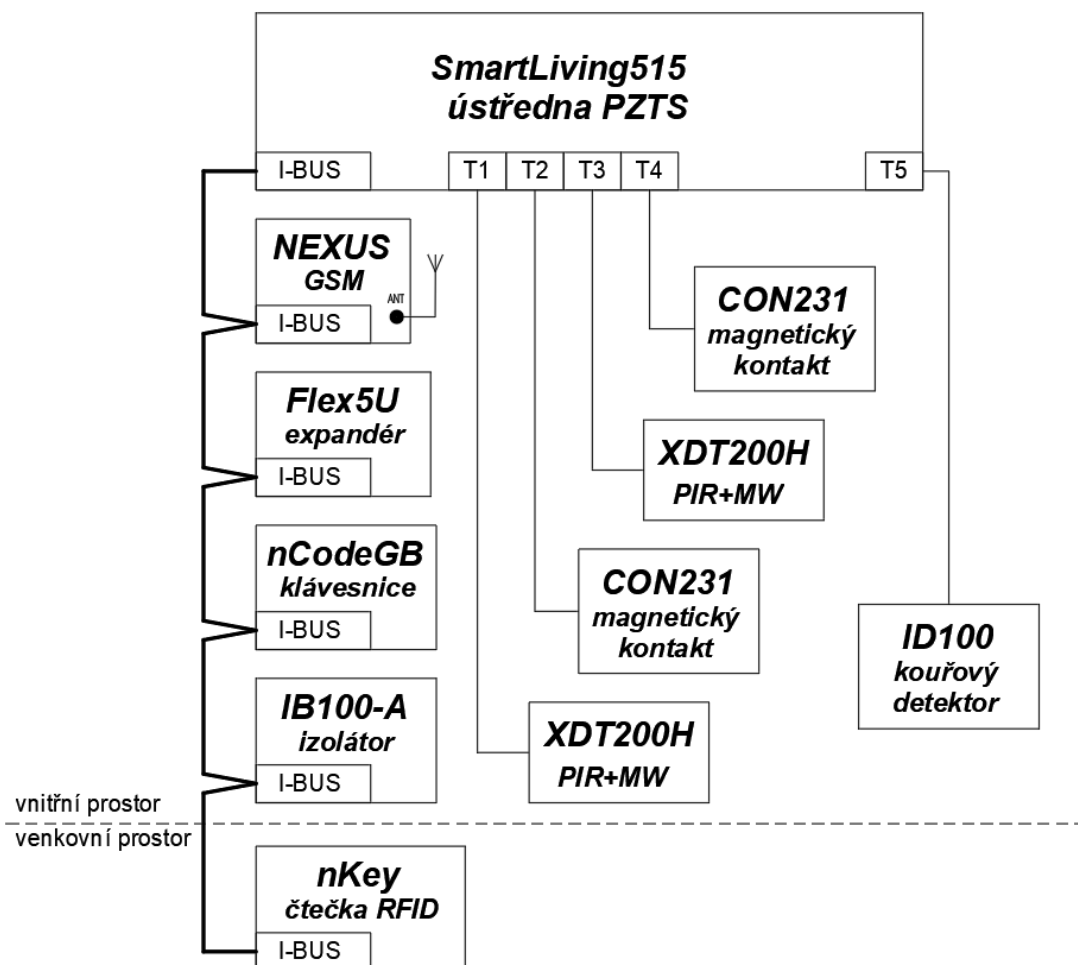
Uprostřed místnosti kotelny bude umístěn opticko-kouřový detektor s nastavitelnou citlivostí (Obr. 47.).

7.3 Rozmístění systému PZTS



Obr. 48. Dispozice umístění prvků PZTS [vlastní]

7.4 Schéma zapojení prvků PZTS do ústředny



Obr. 49. Blokové schéma zapojení prvků PZTS do ústředny [vlastní]

7.5 Ovládání a vzdálená správa

Systém PZTS bude v objektu rozdělen na dvě zóny. Zóna prostoru kotelny a zóna místnosti obsluhy. Zóna prostoru kotelny bude nastavena jako okamžitá a zóna místnosti pro obsluhu jako zpožděná.

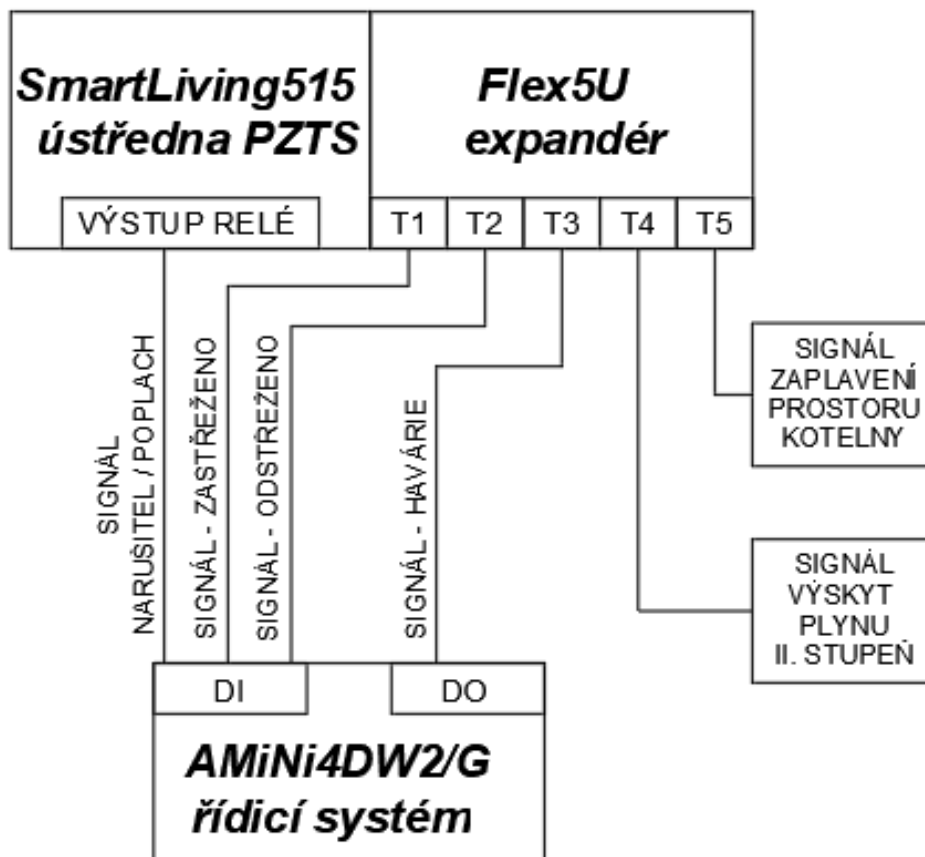
Pro ovládání a naprogramování systému PZTS slouží program SmartLeague. Dále bude systém možno ovládat prostřednictvím GSM Nexus, mobilní aplikace AlienMobile nebo přes webový server v modulu SmartLang/G. Vizualizaci a konfiguraci jednotlivých prvků tato práce neřeší.

7.6 Spolupráce se systémem MaR

Spolupráce systému PZTS se systémem MaR bude realizována prostřednictvím vstupů a výstupů. Pro zaslání informace slouží bezpotenciálový výstup relé na ústředně, který při

aktivaci, pošle signál do řídicího systému AMiNi4DW2/G. Tento signál je v PLC zpracován přes relé, jenž vyhodnotí stav „narušitel/poplach“.

Dále budou posílány signály „zastřeženo“ a „odstřeženo“, které budou realizovány přes dva výstupy na expandéru.



Obr. 50. Blokové schéma komunikace mezi systémy MaR a PZTS [vlastní]

Přenášené signály ze systému MaR mohou být vizualizovány přes webový server v modulu SmartLan/G nebo přenášeny odeslanými SMS zprávami přes GSM komunikátor.

8 CENOVÁ KALKULACE REALIZOVANÝCH SYSTÉMŮ

Ekonomické náklady navržených řešení jsou rozděleny na systém MaR s PLC a na systém PZTS.

8.1 Cena dílčích částí systému MaR

Tab. 10. Náklady za instrumentaci MaR [vlastní]

označení	název oddílu	měrná jednotka (MJ)	množství	cena za MJ bez DPH (Kč)	celkem bez DPH (Kč)
	Instrumentace MaR				
P1	Řadič kotlů RVS43.345/109	ks	1	6520,00	6520,00
	Modul OCI345	ks	2	1600,00	3200,00
B10, B70	Příložné snímače teploty	ks	2	650,00	1300,00
QI1	Ústředna pro detektory plynů NZ34-DIN vč. detektorů CO a CH ₄ (GIC40N, GI30WN)	ses	1	7500,00	7500,00
TIC1 až TI6	Jímkový teplotní snímač Ni1000/6180 NS121	ks	6	675,00	4050,00
TI100	Prostorový snímač teploty Ni1000/6180 NS111A	ks	1	720,00	720,00
TAH1	Termostat příložný 15-95°C RAK-TW.1000HB	ks	1	1130,00	1130,00
TAH2	Termostat příložný 40-120°C RAK-TW.1000HB	ks	1	1150,00	1150,00
TAH3	Prostorový termostat 20-60°C ZPA EKOREG	ks	1	2050,00	2050,00
LAH1	Soustava zaplavení (MAVE2 S2 DIN+MAVE PS-3	ses	1	1450,00	1450,00
YV1	2-cestný kulový kohout R2025-S2 s pohonem NRFA-S2-O	ses	1	7740,00	7740,00
SB0	STOP tlačítko nástěnné, červeno-žluté, rozpínací XALK178E	ses	1	840,00	840,00
	Montáže instrumentace MaR a ostatních zařízení	h	16	600,00	9600,00
Cena celkem s DPH 21 %					57173,00

Tab. 11. Náklady za řídicí systém [vlastní]

označení	název oddílu	měrná jednotka (MJ)	množství	cena za MJ bez DPH (Kč)	celkem bez DPH (Kč)
	Řídicí systém				
N0	Řídicí jednotka AMiNi4DW2/G	ks	1	20300,00	20300,00
N1	Modul AMRIO-DI24	ks	1	6600,00	6600,00
I/O	Naprogramování jednotlivých I/O na PLC (pouze využité)	ks	36	800,00	28800,00
I/O	Vizualizace technologie kotelny na PC obsluhy a na dispečink	ks	72	500,00	36000,00
I/O	Oživení systému včetně komplexní zkoušky	h	24	750,00	18000,00
Cena celkem s DPH 21 %					132737,00

Tab. 12. Náklady za rozváděč MR1 [vlastní]

označení	název oddílu	měrná jednotka (MJ)	množství	cena za MJ bez DPH (Kč)	celkem bez DPH (Kč)
	Rozváděč MR1				
MR1	Rozváděčová skříň oceloplechová 800x600x260mm, jednokřídlé dveře vč. montážní desky	ses	1	4650,00	4650,00
MR1	Vybavení rozváděče (jistice, pojistky, proud. chrániče, relé, stykače, napájecí zdroj s akumulátory, bezpečnostní transformátor, přepět'ová ochrana 3. stupně s VF filtrem, lanka, žlaby, štitky, přepínače, signálky)	ses	1	23000,00	23000,00
MR1	Montáž a zapojení přístrojů v rozváděči	h	24	600,00	14400,00
Cena celkem s DPH 21 %					50881,00

Tab. 13. Náklady za kabeláže a nosný materiál MaR [vlastní]

označení	název oddílu	měrná jednotka (MJ)	množství	cena za MJ bez DPH (Kč)	celkem bez DPH (Kč)
	Kabeláže a nosný materiál				
	Odhadovaná cena za kabeláž a nosné konstrukce MaR	ses	1	36000,00	36000,00
	Odhadovaná cena za montáž	h	40	600,00	24000,00
Cena celkem s DPH 21 %					72600,00

8.2 Cena dílčích částí systému PZTS

Tab. 14. Náklady za systém PZTS [vlastní]

označení	název oddílu	měrná jednotka (MJ)	množství	cena za MJ bez DPH (Kč)	celkem bez DPH (Kč)
	Systém PZTS				
ústředna	Ústředna SmartLiving515 s akumulátorem 17 Ah	ses	1	3300,00	3300,00
GSM	GSM komunikátor Nexus	ks	1	4610,00	4610,00
	Komunikátor do internetu SmartLan/G	ks	1	6290,00	6290,00
	Klávesnice nCodeGB	ks	1	1460,00	1460,00
	Čtečka RFID nByS včetně přívěšku s čipem nKey	ses	1	1110,00	1110,00
expandér	Expandér Flex5U	ks	1	840,00	840,00
izolátor	Izolátor a opakovač sběrnice I-BUS IB100A	ks	1	2000,00	2000,00
	Duální pohybový detektor (MW+PIR) XDT200H	ks	2	870,00	1740,00
	Magnetický kontakt CON231	ks	2	400,00	800,00
	Opticko-kouřový detektor ID100	ks	1	420,00	420,00
	Nastavení prvků PZTS v ústředně	h	8	800,00	6400,00
	Oživení systému + komplexní zkoušky	h	16	750,00	12000,00
	Montáže systému PZTS	h	16	600,00	9600,00
Cena celkem s DPH 21%					61190,00

Tab. 15. Náklady za kabeláž a nosný materiál PZTS [vlastní]

označení	název oddílu	měrná jednotka (MJ)	množství	cena za MJ bez DPH (Kč)	celkem bez DPH (Kč)
	Kabeláže a nosný materiál				
	Odhadovaná cena za kabeláž a nosné konstrukce MaR	ses	1	18000,00	18000,00
	Odhadovaná cena za montáž	h	20	600,00	12000,00
Cena celkem s DPH 21 %					36300,00

8.3 Celková cena navrhovaných systémů

Tab. 16. Celková cena za systémy MaR a PZTS [vlastní]

název oddílu	bez DPH (Kč)	s DPH 21 % (Kč)
Celková cena části MaR	259000,00	313390,00
Celková cena části PZTS	80570,00	97490,00
Celková cena za systémy celkem s DPH 21 %		410880,00

Ceny navrhovaných systémů se mohou měnit v závislosti na dodavatelích, kteří navržené systémy budou realizovat. Podkladem, pro vypracování cenových kalkulací ,byly ceníky výrobců a ceny převzaté z dosavadních praktických zkušeností.

9 ODHADOVANÝ VÝVOJ TĚCHTO TECHNOLOGIÍ

9.1 Součinnost s ostatními systémy v TZB

Oba navržené systémy MaR a PZTS patří do souboru profesí, které jsou součástí technického komplexu tzv. Technická zařízení budov (TZB). V tomto prostředí jsou určité profese mezi sebou propojeny pro zajištění kvalitního řízení u jednotlivých procesů. Příkladem může být součinnost profese měření a regulace se systémem elektrické požární signalizace (EPS), kdy profese MaR signalizuje na dispečink např. polohu uzavření požárních klapek nebo na základě požadavku od EPS, odstaví příslušná zařízení od elektrické energie. Podobná spolupráce se objevuje i mezi systémy PZTS a EPS. V místnostech, které nepatří do systému EPS a zároveň se v nich nachází systém PZTS, je na základě požadavku od EPS vyhlášen poplach apod.

9.2 Vývoj systémů MaR a PZTS

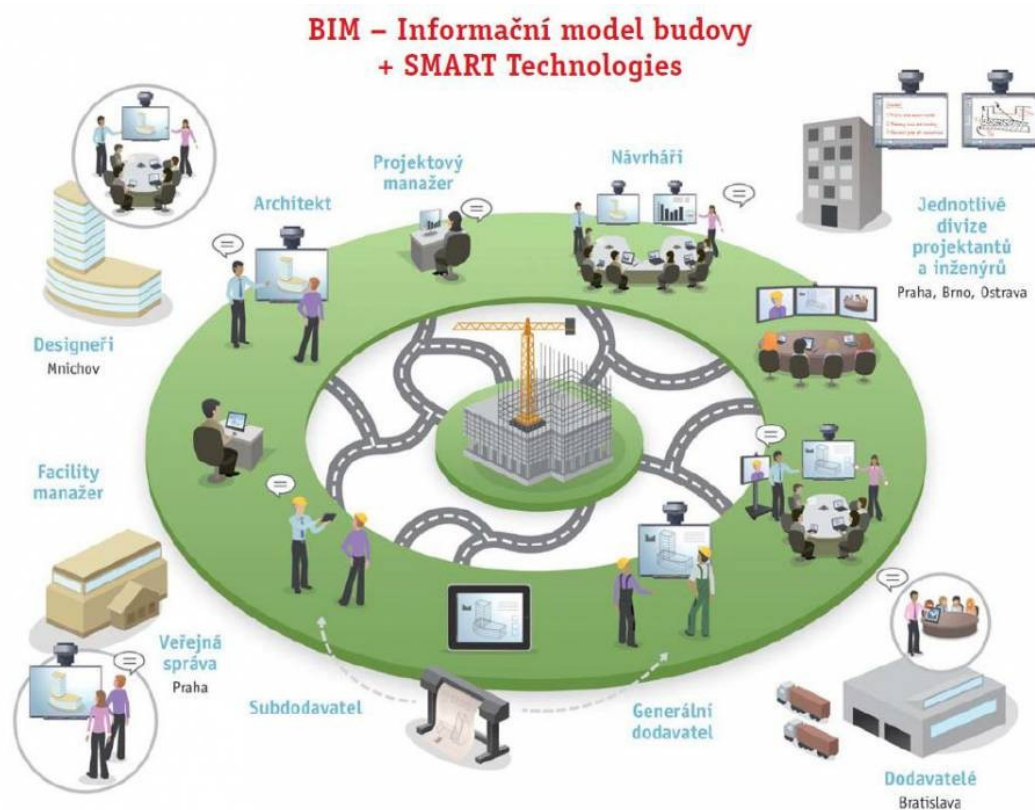
Systémy prochází neustálým vývojem, který směřuje do uceleného formátu inteligentních budov nebo inteligentních domácností. Systémy budou mezi sebou komunikovat na stejné sběrnici a tato sběrnice bude plně integrována do nadřazeného systému, který bude řídit jednotlivé dílčí části.

V praxi je zákazníky neustále požadována komplexnost jednotlivých systémů, a to převážně z ekonomického hlediska. Nejčastěji se objevují různé kombinace systémů MaR a PZTS. Do systému MaR se implementují převážně magnetické kontakty, které se instalují do dveří rozváděče nebo do vstupních dveří v dané místnosti, aby se signalizovala manipulace s rozváděčem a vnik osoby do místnosti s rozváděčem. Systém PZTS bývá osazen moduly se vstupy a výstupy, které jsou využívány např. pro měření teploty a ovládání některých zařízení, elektrické ohřívače vody na chatách apod.

Lze předpokládat, že se vývoj těchto systémů v následujících letech integruje do jednoho celistvého celku. Tento celek nebude zahrnovat jen systémy MaR a PZTS, ale i ostatní jako EPS apod.

V současnosti se v rámci projekčních prací uvažuje již o přechodu na tzv. informační model budovy (BIM), jenž umožňuje inteligentní správu a tvorbu projektů pomocí modelů. BIM zvládne vytvářet a spravovat jednotlivé projekty od pozemních staveb až po TZB, a to ekonomičtěji, rychleji, efektivněji a s nižším dopadem na životní prostředí. [69]

Dále zlepšuje komunikaci mezi jednotlivými profesemi, jelikož veškeré projekty jsou ukládány na společný cloud.



Obr. 51. Koncepte BIM [70]

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zpracování vlastního návrhu pro řízení a zabezpečení plynové kotelny, prostřednictvím systémů MaR a PZTS včetně jejich vzájemné spolupráce.

V teoretické části bylo vysvětleno, co je to kotelna a na jaké hlavní druhy se dělí. Dále se práce zabývala plynovou kotelnou a významnými legislativními požadavky pro její provoz. Čtvrtá kapitola teoretické části se zabývala rešerší PLC, jejich základními částmi, vlastnostmi a využívanými komponenty v oboru měření a regulace. V závěru teoretické části byly popsány komponenty pro zabezpečení plynové kotelny, a to jak z hlediska bezpečnosti technologického provozu, tak z hlediska detekce neoprávněného vniknutí do prostoru kotelny.

Praktická část byla rozdělena na dvě hlavní části, které se zabývaly návrhem. Pro praktickou část byly použity reálné podklady a požadavky se svolením projektanta a investora. Dalším podkladem pro návrh zabezpečení, byla analýza rizik, která byla zpracována metodou FMEA, viz příloha této práce.

V šesté kapitole byl zpracován návrh řízení a zabezpečení technologie plynové kotelny, prostřednictvím systému MaR s PLC od firmy AMiT. V návrhu MaR byly popsány regulační, poruchové a havarijní okruhy, které slouží jako podklad pro vypracování jednotlivých algoritmů programátorem. Hlavní periferie tvořící systém MaR byly popsány v blokovém schématu. Sedmá kapitola řešila návrh systému PZTS pro detekci vniku do objektu kotelny. Byla navržena ústředna od firmy Inim Electronics. Dále byly navrženy magnetické kontakty pro vstupní dveře do objektu, duální detektory pro detekci pohybu v místnostech a opticko-kouřový detektor v prostoru kotelny. Ústředna byla navržena s komunikačním rozhraním GSM a s modulem pro možnost připojení k internetu.

U obou navrhovaných systémů byla popsána jejich vzájemná spolupráce formou blokových schémat.

V předposlední kapitole byly zpracovány cenové náklady za jednotlivé části systémů MaR a PZTS. Následně byla zpracována výsledná kalkulace navrhovaných systémů.

Závěrečná kapitola praktické části pojednávala o součinnosti systémů MaR a PZTS s ostatními systémy v TZB. Následně popsala integraci těchto systémů a budoucí vývoj do uceleného modelu BIM.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VYORALOVÁ, Zuzana. *Technická zařízení budov a infrastruktura sídel I*. V Praze: České vysoké učení technické, 2017. ISBN 978-80-01-06095-7.
- [2] Co je CZT. [online]. Prachatice: Tepelné hospodářství Prachatice, c2020 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.thpt.cz/co-je-czt.html>
- [3] Pojmy v teplotě. [online]. Bruntál: TEPLŮ BRUNTÁL a. s, 2017 [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <http://www.teplobr.cz/pojmy-v-teplarenstvi/d-1068>
- [4] HELEŠICOVÁ, Šárka. *Technicko-hospodářské ukazatele pro teplovody trubní* [online]. Praha, 2015 [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/64132/F1-BP-2015-Helesicova-Sarka-THU%20pro%20teplovody.pdf?sequence=1>. Bakalářská práce. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE, Fakulta stavební, Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví. Vedoucí práce Eduard Hromada.
- [5] Vyhláška č. 193/2007 Sb. *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Zlín: AION CS, c2010-2021 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-193>
- [6] Transformace parovodů na horkovody – Kopeme za Brno. *Kopeme za Brno | Přehled silničních uzavírek v Brně* [online]. Brno: Magistrát města Brno, [cca 2018] [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <https://kopemezabrno.cz/strategicke-projekty/transformace-parovodu-na-horkovody-ve-vybranych-usecich-mesta/>
- [7] TÄUBEL, Jan. *Rukověť: pro navrhování parních a kondenzátních sítí: výběr a montáž odvaděčů kondenzátu: vyhledávání chyb v parních a kondenzátních sítích: provoz parních a kondenzátních zařízení*. Praha: Spirax Sarco, [2007].
- [8] Nová zelená úsporám a Kotlíkové dotace 2015-2020. *A-Centrum.EU - Vytápění a chlazení, topné systémy, inteligentní řízení* [online]. Hranice: Heating&Cooling, c2014–2021, 14. 12. 2015 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <http://www.a-centrum.eu/novinky/nova-zelena-usporam-a-kotlikove-dotace-2014-2020>
- [9] Zpráva o vývoji energetiky v oblasti tepla za rok 2018. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2018, 2018 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/elektrina-a-teplo/2020/3/Zprava-o-vyvoji-energetiky-v-oblasti-tepla-za-rok-2018.pdf>

- [10] Kotle na spalování celých balíků slámy (100 - 1000kW). *Step TRUTNOV* [online]. Praha: Step TRUTNOV, c2021 [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: <https://www.steptrutnov.cz/cz/kotle-na-biomasu/kotle-na-spalovani-baliku-slamy-100-1000kw>
- [11] Všechny zakázky. *Aktuality* [online]. Praha: Armádní Servisní, příspěvková organizace, c2021 [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: <https://www.as-po.cz/verejne-zakazky?page=37>
- [12] VACHUDOVÁ, Zuzaanaa. *Vytápění technologického centra* [online]. Praha, 2018 [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/78271/F1-BP-2018-Vachudova-Zuzaanaa-Odevzdani%20BP%20textova%20cast.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Bakalářská práce. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE, Fakulta stavební, Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví. Vedoucí práce Ilona Koubková.
- [13] Libavá - ekologizace kotelny objektu č. 210 (2018). *Aktuality* [online]. Praha: Armádní Servisní, příspěvková organizace, C2021, 2018 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://www.as-po.cz/libava-kotelna-210-2018>
- [14] GREPL, Martin. *Kotle pro vytápění rodinného domu* [online]. Brno, 2015 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=102965#page=13&zoom=100,90,94. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Marek Baláš.
- [15] RÉDR, Miroslav. *Základy tepelné techniky: celost. vysokošk. učebnice pro hutnické fakulty*. Praha: SNTL, 1991. ISBN 80-030-0366-0.
- [16] BALÁŠ, Marek. *Kotle a výměníky tepla*. Vyd. 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013. ISBN ISBN978-80-214-4770-7.
- [17] BLAŽEK, Josef a Vratislav RÁBL. *Základy zpracování a využití ropy*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2006. ISBN 80-708-0619-2.
- [18] BUDÍN, Jan. Zemní plyn - těžba, vlastnosti a rozdělení. *OEnergetice.cz - denní zpravodajství z energetiky* [online]. 12. duben 2015 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/plyn/zemni-plyn-tezba-vlastnosti-a-rozdeleni>

- [19] POJAR, Petr. Přípojka plynu a plynové rozvody - Jak se staví dům. *ČESKÉSTAVBY.cz - vše o stavbě, zahradě a bydlení* [online]. České Budějovice: Český internet, c2021, 15. 4. 2016 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/jak-se-stavi-dum/rozvody-pripojky-plyn-5414.html>
- [20] ČSN 13 0072. *Potrubí. Označování potrubí podle provozní tekutiny*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1991.
- [21] Svépomocí.cz - Plynovodní přípojka. *Svépomocí.cz - Svépomocí.cz* [online]. Rostoklaty: Svépomocí.cz, c2009-2021, 19. 11. 2012 [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://www.svepomoci.cz/clanek/1346-plynovodni-pripojka>
- [22] ČSN 07 0703. *Kotelny se zařízeními na plynná paliva*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.
- [23] Co to jsou oběhová čerpadla a proč na jejich výběru záleží? | Bola. *Měřicí, regulační a topenářská technika* | Bola [online]. Praha: Bola, c2021 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.bola.cz/poradna/co-to-jsou-obehova-cerpadla-a-proc-na-jejich-vyberu-zalezi>
- [24] Regulační armatury 6. doplněné a upravené vydání. *Domovská stránka katedry TZB* [online]. Česká Třebová: LDM, c2021, 2013 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://ldmvalves.com/uploads/Regula%C4%8Dn%C3%AD%20armatury%202013.pdf>
- [25] BAJGAR, Miloš. Může být nová plynová kotelna bez provozních problémů? *TOPIN - Topenářství instalace* [online]. Hradec Králové: CS Technologies, c2021, 23. 02. 2021 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.topin.cz/clanky/muze-byt-nova-plynova-kotelna-bez-provoznich-problemu-detail-9922>
- [26] Vyhláška č. 18/1979 Sb.: Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, kterou se určují vyhrazená tlaková zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti. *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Zlín: AION CS, c2010-2021 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1979-18>
- [27] Vyhláška č. 48/1982 Sb.: Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce, kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení. *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném*

- znění [online]. Zlín: AION CS, c2010-2021 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1982-48>
- [28] Vyhláška č. 91/1993 Sb.: Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce k zajištění bezpečnosti práce v nízkotlakých kotelnách. *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Zlín: AION CS, c2010-2021 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1993-91>
- [29] Nařízení vlády č. 375/2017 Sb.: Nařízení vlády o vzhledu, umístění a provedení bezpečnostních značek a značení a zavedení signálů. *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Zlín: AION CS, c2010-2021 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2017-375>
- [30] ČSN 06 0830. *Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [31] ČSN EN 60079-10-1 ED. 2. *Výbušné atmosféry - Část 10-1: Určování nebezpečných prostorů - Výbušné plynné atmosféry*. Třetí vydání. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [32] ČSN EN 60079-14 ED. 4. *Výbušné atmosféry - Část 14: Návrh, výběr a zřizování elektrických instalací*. Páté vydání. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [33] TPG 938 01 - Detekční systémy pro zajištění provozu před nebezpečím úniku hořlavých plynů. *Technické normy - ČSN normy | www.technickenormy.cz* [online]. Plzeň: European Standards, c2000-2008 [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.technickenormy.cz/tpg-938-01-detecni-systemy-pro-zajisteni-provozu-pred-nebezpecim-uniku-horlavych-plynu/>
- [34] KADLEC, Karel, Miloš KMÍNEK a Pavel KADLEC. *Měření a řízení chemických, potravinářských a biotechnologických procesů: Řízení technologických procesů*. Ostrava: Key Publishing, 2017. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-285-3.
- [35] *TECO - Automatizace - Úvod* [online]. Kolín: Tecno, c2017 [cit. 2021-04-24]. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/>
- [36] Webové stránky. *Novinky* [online]. Ostrava: ALFA Mikrosystémy, c2019 [cit. 2021-4-24]. Dostupné z: http://www.alfamik.cz/html/index.html?p_alfaport.htm

- [37] KADLEC, Karel, Miloš KMÍNEK a Pavel KADLEC. *Měření a řízení chemických, potravinářských a biotechnologických procesů: Provozní měření*. Ostrava: Key Publishing, 2017. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-284-6.
- [38] TOKAR, Daniel. *Teplotní čidla* [online]. Praha, 2009 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: https://wiki.control.fel.cvut.cz/mediawiki/images/d/dc/Bp_2009_tokar_daniel.pdf#page=21&zoom=100,109,546. Bakalářská práce. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE, Fakulta elektrotechnická, Katedra řídicí techniky. Vedoucí práce Jaroslav Honců.
- [39] KREIDL, Marcel. *Měření teploty: senzory a měřicí obvody*. Praha: BEN - technická literatura, 2005. Senzory neelektrických veličin. ISBN 80-730-0145-4.
- [40] Čidla teploty. *Velkoobchod měřicí, regulační a topenářské techniky, tepelná čerpadla* [online]. Sezimovo Ústí: ZEFIN, [cca 2020] [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <https://www.zefin.cz/produkty/siemens-regulace/termostaty-a-cidla/cidla-teploty-a-vlhkosti/>
- [41] VALTER, Jaroslav. *Regulace v praxi, aneb, Jak to dělám já*. Praha: BEN - technická literatura, 2010. ISBN 978-807-3002-565.
- [42] Zónové třicestné ventily s elektrickým pohonem. *Internetový katalog ventilů a směšovacích armatur | MUT INTERNATIONAL s.r.o.* [online]. Praha: MCZ Trade, c2010 [cit. 2021-4-25]. Dostupné z: <http://www.mcztrade.cz/katalog/ventily/zonove-tricestne-ventily-s-elektrickym-pohonem/>
- [43] Skříň tlačítková XALK178F nouzové zastavení odblok.pootočením 0/2 mžik - Elektroinstalační materiál Sonepar. *Sonepar Česká Republika - elektrotechnický velkoobchod, elektro materiál* [online]. Hradec Králové: Sonepar, [2020] [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://www.sonepar.cz/skrin-tlacitkova-xalk178f-nouzove-zastaveni-odblokpootocenim-0-2-mzik>
- [44] Čidlo zaplavení Siemens ZVA 82.3 pro PVA 82.3. *Měřicí, regulační a topenářská technika* [online]. Praha: BOLA, c2021 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: https://www.bola.cz/cidlo-zaplaveni-siemens-zva-82-3-pro-pva-82-3?gclid=Cj0KCQjwyZmEBhCpARIsALzmnK-g6PunkwUkcGMD3V7L7Cmb9ZqQCnvJ23_l2smS1OmUKPUYTFwR3AaAseKEALw_wcB

- [45] Termostat příložený Siemens RAK-TW.1200B-H 40-120°C. *Měřicí, regulační a topenářská technika* [online]. Praha: BOLA, c2021 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://www.bola.cz/termostat-prilozny-siemens-rak-tw-1200b-h-40-120-c>
- [46] Detektor plynu pro metan EVIKON E2630-LEL. *Měřicí, regulační a topenářská technika* [online]. Praha: BOLA, c2021 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://www.bola.cz/detektor-plynu-pro-metan-evikon-e2630-lel>
- [47] HUJER, Lukáš. *Zabezpečovací systém pro školící účely* [online]. 2016 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/23190/1/Bakalarska_prace.pdf. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická, Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací. Vedoucí práce Václav Koucký.
- [48] ČSN EN 50 131-1 ED.2. *Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 1: Systémové požadavky*. Druhé vydání. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007.
- [49] TECHNICKÁ PODPORA | Typy pohybových senzorů | *Alarmsecurity.cz - Domácí zabezpečovací systémy* [online]. Majdalena: Bohemiasoft, c2021 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://www.alarmsecurity.cz/www-alarmsecurity-cz/5-TECHNICKA-PODPORA/38-Typy-pohybovych-senzoru>
- [50] Bezdrátová sada alarmu Jablotron 100 pro menší byt s montáží. *ELEKTRO - VALENTA* [online]. Praha: Golemos, c2008-2021 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://www.elektrovalenta.cz/Bezdratova-sada-alarmu-Jablotron-100-pro-mensi-byt-s-montazi-d423.htm>
- [51] AMiNi4DW2. *Homepage - AMiT Automation* [online]. Praha: AMiT, c2021 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://amitautomation.cz/produkt/ridici-systemy/amini4dw2g/>
- [52] AMRIO – moduly vzdálených Vstupů/Výstupů. *Homepage - AMiT Automation* [online]. Praha: AMiT, c2021 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://amitautomation.cz/produkt/vzdalene-vstupy-vystupy/amrio/#tab2>
- [53] Ekvitermní regulátor Siemens RVS 43.345/109. *Měřicí, regulační a topenářská technika* [online]. Praha: BOLA, c2021 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://www.bola.cz/ekvitermni-regulator-siemens-rvs-43-345-109>

- [54] Interface OCI 345. *Plynové kotle BAXI* [online]. Praha: VIZUS, c2021 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://www.baxi.cz/reseni-pro-svj-a-bytova-druzstva/interface-oci-345/>
- [55] SNÍMAČE TEPLoty SE STONKEM A PLASTOVOU HLAVICÍ. *Snímače teploty, teplotní sondy* [online]. Rožnov pod Radhoštěm: SENSIT, c2018 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://www.sensit.cz/cz/produkt/snimace-teploty-se-stonkem-a-plastovou-hlavici-20775-20658-0/>
- [56] SNÍMAČE TEPLoty PRO VENKOVNÍ PROSTŘEDÍ S PLASTOVOU HLAVICÍ. *Snímače teploty, teplotní sondy* [online]. Rožnov pod Radhoštěm: SENSIT, c2018 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://www.sensit.cz/cz/produkt/snimace-teploty-pro-venkovni-prostredi-s-plastovou-hlavici-20765-0-0/>
- [57] Dvoucestný kulový kohout Belimo R2025-S2 (R 225). *Měřicí, regulační a topenářská technika* [online]. Praha: BOLA, c2021 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://www.bola.cz/dvoucestny-kulovy-kohout-belimo-r2025-s2-r-225>
- [58] Havarijní servopohon Belimo NRFA-S2-O. *Měřicí, regulační a topenářská technika* [online]. Praha: BOLA, c2021 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://www.bola.cz/havarijni-servopohon-belimo-nrfa-s2-o>
- [59] Regulačtor teploty prostorový ZPA EKOREG 611 136 014 rozsah 20...60 °C, RT PROSTOROVÝ. *Měřicí, regulační a topenářská technika* [online]. Praha: BOLA, c2021 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <https://www.bola.cz/regulator-teploty-prostorovy-zpa-ekoreg-611-136-014-rozsah-20-60-c-rt-prostorovy>
- [60] SmartLiving515. *SICURIT CS* [online]. Brno: SICURIT CS, [2021] [cit. 2021-4-28]. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/p/smartliving515-inim-smartliving515>
- [61] NCodeGB. *SICURIT CS* [online]. Brno: SICURIT CS, [2021] [cit. 2021-4-28]. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/p/ncodegb-inim-ncodegb>
- [62] Flex5U. *SICURIT CS* [online]. Brno: SICURIT CS, [2021] [cit. 2021-4-28]. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/p/flex5u-inim-flex5u>
- [63] IB100-A. *SICURIT CS* [online]. Brno: SICURIT CS, [2021] [cit. 2021-4-28]. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/p/ib100-a-inim-ib100-a>
- [64] NEXUS. *SICURIT CS* [online]. Brno: SICURIT CS, [2021] [cit. 2021-4-28]. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/p/nexus-inim-nexus>

- [65] SmartLan/G. *SICURIT CS* [online]. Brno: SICURIT CS, [2021] [cit. 2021-4-28]. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/p/smartlang-inim-smartlang>
- [66] MOUSE02. *SICURIT CS* [online]. Brno: SICURIT CS, [2021] [cit. 2021-4-28]. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/p/mouse02-neuvedeno-mouse02>
- [67] CON231. *SICURIT CS* [online]. Brno: SICURIT CS, [2021] [cit. 2021-4-28]. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/p/con231-sicurit-alarmitalia-con231>
- [68] ID100. *SICURIT CS* [online]. Brno: SICURIT CS, [2021] [cit. 2021-4-28]. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/p/id100-inim-id100>
- [69] BIMfo - Co je BIM - informační model budovy. *BIMfo - BIM - informační model budovy* [online]. Praha: ARKANCE SYSTEMS CZ, [2021] [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Co-je-BIM.aspx>
- [70] Revoluce ve stavebnictví? *Audiovizuální řešení* [online]. Praha: Visual Communication, c2021 [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: https://www.avmedia.cz/novinky/firmy/29_2839-revoluce-ve-stavebnictvi
- [71] FMEA – Vyhodnocení rizik. *Lean Six Sigma – Vyšší kvalita, výkonnost a zákaznická spokojenost* [online]. Praha: Lean Six Sigma, c2021 [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <https://lean6sigma.cz/fmea/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AC	Alternating current (Střídavý proud)
AI	Analog input (Analogový vstup)
AO	Analog output (Analogový výstup)
BIM	Building Information Modeling (Informační model budovy)
CPU	Central Processing Unit (Centrální procesorová jednotka)
CZT	Centrální zásobování teplem
ČSN	České technické normy
DC	Direct current (Stejnoseměrný proud)
DI	Digital input (Digitální vstup)
DO	Digital output (Digitální výstup)
DPS	Domovní předávací stanice
DMV	Dolní mez výbušnosti
DZT	Decentralizované zásobování teplem
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory (Elektricky mazatelná paměť pouze pro čtení)
ELTO	Extra lehký topný olej
EN	Evropské normy
EPS	Elektrická požární signalizace
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis (Analýza možných vad a jejich následků)
HMV	Horní mez výbušnosti
HUK	Hlavní uzávěr kotelny
HUP	Hlavní uzávěr plynu
HVDT	Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků
I/O	Input/Output (Vstupy/Výstupy)
LTO	Lehký topný olej

MaR	Měření a regulace
OPS	Objektová předávací stanice
PIR	Passive Infrared sensor (Pasivní infračervený detektor)
PLC	Programmable Logic Controller (Programovatelný logický automat)
PZTS	Poplachový zabezpečovací a tísňový systém
RAM	Random Acces Memory (Paměť s libovolným výběrem)
RFID	Radio Frequency Identification (Identifikace na rádiové frekvenci)
ROM	Read Only Memory (Paměť pouze pro čtení)
ToV	Topná voda (někdy využíváno pro odlišení od TV)
TPG	Technická pravidla-Gas (Technická pravidla pro plyn)
TTO	Těžký topný olej
TV	Teplá voda (starší značení „TUV“)
TZB	Technická zařízení budov
ÚT	Ústřední topení
VZT	Vzduchotechnika

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Technologické schéma plynové kotelny [vlastní]	12
Obr. 2. Schéma dodávky tepla [2]	13
Obr. 3. Dispozice prostoru kotelny [vlastní].....	14
Obr. 4. Počet prodaných zdrojů na výrobu tepla v roce 2010 a 2018 [upraveno z 9]	15
Obr. 5. Kotel na spalování celých balíků slámy [10].....	16
Obr. 6. Nádrže s topným olejem [upraveno z 13].....	17
Obr. 7. Plynová přípojka [19]	19
Obr. 8. Plynová kotelna se závěsnými kotli [vlastní]	20
Obr. 9. Potrubí ve výkopu [21]	21
Obr. 10. Schéma plynové skříně [vlastní].....	22
Obr. 11. Stacionární kotle (vlevo s externím hořákem) [vlastní]	23
Obr. 12. Zapojení regulačních ventilů a čerpadel [upraveno z 24].....	24
Obr. 13. Funkce HVDT [upraveno z 25]	24
Obr. 14. Kompaktní a modulární PLC systémy TECO [upraveno z 35].....	30
Obr. 15. Struktura uvnitř PLC [upraveno z 34]	32
Obr. 16. Ukázka komunikace s PLC systémy od Siemens [36]	34
Obr. 17. Schéma regulačního obvodu [upraveno z 34; 37]	35
Obr. 18. Výběr nejpoužívanějších teplotních snímačů [upraveno ze 40].....	37
Obr. 19. Režimy trojcestného ventilu [42]	37
Obr. 20. Výběr z havarijních prvků [upraveno ze 43; 44; 45; 46].....	41
Obr. 21. Sada bezdrátového systému Jablotron 100 [50]	44
Obr. 22. Dispozice objektu kotelny včetně kabelových tras MaR [vlastní]	47
Obr. 23. Automatizační schéma [vlastní]	47
Obr. 24. Obrázek AMiNi4DW2/G [51].....	50
Obr. 25. Modul AMRIO-DI24 [52].....	51
Obr. 26. Řadič kotlů a modul OCI34 [upraveno z 53; 54]	51
Obr. 27. Blokové schéma hlavních periférií v systému MaR [vlastní].....	52
Obr. 28. Stykač a relé [vlastní]	52
Obr. 29. Jímkový a venkovní snímač teploty [upraveno z 55; 56].....	53
Obr. 30. Graf výsledné ekvitermní křivky [vlastní].....	54
Obr. 31. Ústředna plynu včetně detektoru CO a výbušných plynů [vlastní]	55
Obr. 32. Vývojový diagram algoritmu detekce plynu [vlastní].....	56
Obr. 33. Prvky pro odstavení TV [upraveno z 57; 58; 45]	57
Obr. 34. Prostorový termostat (vlevo) a soustava zaplavení [59; vlastní].....	57

Obr. 35. Stávající tlačítko (vpravo) [vlastní]	58
Obr. 36. Ilustrativní obrázek rozváděče MR1 [vlastní]	59
Obr. 37. Pracoviště s PC (místnost obsluhy) [vlastní]	60
Obr. 38. Dveře do kotelny (vlevo) a do místnosti obsluhy (vpravo) [vlastní].....	61
Obr. 39. Okno s vnější mříží (vlevo) a ocelová mřížka vnitřní (vpravo) [vlastní]	62
Obr. 40. Větrací otvor do kotelny s mřížkou [vlastní].....	62
Obr. 41. Ústředna SmartLiving515 [upraveno z 60]	63
Obr. 42. Klávesnice [61].....	63
Obr. 43. RFID čtečka a přívěšek [vlastní]	64
Obr. 44. Expandér (vlevo) a izolátor (vpravo) [upraveno z 62; 63]	64
Obr. 45. GSM Nexus (vlevo) a modul SmartLan/G (vpravo) [upraveno z 64; 65].....	65
Obr. 46. Blokové schéma komunikace přes internet [upraveno z 65].....	65
Obr. 47. Prvky XDT200H, CON231 a ID100 [upraveno z 66; 67; 68].....	66
Obr. 48. Dispozice umístění prvků PZTS [vlastní]	66
Obr. 49. Blokové schéma zapojení prvků PZTS do ústředny [vlastní]	67
Obr. 50. Blokové schéma komunikace mezi systémy MaR a PZTS [vlastní].....	68
Obr. 51. Koncepce BIM [70]	74

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Vlastnosti zemního plynu [18]	18
Tab. 2. Stupně zabezpečení dle normy [upraveno ze 48]	42
Tab. 3. Třídy zabezpečení podle normy [upraveno ze 48]	42
Tab. 4. Osazení AI na řídicí jednotce [vlastní]	48
Tab. 5. Osazení DI na řídicí jednotce [vlastní]	48
Tab. 6. Osazení AO na řídicí jednotce [vlastní]	48
Tab. 7. Osazení DO na řídicí jednotce [vlastní]	49
Tab. 8. Osazení DI na rozšiřujícím modulu [vlastní]	49
Tab. 9. Hodnoty teplot pro ekvitermní regulaci [vlastní]	54
Tab. 10. Náklady za instrumentaci MaR [vlastní]	69
Tab. 11. Náklady za řídicí systém [vlastní]	70
Tab. 12. Náklady za rozváděč MR1 [vlastní]	70
Tab. 13. Náklady za kabeláže a nosný materiál MaR [vlastní]	71
Tab. 14. Náklady za systém PZTS [vlastní]	71
Tab. 15. Náklady za kabeláž a nosný materiál PZTS [vlastní]	72
Tab. 16. Celková cena za systémy MaR a PZTS [vlastní]	72
Tab. 17. Určení aktiv a cílů [vlastní]	90
Tab. 18. Hodnocení významu [upraveno ze 71]	91
Tab. 19. Pravděpodobnost výskytu [vlastní]	91
Tab. 20. Pravděpodobnost odhalení [upraveno ze 71]	92
Tab. 21. Hodnocení rizikového skóre [vlastní]	92
Tab. 22. Vypracovaný formulář FMEA [vlastní]	93

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Analýza rizik

PŘÍLOHA P I: ANALÝZA RIZIK

Analyzovaný objekt je rozdělen na tři hlavní skupiny hrozeb, které jsou blíže specifikovány:

- **Technologické hrozby** – Dopouštění vody, HUK, armatury voda/plyn, odvod spalin, přívod vzduchu, kotel, elektroinstalace.
- **Hrozby způsobené člověkem** – Neúmyslné a úmyslné.
- **Živelné hrozby** – Úder blesku, povodeň.

Tab. 17. Určení aktiv a cílů [vlastní]

Aktivum	Cíl ochrany	Hodnota aktiva
Prostor kotelny	Technické vybavení kotelny (plynové kotle, ventil se servopohonem, zajištění dodávky tepla do bytových jednotek). Zajistit v závislosti na daných normách	Velmi vysoká
Obsluha technologie	Zdraví a život osob	Velmi vysoká

Pro analýzu rizik jsem zvolil metodu FMEA. Do této metody patří tabulky významu, pravděpodobnosti výskytu a odhalitelnosti vady.

Tab. 18. Hodnocení významu [upraveno ze 71]

Závažnost vady	Význam vady	Hodnocení
Velmi vysoká	Způsobené škody jsou velice závažné. Dochází ke zničení zařízení, k velkým škodám v objektu, dále pak ke smrti či k vážnému poškození zdraví osob a majetku. Nutnost přivolání lékaře.	9 až 10
Vysoká	Způsobené škody jsou závažné. Poškozená zařízení lze obnovit jen částečně nebo vůbec. Částečně je poškozeno zdraví osob a vyžaduje hospitalizaci v nemocnici nebo přivolání lékaře na místo. Část majetku je zničena.	7 až 8
Střední	Vzniklé škody jsou mírné a lze je napravit. Zdraví osob není významně ohroženo, ale je doporučena návštěva lékaře.	5 až 6
Nízká	Škody na zařízení jsou minimální a většinou nevyžadují mnoho času k jejich nápravě. Případná vzniklá zranění jsou nezávažného charakteru a nevyžadují lékařskou pomoc.	3 až 4
Žádná (či zanedbatelná)	Výskyt zanedbatelného poškození zařízení nebo téměř žádného. Nemí ohroženo zdraví a život osob.	1 až 2

Tab. 19. Pravděpodobnost výskytu [vlastní]

Pravděpodobnost výskytu vady	Četnost výskytu vady	Hodnocení
Velmi vysoká	Výskyt možné příčiny je nevyhnutelný.	9 až 10
Vysoká	Výskyt příčiny je velmi častý.	7 až 8
Střední	Občasný výskyt příčiny.	5 až 6
Malá	Příčina se někdy vyskytne.	3 až 4
Nepatrná až žádná	Minimální šance na výskyt až žádná.	1 až 2

Tab. 20. Pravděpodobnost odhalení [upraveno ze 71]

Pravděpodobnost odhalení	Kritéria pro odhalení příčiny	Hodnocení
Velmi nízké šance odhalení	Odhalení příčiny je zcela nemožné.	9 až 10
Malá šance na odhalení	Zřídka vede k odhalení příčiny.	7 až 8
Střední	Občas daný proces vede ke zjištění.	5 až 6
Vysoká	Většinou dojde k odhalení příčiny.	3 až 4
Velmi vysoká	Vždy vede k odhalení příčiny.	1 až 2

Stanovení hodnot pro rizikové skóre FMEA

Pro možnost porovnání rizikového skóre je nutno nastavit mezní kritické hranice. Na základě srovnání výsledků rizikového skóre a stanovených pevných hodnot, je vyhodnocena nezbytnost realizovaných opatření.

Tab. 21. Hodnocení rizikového skóre [vlastní]

Riziko	Vyhodnocení rizika	Rizikové skóre
Velmi vysoké	Rychlé, jednoznačné zavedení opatření.	151 až 250
Vysoké	Nutnost zavedení opatření.	101 až 150
Střední	Částečné zavedení opatření.	76 až 100
Malé až žádné	Nutnost zvážení zavedení opatření.	0 až 75

Vypracovaný FMEA formulář

Zde je vypracovaná upravená tabulka FMEA, která představuje výčet zjištěných hrozeb vztahující se na daná zařízení, prostor a objekt. V tabulce jsou barevně vyznačeny oblasti středního až velmi vysokého rizika. Po aplikaci opatření jsou následně vyhodnoceny a vyznačeny realizovaná opatření (Tab. 22).

Tab. 22. Vypracovaný formulář FMEA [vlastní]

		Analýza a hodnocení současného stavu									Návrh opatření		Hodnocení stavu po realizaci opatření				
Hlavní hrozby	Předmět analýzy	Možná hrozba	Možné následky hrozby	Význam	Možné příčiny	Výskyt	Stávající opatření	Stávající řízení procesu	Odhaltitelnost	Rizikové skóre	Doporučená opatření	Odpovědnost za opatření	RO Význam	RO Výskyt	RO Odhaltitelnost	RO Rizikové číslo	
Technologické hrozby	Dopouštění vody	Ztráta tlaku v potrubí	Nedostatečný tlak ve vytápěcí soustavě	7	Nefunkční snímač tlaku	4	Snímač tlaku	Signalizace na řídicí jednotku	4	112	Osazení regulátoru tlaku	Majitel nemovitosti	7	4	2	56	
		Únik vody	Poškození zařízení v prostoru kotelny	7	Nefunkční sonda zaplavení	4	Detekce zaplavení, uzávěr vody	Signalizace na řídicí jednotku	3	84	Nová ústředna a sonda zaplavení	Majitel nemovitosti	7	4	2	56	
	HUK	Únik plynu	Výbuch plynu	9	Netěsnost, mechanické poškození	2	HUK	Uzavření HUK obsluhou/PLC	4	72	Žádné	Žádné					
		Výbuch	Poškození budovy a zařízení	9	Nefunkční uzávěr, absence detekce plynu	2	HUK	Žádné	4	72	Žádné	Žádné					

Technologické hrozby	Armatury voda/plyn	Únik plynu	Výbuch plynu	9	Netěsnost, mechanické poškození	4	Detektor plynu	Signalizace na řídicí jednotku	3	108	Nový detektor plynu	Majitel nemovitosti	9	3	2	54
		Únik vody	Zaplavení prostoru kotelny	7	Netěsnost, mechanické poškození	3	Detekce zaplavení	Signalizace na řídicí jednotku	5	105	Nová ústředna a sonda zaplavení	Majitel nemovitosti	7	3	1	21
	Odvod spalin	Únik spalin	Únik oxidu uhelnatého	7	Zpětný tok spalin, špatné napojení na kouřovod	4	Větrací mřížka, kouřovod	Revize	3	84	Nový detektor plynu	Majitel nemovitosti	7	4	2	56
	Přívod vzduchu	Přehřátí prostoru	Poškození zařízení v daném prostoru	8	Nedostatečná velikost otvoru přívodu vzduchu	3	Termostat	Signalizace na řídicí jednotku	4	96	Nový termostat	Majitel nemovitosti	8	3	1	24
		Zhasnutí plamene v hořáku	Nemožnost spalování plynu a následného ohřevu vody	8	Nedostatečná velikost otvoru přívodu vzduchu	3	Větrací mřížka	Signalizace na řídicí jednotku	3	72	Žádné	Žádné				
	Technologické hrozby	Elektroinstalace	Požár	Poškození budovy a zařízení	9	Špatná instalace kabelů, mechanické namáhání vodičů a vznik oblouku	2	Současná revize, vhodně uložené vodiče	Revize	5	90	Nové kabely a kabelové trasy z rozváděče MR1	Majitel nemovitosti	9	2	3
Nebezpečné dotykové napětí			Ohrožení života	9	Poškození izolace vodičů, absence proudových chráničů	2	Jističe, pojistky, doplňkové pospojování	Revize	5	90	Nové jističe, pojistky, proudový chránič v rozváděči MR1	Majitel nemovitosti	9	2	3	54

Technologické hrozby	Kotel	Požár	Poškození kotelny	10	Špatné umístění	2	Hasicí přístroj	Kontrola hasicího zařízení	1	20	Žádné	Žádné				
		Únik plynu	Únik plynu, výbuch	8	Netěsnost, mechanické poškození	3	Detektor plynu	Signalizace na řídicí jednotku	5	120	nové detektor plynu	Majitel nemovitosti	8	2	2	32
		Únik spalin	Únik oxidu uhelnatého	7	Špatná zápachová uzávěrka	3	Větrací mřížka, kouřovod	Revize	5	105	nové detektor plynu	Majitel nemovitosti	7	3	2	42
		Únik vody	Poškození kotle	7	Prasklé vodní potrubí	3	Detekce zaplavení	Signalizace na řídicí jednotku	4	84	nová ústředna a sonda zaplavení	Majitel nemovitosti	7	3	2	42
		Roztržení kotle	Výbuch kotle	8	Deformace výhřevných ploch kotle	2	Žádné	Revize	6	96	Nový kotel	Majitel nemovitosti	8	2	3	48
		Usazeniny vodního kamene	Znečištění výměníku	8	Nefunkční úpravna vody (chemie)	2	Žádné	Revize	9	144	Nový kotel	Majitel nemovitosti	8	2	6	96
		Špatné spalování	Vznik oxidu uhelnatého	3	Nedostatečný přísun vzduchu	2	Větrací mřížka, detektor plynu	Žádné	3	18	Žádné	Žádné				
		Neovladatel nost kotle	Přehřátí kotle	6	Porucha kotlové řídicí jednotky	3	Termostat	Signalizace na řídicí jednotku	2	36	Žádné	Žádné				
		Vznik trhlin	Přehřátí kotle	6	Ztráta vody v kotli	3	Termostat	Signalizace na řídicí jednotku	3	54	Žádné	Žádné				

Hrozby způsobené člověkem	Neúmyslné zavinění	Vznik požáru	Poškození budovy a zařízení	10	Neodborný zásah	2	Provozní řád	Obsluha	6	120	Detektor kouře	Majitel nemovitosti	10	2	1	20
		Výbuch	Poškození budovy a zařízení	7	Nefunkční detektor plynu	3	Detektor plynu	Revize	7	147	Nový detektor plynu/signalizace poruchy	Majitel nemovitosti	7	2	3	42
		Neovladatel nost zařízení kotelny	Únik plynu, výbuch	8	Nezaškolení obsluhy, absence provozního řádu	2	Provozní řád, stará řídicí jednotka kotle	Obsluha	4	64	Žádné	Žádné				
		Neodborný zásah	Poškození budovy a zařízení	7	Nepovoláná osoba	2	Provozní řád	Obsluha	5	70	Žádné	Žádné				
	Úmyslné zavinění	Vniknutí cizí osoby do objektu	Poškození objektu a zařízení, loupež	5	Absence systému (PZTS) pro detekci narušení, okenní otvor	2	Okno s vnější a vnitřní mříží ve výšce 230 cm	Kontrola obsluhou	6	60	Žádné	Žádné				
				5	Absence systému (PZTS), větrací otvor	2	Vnější mříž ve výšce 230 cm	Kontrola obsluhou	6	60	Žádné	Žádné				
				10	Absence systému (PZTS) pro detekci narušení, dveře	2	Ocelové dveře, FAB zámek, značka zákazu	Kontrola obsluhou	10	200	Instalace ústředny PZTS a prvků pro detekci vniku do objektu	Majitel nemovitosti	10	2	3	60

Živelné hrozby	Úder blesku	Vznik požáru	Oteplení vodičů a vznik požáru	9	Absence hromosvodu	2	Hromosvod	Revize	2	36	Žádné	Žádné				
		Zničení elektrických zařízení	Poškození řídicích jednotek, kotlů apod.	10	Absence hromosvodu a přepěťových ochran	2	Hromosvod	Revize	2	40	Žádné	Žádné				
	Povodeň	Zaplavení kotelny a zničení zařízení	Poškození technologie a objektu	7	Nedostatečná kanalizační vpust'	2	Detekce zaplavení, uzávěr vody, kanál	Signalizace na řídicí jednotku	2	28	Žádné	Žádné				