

Návrh systému měření a regulace technologií v prostorách budovy nemocnice

Bc. Josef Chytil

Diplomová práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav elektroniky a měření

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Josef Chytil**
Osobní číslo: **A21153**
Studijní program: **N1032A020003 Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Specializace: **Bezpečnostní technologie**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Návrh systému měření a regulace technologií v prostorách budovy nemocnice**
Téma práce anglicky: **The Design of the Measurement and Regulation System of Technologies in the Hospital Building**

Zásady pro vypracování

1. Popište technická zařízení budov (TZB) pro nemocnice.
2. Vysvětlete principy významných profesí technických zařízení budov s vazbou na měření a regulaci (MaR) včetně bezpečnostních systémů.
3. Zpracujte legislativní požadavky pro MaR.
4. Vypracujte návrh MaR vybraných technologií pro objekt nemocnice na základě požadavků jednotlivých profesí a investora.
5. Zpracujte problematiku integrace technologií do systému MaR.
6. Vytvořte hrubou cenovou kalkulaci realizovaného systému včetně zhodnocení.
7. Odhadněte další vývoj v projektování TZB.

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

Seznam doporučené literatury:

1. HRUŠKA, František. Projektování řídicích a informačních systémů. Druhé. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2016. ISBN 978-80-7454-620-4.
2. HRUŠKA, František. Technické prostředky integrované automatizace. Druhé. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017. ISBN 978-80-7454-700-3.
3. VALOUCH, Jan. Projektování integrovaných systémů. Druhé vydání. Zlín: UTB, 2015. ISBN 978-80-7454-557-3.
4. VYORALOVÁ, Zuzana. Technická zařízení budov a infrastruktura sídel I. V Praze: České vysoké učení technické, 2017. ISBN 978-80-01-06095-7.
5. VALTER, Jaroslav. Regulace v praxi, aneb, Jak to dělám já. Praha: BEN – technická literatura, 2010. ISBN 978-807-3002-565.
6. ČSN EN ISO 16484-3. Automatizační a řídicí systémy budov (BACS) – Část 3: Funkce. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Rudolf Drga, Ph.D.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **2. prosince 2022**

Termín odevzdání diplomové práce: **1. června 2023**

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



Ing. Milan Navrátil, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 8. prosince 2022

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou 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 diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 2. 6. 2023

Josef Chytil v. r
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce se věnuje návrhu systému měření a regulace technologií uvnitř budovy nemocnice. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část se zaměřuje na popis technických zařízení budov, jejich dělení a principy. Dále práce pojednává o vazbách významných profesí technických zařízení budov na měření a regulaci včetně bezpečnostních systémů. V práci jsou uvedeny vybrané legislativní požadavky na měření a regulaci. Praktická část se zabývá vlastním návrhem systému měření a regulace vybrané technologie na základě požadavků jednotlivých profesí a investora. Následně je popsána problematika integrace technologií do systému měření a regulace. V závěrečných kapitolách je provedena kalkulace nákladů navrženého systému včetně odhadu budoucího vývoje v projektování technických zařízení budov.

Klíčová slova: technická zařízení budov, nemocnice, vzduchotechnika, MaR, EPS, systém, integrace

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the design of a measurement and control system for technologies inside a hospital building. The work is divided into a theoretical and a practical part. The theoretical part focuses on the description of the technical equipment of buildings, their division and principles. Furthermore, the thesis discusses the links of important professions of technical equipment of buildings to measurement and regulation, including safety systems. Selected legislative requirements for measurement and control are presented. The practical part deals with the actual design of the measurement and control system of the selected technology based on the requirements of the individual professions and the investor. Subsequently, the problems of integrating the technology into the measurement and control system are described. In the final chapters, a cost calculation of the proposed system is made, including an estimate of future developments in the design of technical equipment for buildings.

Keywords: technical equipment of buildings, hospital, HVAC, MaR, FDAS, system, integration

Rád bych poděkoval za cenné rady, ochotu a připomínky vedoucímu mé diplomové práce, panu Ing. Rudolfu Drgovi, Ph.D. Dále bych rád poděkoval své rodině a přítelkyni za jejich trpělivost a podporu při studiu.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV PRO NEMOCNICE	12
1.1 ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ INSTALACE	14
1.1.1 Vnitřní vodovod	14
1.1.2 Vnitřní kanalizace	15
1.1.3 Zařizovací předměty.....	16
1.2 PLYNOVÁ ODBĚRNÁ ZAŘÍZENÍ.....	17
1.2.1 Plynovodní přípojky.....	17
1.2.2 Hlavní uzávěr plynu	18
1.2.3 Regulace tlaku plynu.....	18
1.2.4 Plynoměr	19
1.2.5 Plynové spotřebiče	19
1.3 VZDUCHOTECHNIKA.....	20
1.3.1 Filtry	21
1.3.2 Klapky	22
1.3.3 Ohřívače	23
1.3.4 Chladiče.....	24
1.3.5 Zpětné získávání tepla (ZZT).....	25
1.3.6 Směšovací komora	26
1.3.7 Ventilátory.....	26
1.3.8 Zvlhčovače	28
1.4 CHLAZENÍ	28
1.5 VYTÁPĚNÍ	31
1.5.1 Zdroje tepla	32
1.5.2 Rozvodné potrubí	33
1.5.3 Armatury na potrubí	33
1.5.4 Otopná tělesa	34
1.5.5 Zabezpečovací zařízení	34
1.6 MĚŘENÍ A REGULACE	35
1.6.1 Řídicí systém.....	36
1.6.2 Polní instrumentace	37
1.6.3 Vzdálená správa a sběr dat.....	38
1.7 SILNOPROUDÁ ELEKTROTECHNIKA A OCHRANA PŘED BLESKEM	39
1.7.1 Bezpečnost	39
1.7.2 Spolehlivost provozu.....	40
1.7.3 Distribuční síť	40
1.7.4 Druhy elektrických obvodů v nemocnicích	41
1.7.5 Ochrana před bleskem a přepětím.....	43
1.8 ELEKTRONICKÉ KOMUNIKACE A OSTATNÍ	44

1.8.1	Elektronické komunikace.....	45
1.8.2	Bezpečnostní aplikace.....	45
2	VAZBY VÝZNAMNÝCH PROFESÍ TZB NA MAR VČETNĚ BEZPEČNOSTNÍCH SYSTÉMŮ	48
2.1	MAR PRO VYTÁPĚNÍ.....	48
2.1.1	Ekvitermní topný okruh	49
2.1.2	Okruh přípravy teplé vody	49
2.1.3	Okruh pro fancoil jednotky a dveřní clony	49
2.1.4	Měření spotřeby tepla a vody.....	49
2.2	MAR PRO CHLAZENÍ.....	50
2.3	MAR PRO VZT.....	51
2.3.1	Vstupní a výstupní klapka.....	53
2.3.2	Filtry	53
2.3.3	Cirkulační klapka	53
2.3.4	Rekuperace tepla-chladu	53
2.3.5	Okruh ohřevu VZT.....	53
2.3.6	Okruh chlazení VZT	54
2.3.7	Ventilátory.....	54
2.3.8	Regulátory průtoku vzduchu.....	54
2.3.9	Ovládání vzduchotechniky.....	54
2.4	EPS VAZBA NA VZT	55
2.4.1	Požární klapky a stěnové uzávěry	55
2.5	EPS VAZBA NA MAR.....	55
3	LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA MAR.....	56
3.1	VYBRANÉ ZÁKONY A NAŘÍZENÍ VLÁDY	56
3.1.1	Zákon č. 262/2006 Sb.	56
3.1.2	Zákon č. 250/2021 Sb.	56
3.1.3	Nařízení vlády č. 591/2006 Sb.....	56
3.1.4	Nařízení vlády č. 190/2022 Sb.....	56
3.1.5	Nařízení vlády č. 194/2022 Sb.....	57
3.2	VYBRANÉ TECHNICKÉ NORMY.....	58
3.2.1	ČSN 33 2000-4-41 ed.3.....	58
3.2.2	ČSN 33 2000-4-44	58
3.2.3	ČSN EN 50174-2 ed. 3.....	58
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	59
4	NÁVRH MĚŘENÍ A REGULACE TECHNOLOGIE VZDUCHOTECHNICKÉHO SYSTÉMU.....	60
4.1	POŽADAVKY NA PROFESI MAR V ODN.....	61
4.1.1	Požadavky od investora.....	61
4.1.2	Požadavky od VZT	61
4.1.3	Požadavky od EPS	61
4.2	POPIS STÁVAJÍCÍCH TECHNOLOGIÍ	62

4.2.1	Zdroj tepla	62
4.2.2	Zdroj chladu	62
4.2.3	VZT systém	62
4.2.4	Měření a regulace	62
4.3	NÁVRH DISPOZICE NOVÉ TECHNOLOGIE MAR	63
4.3.1	Referenční místnost v 1. NP	63
4.3.2	Strojovna VZT ve 3. NP	63
4.4	NÁVRH ŘÍDICÍHO SYSTÉMU A I/O	64
4.4.1	Řídicí systém	64
4.4.2	Určení I/O podle polní instrumentace	65
4.4.3	Komunikace řídicího systému	67
4.5	NÁVRH ROZVÁDĚČE MAR	70
4.5.1	Napěťová soustava	71
4.5.2	Ochrana před nebezpečným dotykem	72
4.5.3	Kabelové rozvody	72
4.5.4	Pospojování a uzemnění	72
4.6	NÁVRH OKRUHŮ MAR	72
4.6.1	Regulační okruhy	73
4.6.2	Havarijní okruhy	73
4.6.3	Doplňující informace pro algoritmicizaci	74
4.7	PROBLEMATIKA INTEGRACE TECHNOLOGIÍ DO MAR	75
4.7.1	Integrace s VZT a stávající MaR	75
4.7.2	Integrace s EPS	76
5	CENOVÁ KALKULACE REALIZOVANÉHO SYSTÉMU.....	77
5.1	KALKULACE ŘÍDICÍHO SYSTÉMU	77
5.2	KALKULACE POLNÍ INSTRUMENTACE	78
5.3	KALKULACE ROZVÁDĚČE MR1	80
5.4	KALKULACE KABELÁŽE A NOSNÉHO MATERIÁLU	81
5.5	KALKULACE OSTATNÍCH NÁKLADŮ	83
5.6	CELKOVÁ KALKULACE ZA SYSTÉM MAR	83
6	ODHADOVANÝ VÝVOJ PROJEKTOVÁNÍ V TZB.....	84
6.1	ROZMACH APLIKACÍ S FVE	85
	ZÁVĚR	86
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	88
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	98
	SEZNAM OBRÁZKŮ	101
	SEZNAM TABULEK.....	103
	SEZNAM PŘÍLOH.....	104

ÚVOD

V současnosti, jsou čím dál častěji vznášeny požadavky na zajištění vnitřních klimatických podmínek včetně ekologického a hospodárného provozu v prostorách nemocnic. Aby bylo možné ve vnitřním prostředí dosáhnout požadovaného komfortu, parametrů a bezpečnosti, je potřeba jednotlivé technologické celky řídit centrálně. Pro tyto účely slouží systémy řízení budov. Mezi tyto systémy patří i obor měření a regulace, jenž se zaměřuje na automatizaci technických zařízení budov, které zahrnují základní celky jako je vytápění, chlazení a vzduchotechnika.

Pro řízení těchto technologií profesí MaR se používají programovatelné logické automaty, které v kombinaci s ostatním příslušenstvím vytvářejí řídicí systém MaR. Aby bylo možné dosáhnout potřebných parametrů, které stanovují projektanti ostatních profesí technických zařízení budov, je nutné zavedení měření a regulace technologických celků. Řízení se provádí prostřednictvím měřicích prvků, které vyhodnocují veličiny, jako je teplota, relativní vlhkost a dále prostřednictvím regulačních zařízení, jež prezentují různé ventily, kohouty a klapky. Regulační zařízení jsou řízena prostřednictvím pohonů. Veškeré měřicí a regulační prvky jsou v řídicím systému naprogramovány a prostřednictvím jednotlivých vstupů a výstupů jsou ovládány, regulovány a vyhodnocovány.

Cílem této diplomové práce je zpracování návrhu systému MaR pro vzduchotechnickou jednotku, která bude sloužit pro zajištění tepelného komfortu na oddělení dlouhodobě nemocných v nemocnici. Návrh vychází z podkladů a požadavků investora, VZT a EPS. Součástí návrhu je následná integrace technologií do systému měření a regulace.

Teoretická část se zaměřuje na popis technických zařízení budov, jejich dělení a principy. Dále se zabývá propojeními významných profesí z TZB na MaR včetně bezpečnostních systémů. Ve třetí kapitole jsou uvedeny významné legislativní požadavky na MaR.

Praktická část se zabývá vlastním návrhem systému MaR pro VZT jednotku dle pokynů investora jednotlivých profesí včetně problematiky integrace příslušných technologií do systému měření a regulace. Pátá kapitola je zaměřena na zpracování cenové kalkulace pro navržený systém měření a regulace, jehož součástí jsou i náklady na jednotlivé oddíly návrhu. Poslední část se věnuje odhadu budoucího vývoje v projektování technických zařízení budov, zejména na požadavky o sjednocení různých druhů komunikačních sběrnic a protokolů včetně problematiky, jež souvisí se současným rozmachem fotovoltaických systémů na střeších budov.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV PRO NEMOCNICE

Technická zařízení budov (TZB) tvoří komplexní systém technických zařízení a profesí ve stavebnictví, která významně ovlivňují vnitřní prostředí objektu. Jednotlivá zařízení a profese jsou mezi sebou zkoordinovány tak, aby byly zajištěny ekonomické, energetické a environmentální požadavky budovy. [1; 2]

Zásadní vliv na koncepci TZB má samotný stavebně-konstrukční návrh, který stanovuje umístění a velikost budovy, využití materiály pro konstrukce, dispoziční řešení místností, průchody pro potrubí a elektrické rozvody apod.

Pro rozsáhlejší a náročnější objekty jako jsou např. nemocnice, můžeme technická zařízení budov rozdělit na technické a technologické celky:

- **technologické a potrubní instalace** – ústřední topení (ÚT) a teplá voda (TV), vzduchotechnika (VZT), klimatizace, chlazení, rozvody plynu, vody a kanalizace,
- **elektrotechnické rozvody** – elektroinstalace silnoproudé (SIL), poplachové zabezpečovací a tísňové systémy (PZTS), datové rozvody, měření a regulace (MaR), telefonní a televizní rozvody, uzemnění a hromosvod,
- **ostatní technická zařízení** – sanitární technika, výtahy a osvětlení. [3; 4]

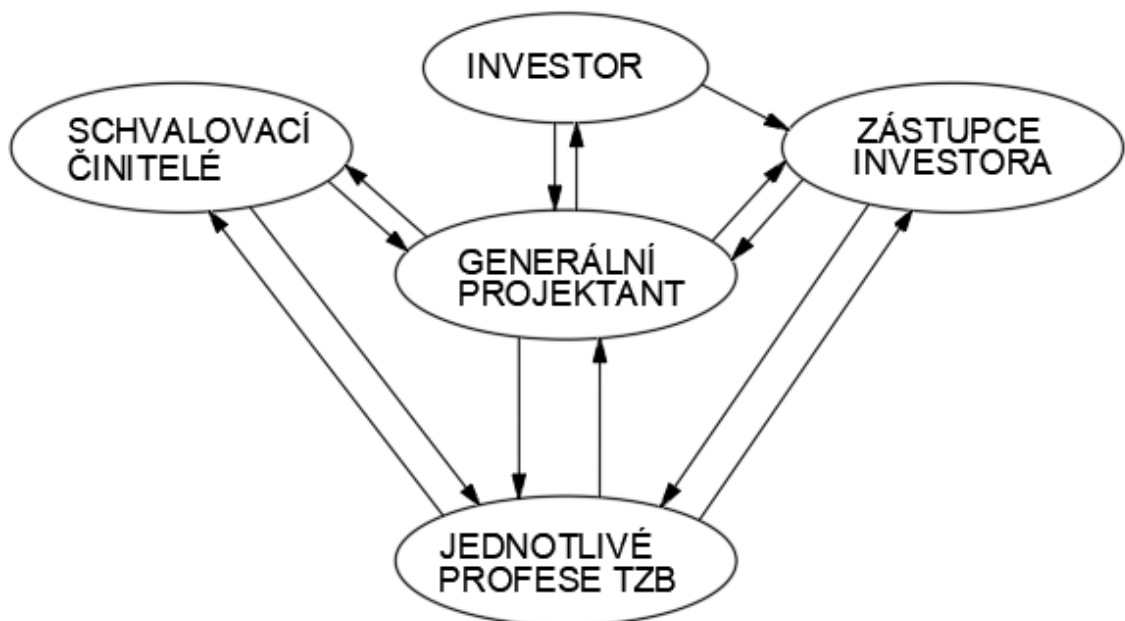
Avšak, nejpřesnější a v praxi nejpoužívanější členění je popsáno ve vyhlášce č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, kde je část zabývající se projektovou dokumentací pro provádění stavby (DPS), která obsahuje oddíl „D.1.4 Technika prostředí staveb“, který jednotlivá zařízení člení na:

- **zdravotně technické instalace (ZTI),**
- **plynová odběrná zařízení** (vnitřní rozvody plynu),
- **vzduchotechnika** (klimatizace),
- **chlazení,**
- **vytápění,**
- **měření a regulace,**
- **silnoproudá elektrotechnika včetně ochrany před bleskem,**
- **elektronické komunikace a další** (např. PZTS, dohledové videosystémy apod). [5]

Veškerá navržená technická zařízení budov vychází z projektových dokumentací dílčích profesí. Na začátku projektu si investor např. zřizovatel nemocnice objedná projekční práce u subjektu (generální projektant), který zpracovává a organizuje veškeré projekční práce. Zástupce investora poskytuje generálnímu projektantovi detaily k jednotlivým požadavkům ze strany investora. Generální projektant si určí odpovědnou osobu za celý projekt tzv. hlavního inženýra projektu (HIP) a osoby jemu podřízené.

Generální projektant (HIP) poptává projekční práce u organizací, které se specializují na jednotlivé části TZB (např. vzduchotechniku, vytápění, silnoproudé elektroinstalace, měření a regulaci apod.). Po akceptaci navrhované ceny začínají projekční práce, při kterých spolu projektanti dílčích profesí vzájemně komunikují a koordinují své návrhy, požadavky a řešení. Návrhy musí být v souladu se zákony, vyhláškami a nařízeními vlády ČR. Projektanti dále komunikují i se zástupcem investora, který jim blíže specifikuje svou představu na jimi navrhovaná řešení.

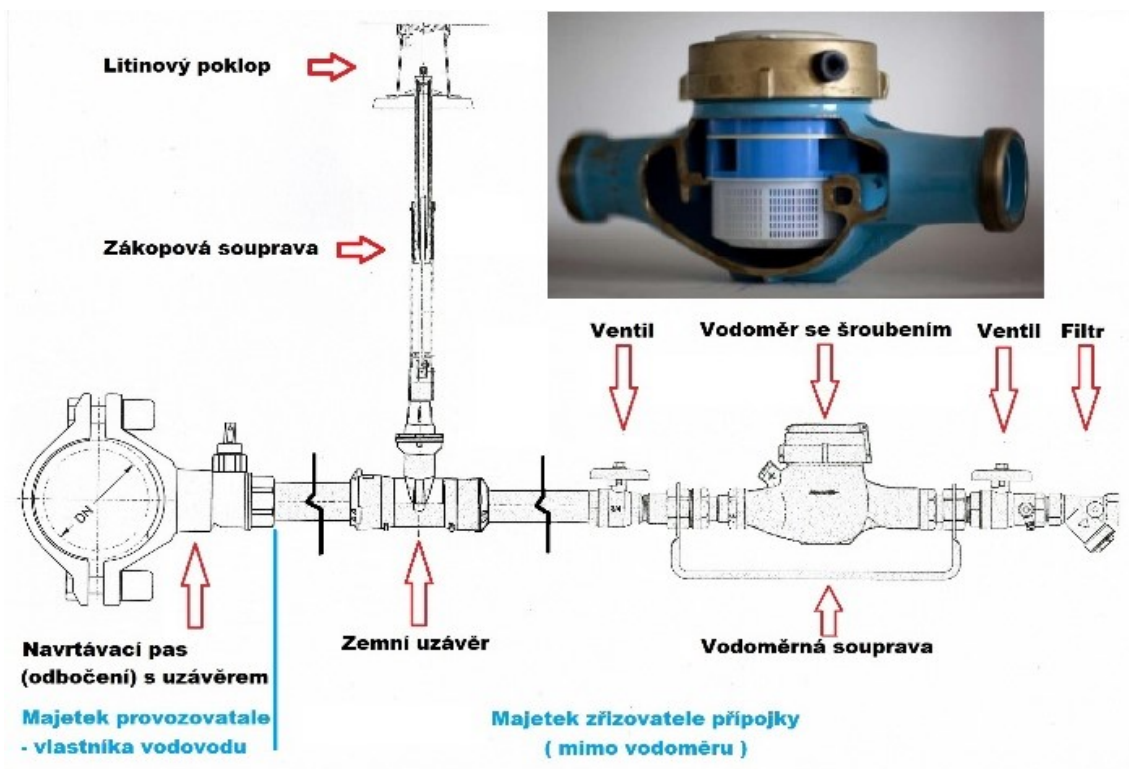
Při zpracovávání projektové dokumentace pro územní rozhodnutí (DÚR) a pro stavební povolení (DSP), podávají dané profese žádosti o vyjádření k nové stavbě na schvalovací činitele. Mezi schvalovací orgány patří např. vyjádření – vlastníků sousedních pozemků a staveb, krajské hygienické stanice, odboru životního prostředí, hasičského záchranného sboru kraje, vlastníků přípojek inženýrských sítí (voda, kanalizace, elektřina, plyn, sdělovací kabely) apod.



Obrázek 1 Schéma koordinace projektu TZB [vlastní]

1.1 Zdravotně technické instalace

Veškeré vnitřní rozvody vody pitné a dešťové vody včetně splaškové kanalizace patří do zdravotně technických instalací (ZTI). Do ZTI patří i instalace zařizovacích předmětů pro kuchyň, koupelnu a toaletu. Pro měření spotřeby vody slouží vodoměr, který bývá umístěn na vstupu vodovodu do objektu. Projekt zpracovává projektant profese ZTI. [6]



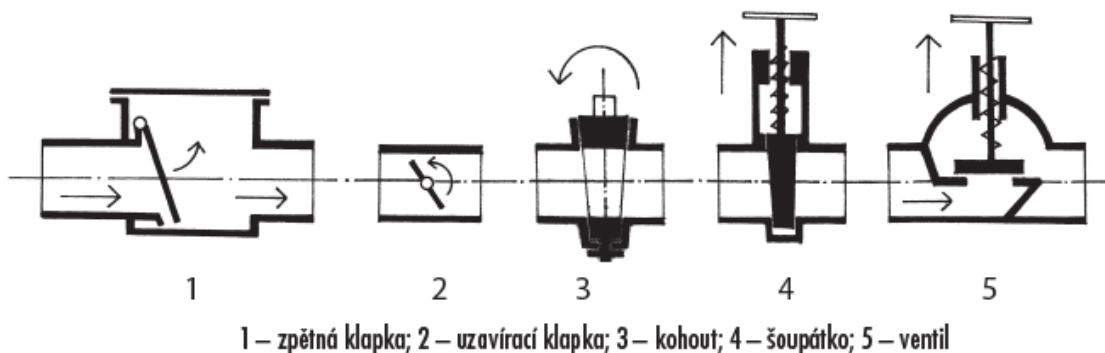
Obrázek 2 Hranice vodovodní přípojky [4]

1.1.1 Vnitřní vodovod

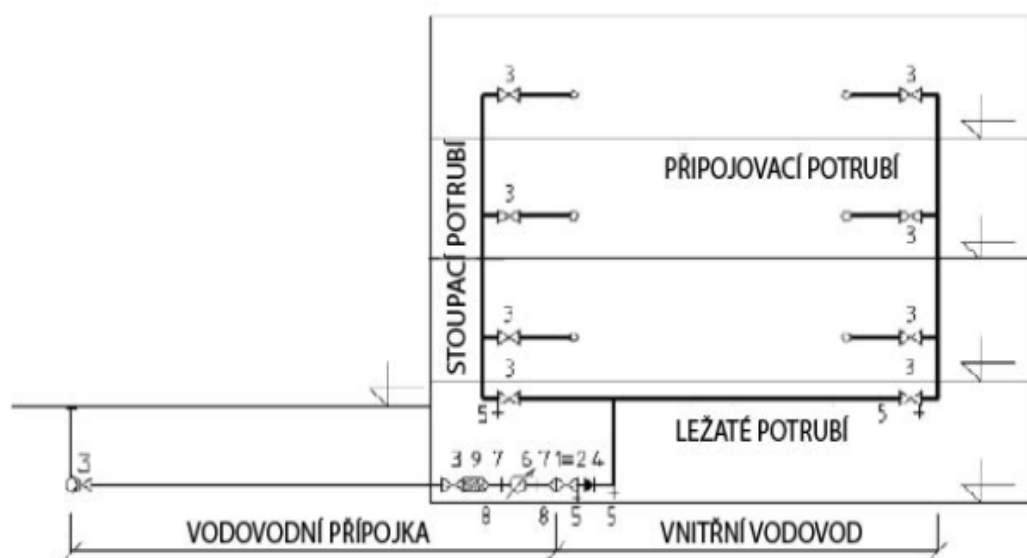
Zahrnuje vnitřní rozvody vody z vodovodní přípojky nebo z vlastního zdroje k odtokovým armaturám. Dělí se na tyto části:

- **ležaté potrubí** – vedení od hlavního uzávěru vody k jednotlivým stoupacím potrubím,
- **stoupací potrubí** – vedeno svisle jednotlivými podlažími od ležatého potrubí k podlažním rozvodným potrubím,
- **podlažní rozvodné potrubí** – odbočuje ze stoupacího potrubí a je vedeno k jednotlivým přípojovacím potrubím na stejném podlaží,
- **přípojovací potrubí** – napojeno na ležaté, stoupací nebo podlažní potrubí a vede k odtokové armatuře,

- **cirkulační potrubí** – zajišťuje dopravu zchladlé teplé vody zpět do ohřívače (pro přípravu teplé vody),
- **potrubí pro vnitřní požární vodovod** – pro zařízení určené k hašení požáru (např. sprinklery, požární hadice). [4]



Obrázek 3 Schéma konstrukce armatur [upraveno ze 7]



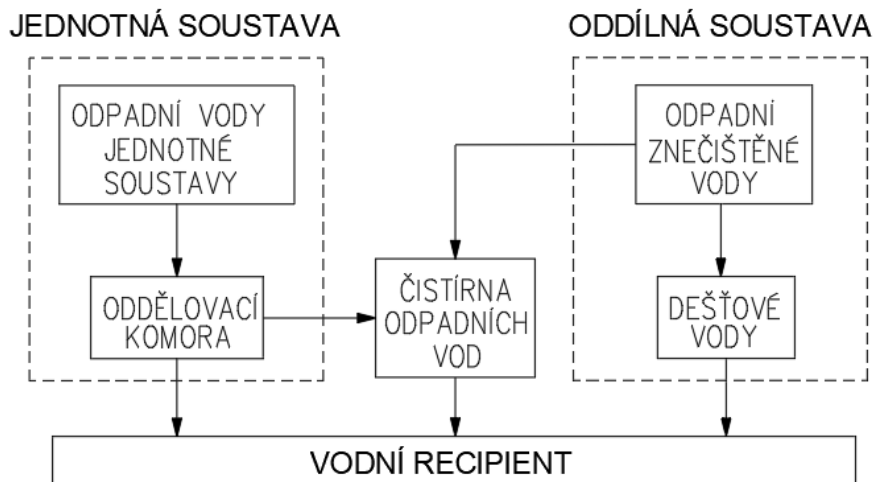
Legenda: 1 = 2 - hlavní uzávěr vnitřního vodovodu = hlavní uzávěr budovy, 3 - uzavírací armatura, 4 - zpětná armatura, 5 - vypouštěcí armatura, 6 - vodoměr, 7 - přímý kus (6 x DN), 8 - redukce, 9 - filtr

Obrázek 4 Části domovního vodovodu [8]

1.1.2 Vnitřní kanalizace

Tvoří ji oddělené rozvody splaškové a dešťové vody, které odvádí znehodnocenou odpadní vodu. Vnitřní kanalizaci rozdělujeme na:

- **jednotnou kanalizaci** – splaškové a dešťové vody ústí do společného potrubí,
- **oddílnou kanalizaci** – odvod splaškové a dešťové vody probíhá přes samostatná potrubí. [9]

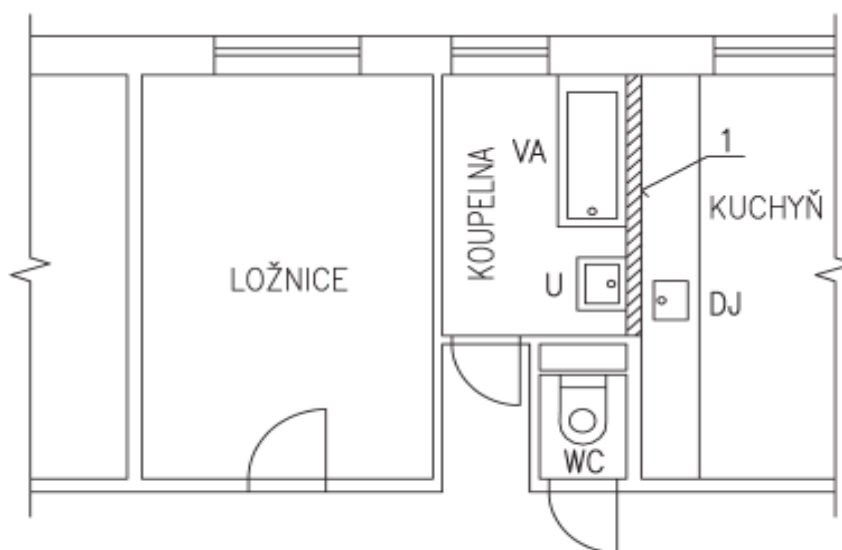


Obrázek 5 Schéma kanalizačního systému [vlastní]

1.1.3 Zařizovací předměty

Jedná se o pevně instalovaná a vodou zásobovaná zařízení, ze kterých odtékají odpadní a splaškové vody. Podle druhu budovy a předpokládaného počtu obývajících osob, se navrhuje počty záchodových a pisoárových mís, umyvadel, van, sprchových koutů, dřezů, bidetů apod. Pravidla pro navrhování těchto zařízení jsou stanoveny příslušnými vyhláškami a normami. [7]

Zařizovací předmět je součástí soustavy, která obsahuje samotný zařizovací předmět (např. umyvadlo), odpadní armaturu (zápachová uzávěrka s ventilem), výtokovou armaturu (např. směšovací baterie) a spojovací montážní materiál (šrouby apod.). [7]



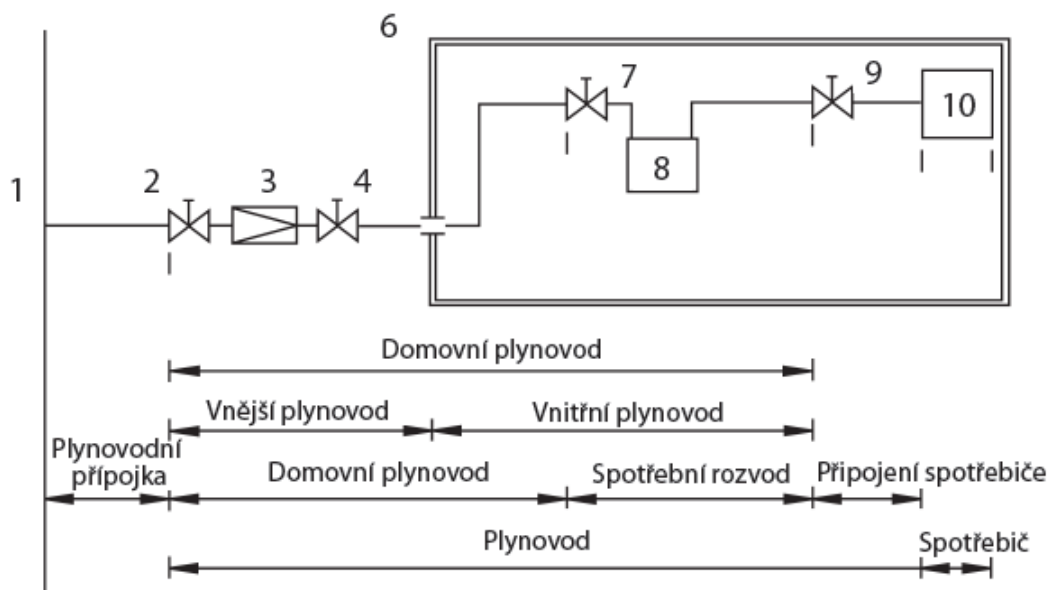
1 – stěna s vodovodním a kanalizačním potrubím; DJ – dřez;
U – umyvadlo; VA – vana; WC – záchodová mísa

Obrázek 6 Umístění zařizovacích předmětů [upraveno ze 7]

1.2 Plynová odběrná zařízení

Podle zákona č. 458/2000 Sb., patří mezi odběrná plynová zařízení veškerá zařízení počínaje od hlavního plynového uzávěru až po zařízení pro konečné využití plynu (spotřebič). Mezi tato zařízení nepatří měřicí zařízení. [10]

Domovní plynovody, odběrná plynová zařízení (OPZ) a spotřebiče uvnitř budov jsou části soustav, které tvoří tzv. plynovody v budovách. Podle ČSN EN 1775 je nejvyšší provozní tlak pro plynovody v budovách maximálně 5 barů (5 bar = 0,5 MPa) a maximální výkon zdroje tepla (spotřebiče) 50 kW. V praxi je projekt OPZ zpracováván profesí ZTI. [7; 11]



Legenda: 1 – uliční rozvod; 2 – hlavní uzávěr plynu (HUP); 3 – regulátor tlaku plynu; 4 – uzávěr za regulátorem; 5 – vstup domovního plynovodu; 6 – objekt; 7 – uzávěr před plynoměrem; 8 – plynoměr; 9 – uzávěr spotřebiče; 10 – spotřebič.

Obrázek 7 Hranice plynárenského a odběrného zařízení [12; 13]

Na výše uvedeném obrázku se plynoměr nachází uvnitř objektu, který není v tomto případě přístupný z veřejného prostranství. Rozvod plynu, od hlavního uzávěru plynu (HUP) až k uzávěru pro plynový spotřebič, je vždy nízkotlaký. Plynovody uvnitř budov smí být provedeny pouze z kovových materiálů, tedy z mědi nebo oceli. [7]

1.2.1 Plynovodní přípojky

Plynové přípojky rozlišujeme na středotlaké a nízkotlaké.

Středotlaké přípojky

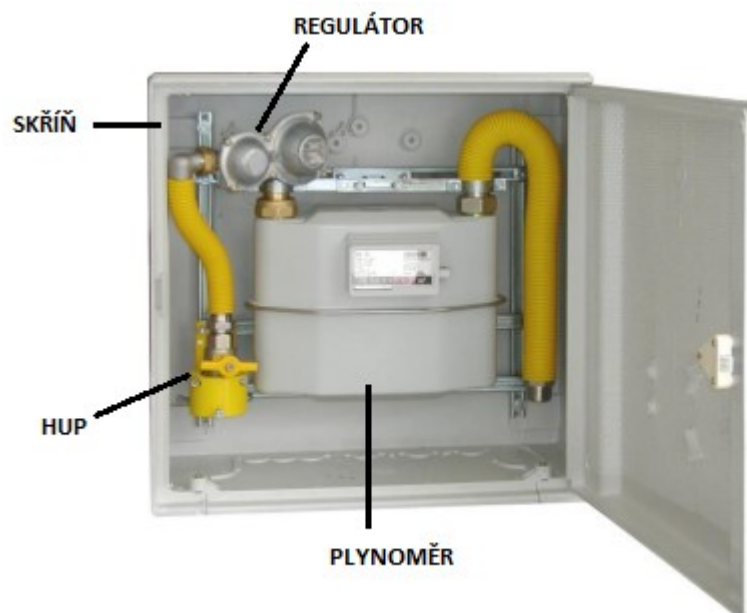
Jsou provozovány pod vyšším přetlakem, a to až 0,4 MPa. Ve městech, kde se nachází památkové části, jsou provozovány při přetlaku 0,1 MPa. [12]

Nízkotlaké přípojky

Přípojky nízkotlaké jsou provozovány pod přetlakem nejvýše 0,005 MPa. Provozní přetlak plynových spotřebičů v domácnostech činí maximálně 2,3 kPa. [12]

1.2.2 Hlavní uzávěr plynu

HUP slouží k uzavření přívodu plynu do objektu a odděluje tak plynárenská zařízení od plynových odběrných zařízení. Umístění HUP může být před vstupem do objektu (např. skříňka na oplocení), v šachtě (nutný souhlas distributora plynu), na fasádě objektu nebo uvnitř objektu (max. 1 m za prostupem obvodovým zdívem). [7; 12]

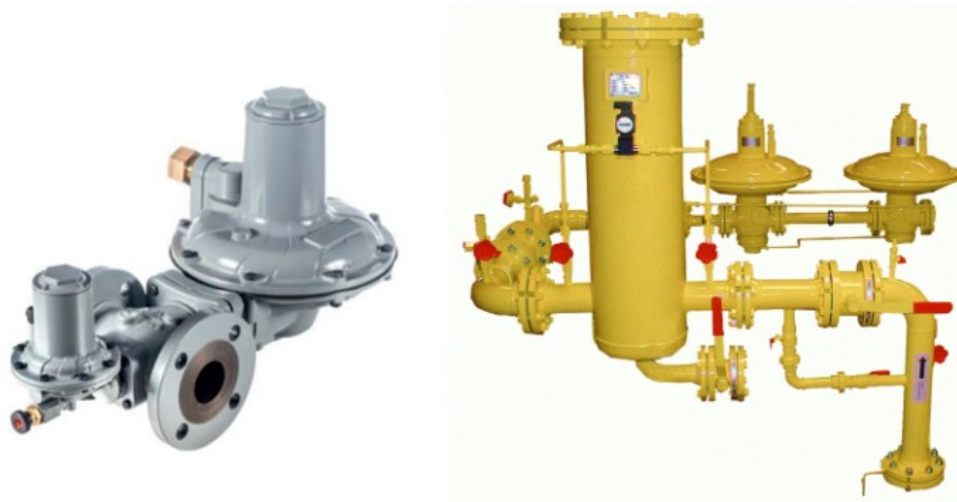


Obrázek 8 Přípojková skříň [upraveno ze 14]

1.2.3 Regulace tlaku plynu

Při připojování domovního plynovodu ke středotlaké přípojce, je nutno výstupní tlak plynu regulovat prostřednictvím regulátoru. Podle regulovaného množství plynu rozlišujeme regulační zařízení na regulátory tlaku plynu (menší než 200 m³/h) a regulační stanice tlaku plynu (Obr. 9). Regulátor tlaku je umísťován přednostně ve vnější části objektu, např. v přípojkové skříni. Pokud je nutné regulátor plynu osadit uvnitř budovy, pak musí být osazen v samostatné místnosti, ve které je zajištěno přirozené větrání (otvor 200 mm² u podlahy a pod stropem). [7; 12]

Zároveň musí být ponechán dostatečně volný montážní prostor před regulátorem. [12]



Obrázek 9 Regulator plynu a regulační stanice (zleva) [upraveno z 15; 16]

1.2.4 Plynoměr

Plynoměr slouží pro měření spotřeby plynu (m^3/h). Rozdělujeme je podle principu měření (objemové, rychlostní a dynamické), podle průtoku plynu ($10 \text{ m}^3/\text{h}$, 10 až $40 \text{ m}^3/\text{h}$ a nad $40 \text{ m}^3/\text{h}$) a podle provedení připojovacích hrdel (jednohrdlové a dvouhrdlové). [7; 12]

1.2.5 Plynové spotřebiče

Spotřebiče spalující zemní plyn jsou využívány pro přípravu jídel, vytápění a další technologické účely. Plynové spotřebiče dosahují vysoké účinnosti a zároveň je lze snadno regulovat. Pro vyšší bezpečnost jsou vybaveny automatickými zabezpečovacími prvky. Zařízení musí splňovat odpovídající technické normy a bezpečnostní požadavky. [7; 12]

Vzdálenost mezi spotřebičem a uzávěrem spotřebiče musí být co nejkratší, a to maximálně do 1,5 m. Připojení je provedeno pevným potrubím z oceli nebo flexibilní hadicí. [12]

Plynové spotřebiče můžeme rozdělit na:

- **spotřebiče otevřené, skupina A** – sají spalovací vzduch z místnosti, ve které jsou instalovány a spaliny odvádí do téhož prostoru (např. plynový sporák apod),
- **spotřebiče otevřené, skupina B** – sají spalovací vzduch z místnosti, ve které jsou instalovány a spaliny odvádí komínem do venkovního prostoru (např. pece),
- **spotřebiče uzavřené, skupina C** – přivádějí venkovní vzduch do spalovací komory a spaliny odvádějí do venkovního prostoru. [7; 12]

1.3 Vzduchotechnika

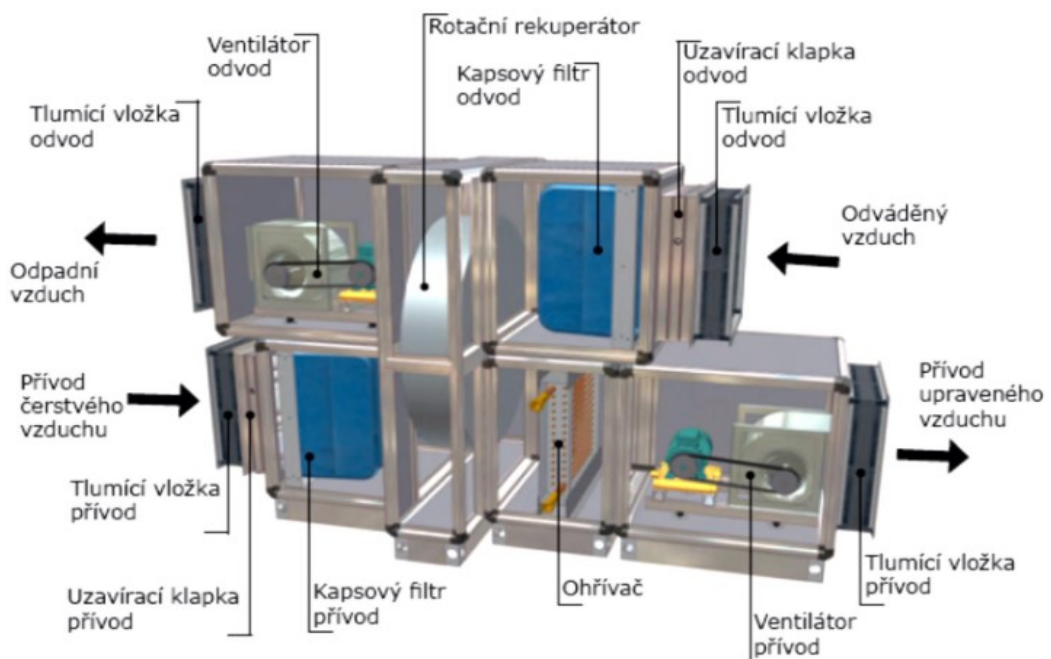
Požadovanou kvalitu vnitřního prostředí staveb včetně specifických potřebných stavů lze zajistit souborem technických zařízení, která představují vzduchotechniku (VZT). [7]

Provozování VZT má bezprostřední dopad nejen na stav vnitřního prostředí nebo na investiční a provozní náročnost budovy, ale také na sociologické a ekologické faktory související s její činností. Systém VZT navrhuje projektant profese VZT. [7]

Hlavním cílem vzduchotechnického systému je:

- vytváření interního mikroklimatu místností uvnitř budov tak, aby formované vnitřní prostředí zajistilo optimální podmínky pro pobyt a činnost jeho uživatelů,
- tvorba prostředí pro činnost různých technologických procesů s možnou likvidací doprovodných škodlivin. [7]

Vzduchotechnika je tvořena VZT systémem a VZT zařízeními. VZT systém zahrnuje oblast technických prvků, které jako komplexní celek slouží k úpravě vzduchu ve vnitřním prostředí budov nebo k přenosu materiálu vzduchem. VZT zařízení reprezentují řadu funkčních komponentů, které zajišťují různé procesy úpravy vzduchu. Jednotlivé komponenty jsou součástí VZT jednotky, jejíž nedílnou součástí je ventilátor (pohonná jednotka), která slouží k uvedení vzduchu do pohybu za účelem jeho distribuce na požadované místo (venkovní nebo vnitřní prostor). [7; 17]



Obrázek 10 Schéma modelu vzduchotechnické jednotky [18]

VZT jednotka je souhrn zařízení, které jsou tvořeny z tzv. komor, jež jsou uspořádány podle požadovaných parametrů vzduchu ve vybraných prostorech. Mezi základní funkční části VZT jednotky patří filtry, klapky, jednotka pro zpětné získávání tepla (ZZT), směšovací komora, chladič, ohřívač, zvlhčovač a ventilátor. [19]

Termodynamické úpravy, ke kterým dochází ve VZT jednotce, zahrnují procesy ohřevu, chlazení, vlhčení, odvlhčování, směšování, při nichž dochází ke změnám vlhkosti a teploty vzduchu. Stav a vlastnosti vlhkého vzduchu popisují tyto veličiny: teplota t ($^{\circ}\text{C}$), relativní vlhkost rh (-), měrná vlhkost x (kg/kg s.v.) a entalpie h (kJ/kg s.v.). [19]

1.3.1 Filtry

Znečišťující látky, které jsou obsaženy ve vzduchu, mohou mít formu pevných, kapalných nebo plynných částic. Tyto částice je nutné z vnitřního a vnějšího ovzduší prostřednictvím filtru odlučovat, aby se jejich koncentrace dostala pod limity, které jsou stanoveny hygienickými požadavky. [19]



Obrázek 11 Filtrační kazeta [20]

Filtry se dělí podle nároků na čistotu ovzduší, dle tzv. stupně filtrace:

- **hrubá** (třídy G1 až G4),
- **jemná** (třídy F5 až F9),
- **vysoce účinná**, tj. HEPA a ULPA filtry (třídy H10 až H14). [18]

Další rozdělení filtrů podle jejich konstrukce:

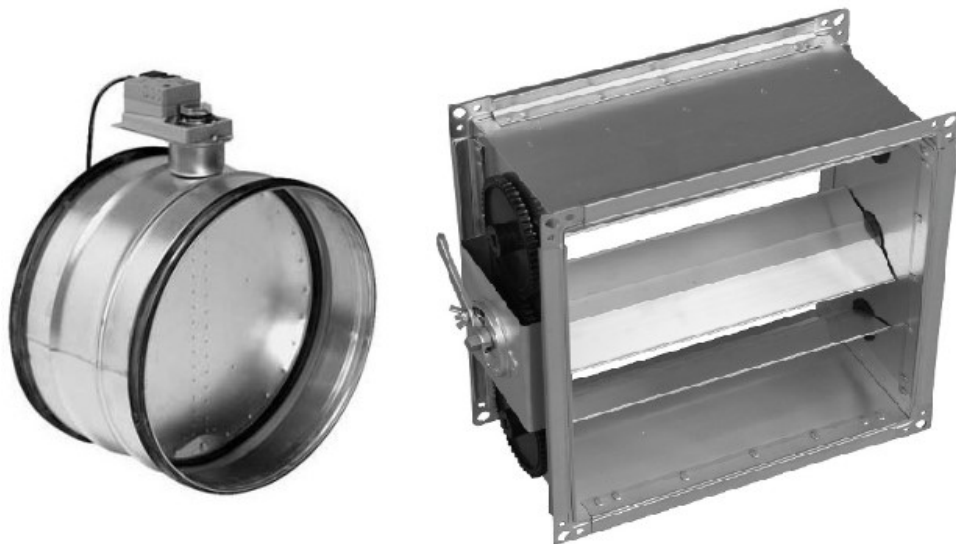
- **rámečkové** – kovový rám, v němž je osazena plochá filtrační vrstva ze syntetických vláken, používá se jako hrubý předfiltr,

- **kapsové** – filtry jsou z netkané textilie (syntetická nebo skleněná vlákna); v nižších třídách jako předfiltr nebo jako II. stupeň filtrace ve vyšších třídách,
- **kazetové** – filtrační skládaná vložka je ze skleněných vláken; filtry třídy H10 a vyšší, slouží pro klimatizace prostorů s vysokými hygienickými nároky na kvalitu vzduchu (např. v nemocnicích). [18]

Samotný filtr je tvořen tzv. filtrační vložkou, která se vyrábí pro různé varianty propustnosti. Filtrační kazeta může obsahovat více druhů filtračních vložek, které jsou seřazeny podle absorpční schopnosti od hrubších mechanických částic až po nejjemnější plynné částice.

1.3.2 Klapky

Každá vzduchotechnická jednotka obsahuje klapky, které slouží k omezení průtoku vzduchu nebo k uzavření vzduchové cesty, jestliže je ventilátor vypnutý nebo k zajištění požární bezpečnosti. Listy klapek lze ovládat jednotlivě nebo jako celek, a to buď mechanicky, nebo prostřednictvím servopohonu. Podle tvaru vzduchotechnického potrubí jsou klapky vyráběny v kruhovém nebo čtyřhranném provedení. [18; 19]



Obrázek 12 Uzavírací a regulační klapka (zleva) [upraveno z 21; 22]

Druhy VZT klapek:

- **uzavírací** (dvoupolohové) – jedná se o vstupní a výstupní klapky, které slouží k uzavření průtoku vzduchu,
- **směšovací** – průtok vzduchu je zajištěn směřováním dvou proudů vzduchu, nebo obtokem výměníku tepla. [18]

- **protipožární** – jsou dvoupolohové (otevřeno/zavřeno) specifické klapky, jež slouží jako protipožární úprava vstupů VZT potrubí přes požárně dělící konstrukce, které zabraňují šíření požáru a zplodin hoření po určitou dobu mezi různými úseky uvnitř budovy.

1.3.3 Ohřivače

Ohřivače patří mezi hlavní komponenty větracích a klimatizačních zařízení. Pro přiváděný venkovní vzduch musí být zajištěn ohřev, a to nejen v zimním období, ale i v období přechodném. Ohřivače můžeme rozdělit podle teplotnosné látky na vodní, elektrické, parní chladičové a spalovací komory. [19; 23]



Obrázek 13 Vodní a elektrický ohřivač do VZT (zleva) [upraveno z 24; 25]

Vodní ohřivače

Je tvořen rekuperačním výměníkem voda-vzduch a společně s elektrickým ohřivačem je nejpoužívanějším druhem ohřivače. Voda jako teplotnosná látka je upravena na teplotní spád např. 90/70 a 55/45 °C.

Výkon ohřivače závisí na teplotním rozdílu mezi vzduchem a vodou. Ohřivače je nutno osadit protimrazovou ochranou, a to kvůli zimnímu období, kdy dochází k přivádění studeného vzduchu a hrozí zamrznutí výměníku. [19; 23]

Elektrické ohřivače

Tyto ohřivače se používají tam, kde není k dispozici jiný zdroj tepla. Své využití mají u malých zařízení, jako havarijní či doplňkové ohřivače. Samotný ohřev vzduchu je proveden prostřednictvím topných tyčí a spirál, jejichž tvar a velikost je přizpůsoben ke konkrétní VZT jednotce. Elektrické ohřivače nepotřebují protimrazovou ochranu. [19; 23]

Parní ohřivače

Parní ohřivače jsou využívány především v průmyslu, pro vyšší teploty a výkony tam, kde se používá pára. [23]

Chladivové ohřivače (kondenzátory)

Kondenzátor parního oběhu může být použit jako ohřivač. Tento druh ohřevu se používá u reverzního provozu chladivových klimatizačních zařízení, kdy se po přepnutí oběhu stane výměník vnitřní jednotky kondenzátorem. [23]

Spalovací komory

Spalovací komory s hořáky na zemní plyn nebo na kapalná paliva mohou být využity rovněž pro ohřev vzduchu. Rozlišujeme komory otevřené a uzavřené, viz podkapitola 1.2.5 plynové spotřebiče. [23]

1.3.4 Chladiče

Chladič slouží k ochlazení vzduchu a tvoří základní část klimatizačních zařízení. Principiálně jsou podobné ohřivačům. Rozdíl oproti ohřivačům je v nižším teplotním spádu mezi teplonosnou látkou a vzduchem a dále, že ve většině instalací dochází ke kondenzaci vodních par ze vzduchu. [18; 23]

Podle teplonosné látky chladiče dělíme na vodní se spádem 7/13 °C a přímé výparníky (vypařující se chladivo) s výparnou teplotou 5-7 °C. [19; 23]



Obrázek 14 Chladič vodní a přímý výparník (zleva) [upraveno z 26]

Rozlišujeme dvě úpravy stavu vzduchu:

- **suché chlazení** – povrchová teplota chladiče je vyšší než teplota rosného bodu upravovaného (přiváděného) vzduchu; teplota vzduchu se snižuje, měrná vlhkost se nemění a roste relativní vlhkost,

- **mokrý chlazení** – povrchová teplota chladiče je nižší než teplota rosného bodu, dochází ke kondenzaci; teplota vzduchu a měrná vlhkost se snižují, roste relativní vlhkost. [18; 19; 23]

1.3.5 Zpětné získávání tepla (ZZT)

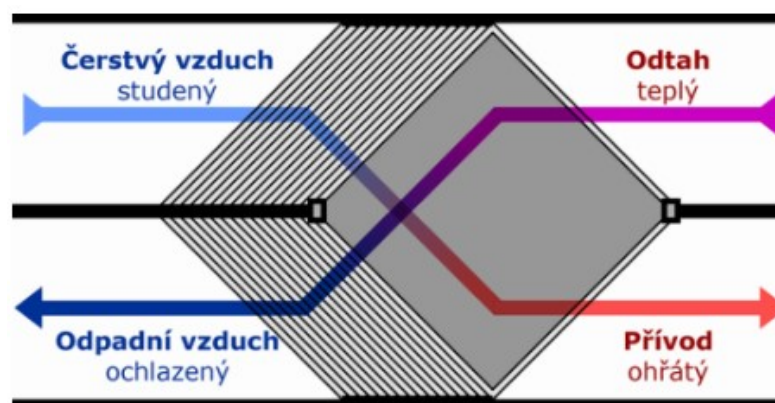
ZZT slouží ke zvýšení efektivní regulace teploty u VZT zařízení a zároveň snižuje jeho energetickou náročnost. Jedná se o zařízení, které využívá tepla obsaženého v odváděném a znehodnoceném vzduchu z objektu pro následný přehřev přiváděného venkovního vzduchu. Proces můžeme jednoduše popsat jako „recyklaci tepla pomocí technického zařízení“. [18; 27; 28; 30]

Obvykle se prostřednictvím ZZT získává tzv. citelné teplo, které představuje využitou část chladicího výkonu na snížení teploty vzduchu. Avšak, existují entalpické výměníky, jež dovedou zpětné získávání vlhkosti. Tyto výměníky dokážou současně přenášet nejen citelné teplo, ale i teplo vázané, které prezentuje část výkonu, který je dán kondenzací vodních par ve vzduchu. [27]

Dle normy ČSN 73 0540-2, která popisuje požadavky na tepelnou ochranu budov, je zavedena povinnost, za určitých podmínek osazovat VZT jednotky zařízením na ZZT s účinností nejméně 60 %. Výměníky ZZT dělíme na rekuperační a regenerační. [29; 30]

Rekuperační

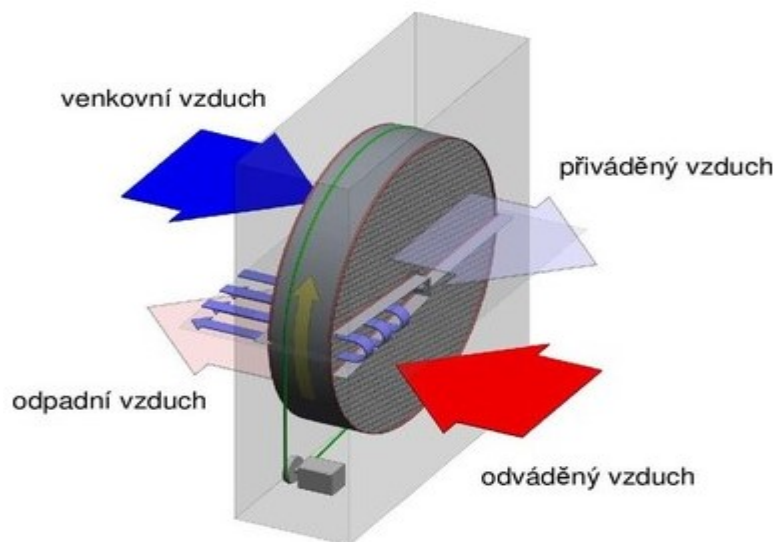
Teplo přiváděného a odváděného vzduchu je předáváno napřímo přes teplosměnnou plochu, jako např. deskový nebo trubkový výměník. Dále může výměna tepla probíhat přes pomocnou tekutinu např. lamelový výměník na vodu či nemrznoucí směs nebo přes nucený oběh chladiva tepelným čerpadlem. [18; 19; 27; 30]



Obrázek 15 Schéma deskového výměníku [28; 31]

Regenerační

Odváděný vzduch předává své teplo do akumulární hmoty, ze které se následně uvolňuje do přiváděného vzduchu (rotační a přepínací výměníky). [18; 19; 27; 30]



Obrázek 16 Princip regeneračního rotačního výměníku [32]

1.3.6 Směšovací komora

Komora slouží pro souvislé směšování venkovního (přívodního) vzduchu a oběhového (vnitřního) vzduchu, které se vyskytují v odlišných tepelných a vlhkostních stavech. Venkovní a vnitřní vzduch se reguluje uvnitř směšovací komory prostřednictvím klapek, které jsou řízeny servopohonem. Podle požadavků na směšování je stanoven poměr mezi venkovním a oběhovým vzduchem, např. pro intenzivní provětrání nebo letní provoz se využívá 100 % venkovního vzduchu. V případě, kdy není požadavek na větrání, je uzavřen přívod venkovního vzduchu a v systému cirkuluje pouze oběhový vzduch. [19]

1.3.7 Ventilátory

V každé vzduchotechnické jednotce se nachází ventilátor, který slouží k transportu vzduchu do větraného prostoru. Úkolem ventilátoru je pokrytí tlakových ztrát v potrubních rozvodech a u vzduchotechnické jednotky včetně distribuce vzduchu. Hlavními parametry ventilátoru jsou: dopravní tlak p (Pa), el. příkon P (W) a objem vzduchu V (m^3/h). Pohon ventilátorů je tvořen většinou asynchronním motorem, který bývá ovládán prostřednictvím frekvenčního měniče. [19; 23; 30]

Podle způsobu osazení ventilátoru rozlišujeme provedení jako nástěnné, potrubní, ventilátory pro komory VZT jednotek a nástřešní ventilátory. Nejčastěji jsou rozděleny

podle směru průtoku vzduchu oběžným kolem na axiální, radiální, diagonální a diametrální. [19; 23; 30]



Obrázek 17 Axiální, radiální, diagonální a diametrální ventilátory (zleva) [33]

Axiální

Vzduch proudí ve směru rotační osy oběžného kola. Je složen z rotoru, který má oběžné lopatky a ze statoru, jenž řídí přenos vzduchu do oběžného kola nebo slouží k usměrnění proudu vzduchu na výstupu. Axiální ventilátory dosahují vyšších průtoků vzduchu pod nízkým tlakem. [30; 33]

Radiální

Skládají se z oběžného kola, jehož lopatky zajišťují sání vzduchu v axiálním směru a tlačí vzduch kolmým směrem na směr rotace. Oběžné kolo je součástí spirální skříně, ve které je zachycován vzduch, jenž proudí od rotoru a je přenášen na výtlačné hrdlo ventilátoru. Radiální ventilátory zajišťují vysoký průtok vzduchu pod vysokým tlakem. [30; 33]

Diagonální

Vzduch proudí do ventilátoru ve směru rotace oběžného kola, ale při průchodu rotorem nemění vzduch svůj směr o 90 stupňů (jako u axiálního ventilátoru), ale o menší uhel. Diagonální ventilátory jsou využívány v případech, kdy je potřeba dosáhnout vyššího průtoku vzduchu, a přitom zachovat menší rozměry ventilátoru. [30; 33]

Diametrální

Někdy označovány jako tangenciální, jsou ventilátory, jimiž vzduch prochází přes oběžné kolo dvakrát, což vede k rychlejší distribuci vzduchu. Diametrální ventilátory jsou schopny nasávat a přenášet vzduch při nízkém tlaku na delší vzdálenosti. [30; 33]

1.3.8 Zvlhčovače

Slouží ke zvlhčování vzduchu na základě hygienických nebo technologických požadavků. Mezi jejich další přínosy patří čištění vzduchu od pevných a plynných částic a tzv. adiabatické chlazení. Vlhčení probíhá tak, že do vzduchu, který prochází zvlhčovačem, je ve formě malých kapek vstříkována voda, jež se ve vzduchu odpaří a zvýší se tím jeho vlhkost. [19; 23; 30]

Rozlišujeme zvlhčovače parní a tzv. adiabatické.



Obrázek 18 Elektrický, plynový a adiabatický zvlhčovač (zleva) [34]

Parní zvlhčovače

Jedná se o nejhygieničtější způsob vlhčení vzduchu. Dle způsobu tvorby páry se vyrábějí v provedení jako elektrické nebo plynové vyvíječe. [34]

Adiabatické zvlhčovače

Využívají přeměnu vody na vodní páru, při které dochází ke zvýšení vlhkosti a zároveň k odebrání skupenského tepla, tj. ochlazení. Hygienická nezávadnost tohoto způsobu vlhčení je závislá na kvalitě vody a na její úpravě. [34]

1.4 Chlazení

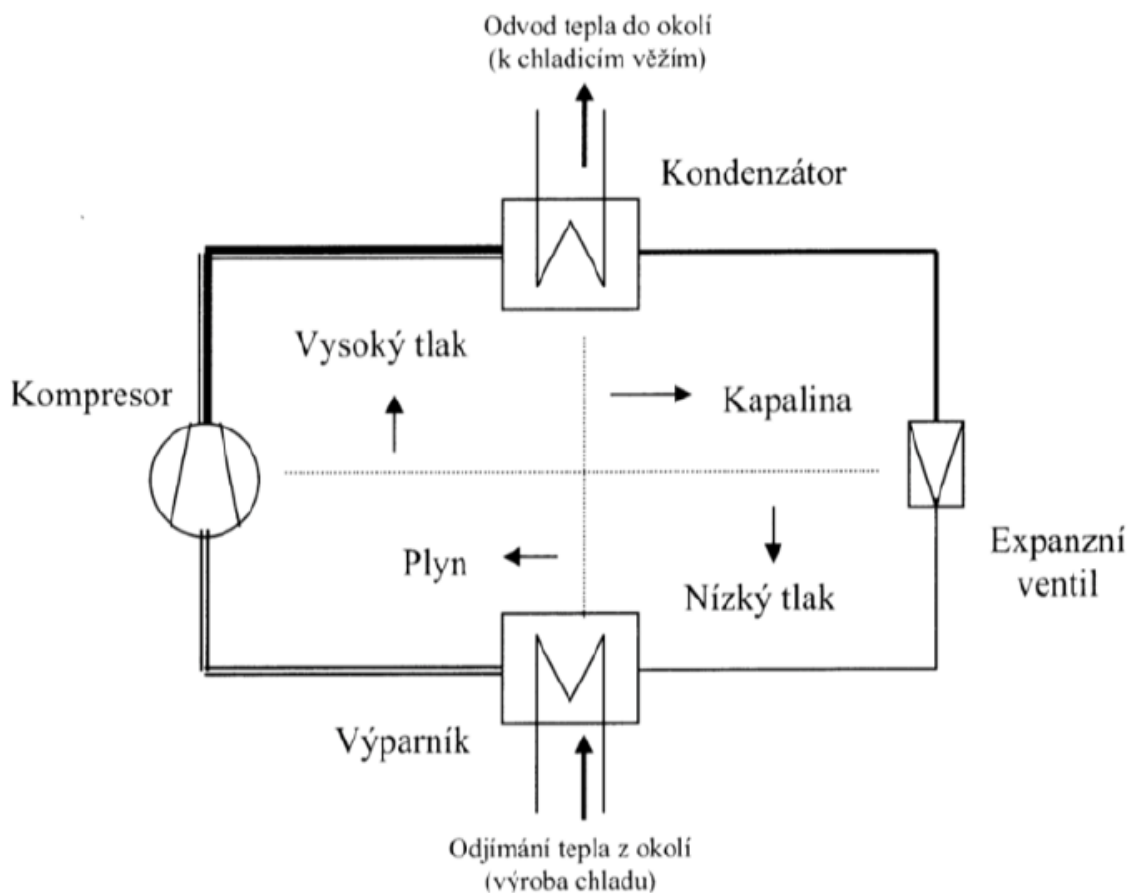
Pro provoz klimatizačních zařízení, která jsou součástí vzduchotechnického systému, je důležitá výroba chladu, kterou zajišťují zdroje chladu. Projekt chlazení zpracovává profese chlazení, která v praxi často projektuje i vytápěcí soustavu. [7; 23]

Dělení podle teplotních látek a dle způsobu úpravy vzduchu bylo popsáno již v kapitole VZT u části chladičů. Jelikož se pro chlazení ve VZT systémech uvnitř zdravotnických budov (nemocnic) nejčastěji používá kompresorové zařízení chladu, bude tato podkapitola věnována tomuto způsobu. [7]

Princip spočívá v nasávání par chladiva z výparníku přes kompresor, které jsou kompresí stlačeny na tzv. kondenzační tlak. Tím dochází ke zvyšování teploty par, jež jsou vedeny do kondenzátoru, ve kterém jim chladicí kapalina odebere teplo a dojde tak k jejich kondenzaci. Kapalné chladivo z kondenzátoru pokračuje k expanznímu ventilu, kde se sníží jeho teplota a tlak. Při nízké teplotě a tlaku se ve výparníku chladivo vypařuje, přičemž odebírá chlazené kapalině teplo. Teplo je odebíráno buďto pomocné kapalině, nebo přímo vzduchu. Teplo je z kondenzátoru odváděno nejčastěji do venkovního prostředí. [23]

Při využívání přímého výparníku (chladivo/vzduch) je zdrojem chladu kondenzátorová jednotka. Pokud výparník ochlazuje teplotonosnou látku (např. vodu), tak se tento druh zdroje chladu označuje jako zdroj chladné vody. [23]

Ve vzduchotechnických systémech provozovaných v prostorách nemocnic se nejčastěji využívají kompresorová zařízení chladu. [7]

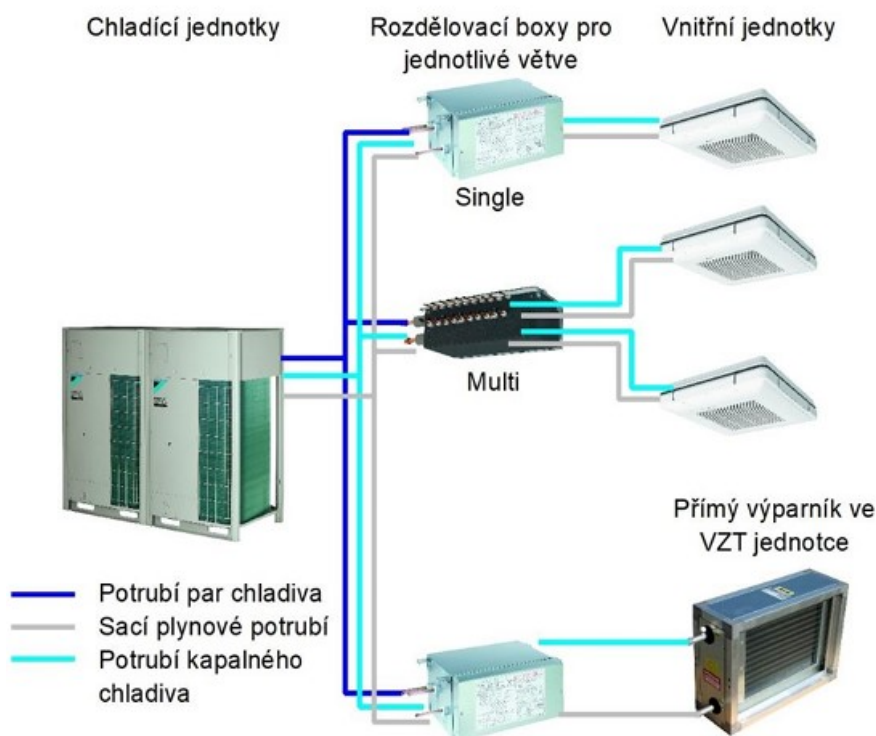


Obrázek 19 Schéma kompresorového zařízení chladu [35]

Kompresorové zařízení se skládá z těchto základních částí:

- **chladicí jednotka** – provedena v kompaktním soustrojí. Skládá se z výparníku, kondenzátoru, kompresoru, regulačních armatur a potrubí,
- **chladicí věž** – slouží k ochlazení vody v kondenzátorovém okruhu chladicích jednotek. Prostřednictvím proudícího vzduchu věž odebírá teplo vodě v okruhu,
- **chladiwa** – tyto látky obíhají v okruhu jednotky a prostřednictvím změn ve skupenství přenášejí teplo. Mezi chladiwa patří etan, etylén, propan, čpavek nebo dříve používané freony,
- **teplonosné látky** – slouží k přenášení chladu mezi výparníkem a spotřebičem a rovněž mezi kondenzátorem a chladicí věží,
- **rozvodné potrubí** – slouží k přenosu tepla vodou mezi spotřebičem a zdrojem chladu. Oběh je zajištěn pomocí čerpadel a regulačních armatur,
- **spotřebič chladu** – ve VZT se jedná o chladiče klimatizačních jednotek. [7]

V nemocnicích se využívá jak centrálních jednotek chladu pro rozsáhlé VZT rozvody (řízené nadřazenou regulací), tak i lokálních jednotek, které slouží pro dochlazování menších prostor, např. ordinací (řízeny přímo uživateli).

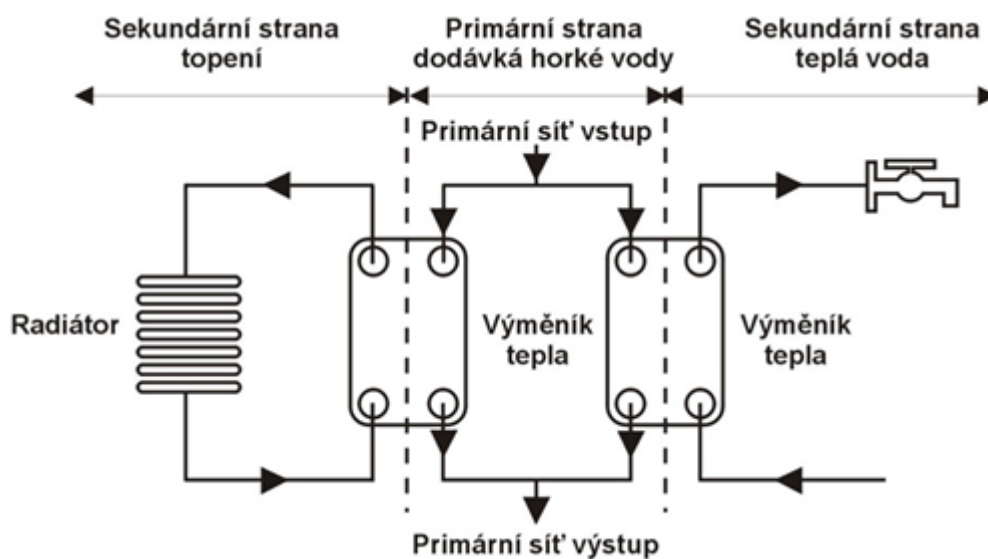


Obrázek 20 Ukázka zapojení centrálního systému chlazení [36]

1.5 Vytápění

Pro funkční a ekonomicky nenáročný provoz vytápění je důležité navrhnout a nastavit veškeré části otopné soustavy tak, aby jejich chod byl bezproblémový a plynulý. Vytápěcí soustavy pro budovy nemocnic nejčastěji používají jako teplonosnou látku vodu, např. z horkovodu nebo teplovodu. Z hlediska umístění zdroje tepla a jeho umístění rozlišujeme tyto vytápěcí soustavy:

- **lokální** – zdroj tepla je umístěn v místnosti, kterou vytápí (např. topidla),
- **ústřední** – zdroj tepla je umístěn mimo vytápěnou místnost (např. technická místnost), značí se zkratkou ÚT,
- **dálkové** – tepelný zdroj je umístěn mimo vytápěnou budovu (např. větší kotelna),
- **centralizované zásobování teplem (CZT)** – podobný dálkovému vytápění, ale připravuje navíc i teplou vodu (TV) pro umývání apod. [12]



Obrázek 21 Zjednodušené schéma výměníkové stanice [37]

Výroba topné vody pro nemocnice probíhá převážně přes CZT a proudí prostřednictvím teplovodu až do budovy do tzv. výměníkové stanice, která se nachází v technickém zázemí uvnitř budovy. Úkolem výměníkové stanice je propustit z teplovodu požadované množství tepla a současně upravit jeho parametry tak, aby byly splněny technologické, hygienické a bezpečnostní požadavky. [37]

Soustava vytápění se skládá ze zdroje tepla, trubního rozvodu, armatur, zabezpečovacího zařízení a ze zařízení s teplosměnnou plochou (např. otopná tělesa). Vytápěcí soustava je navrhována projektantem profese vytápění. [12; 38]

1.5.1 Zdroje tepla

Zdroj tepla tvoří základ pro vytápění každého objektu a má zásadní vliv na provozování tepelné soustavy a její ekonomické náklady. V současnosti existuje velké množství zdrojů a paliv, které jsou využívány. [7; 12]

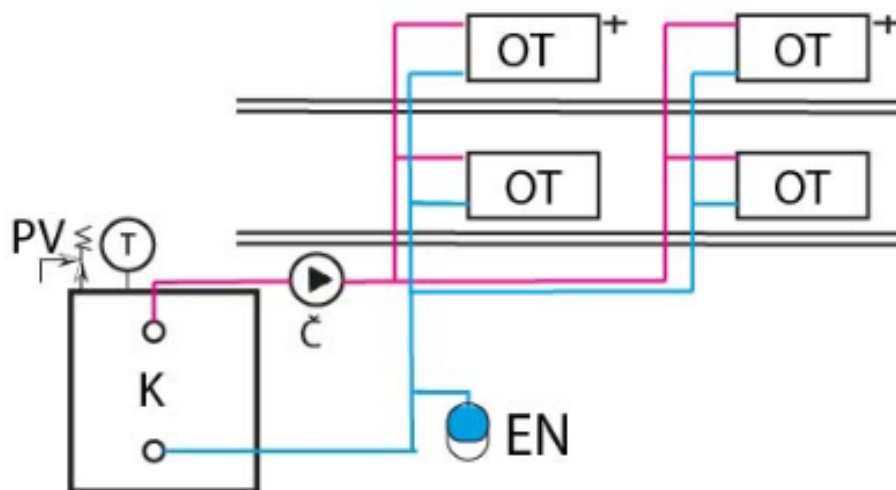
Jako místní zdroje vytápění patří tzv. lokální topidla, do kterých můžeme zahrnout plynová, naftová, elektrická a olejová topidla. Ta se pro vytápění zdravotnických objektů téměř nevyužívají. [7; 12]

Pro vytápění nemocnic se nejčastěji používají zdroje tepla, které zajišťují výrobu tepla z CZT. Teplo je vyráběno v kotlích, které podle spalovaného paliva dělíme na:

- **kotle na plynná paliva** – spalují zemní plyn a jsou nepoužívanějšími kotli,
- **kotle na tuhá paliva** – jako palivo je používáno dřevo, biomasa apod,
- **kogenerace** – kombinovaná výroba elektřiny a tepla (KVET). [12]

Převyšují-li kotle topný výkon nad 100 kW, hovoříme o tzv. kotelnách.

Další zařízení, která mohou být součástí zdroje tepla: oběhová čerpadla (zajišťují distribuci topné vody), expanzní nádoba, měřicí přístroje (tlakoměry, teploměry), centrální rozdělovač a různé armatury pro vypouštění a napouštění vody nebo armatury pojistné a regulační (např. směšovací). [12]



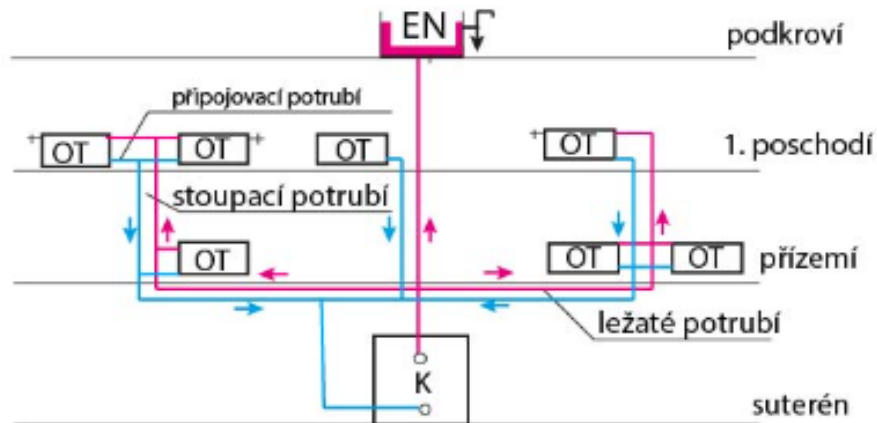
Legenda: K - kotel, PV pojistný ventil, Č - oběhové čerpadlo, EN - expanzní nádoba, OT - otopné těleso

Obrázek 22 Ukázka zapojení otopné soustavy [upraveno z 38]

1.5.2 Rozvodné potrubí

Základními částmi potrubního rozvodu je potrubí výstupní vody (topné) a potrubí vratné (ochlazené) vody. V otopné soustavě tvoří potrubí uzavřený okruh mezi kotlem a otopnými tělesy. [12]

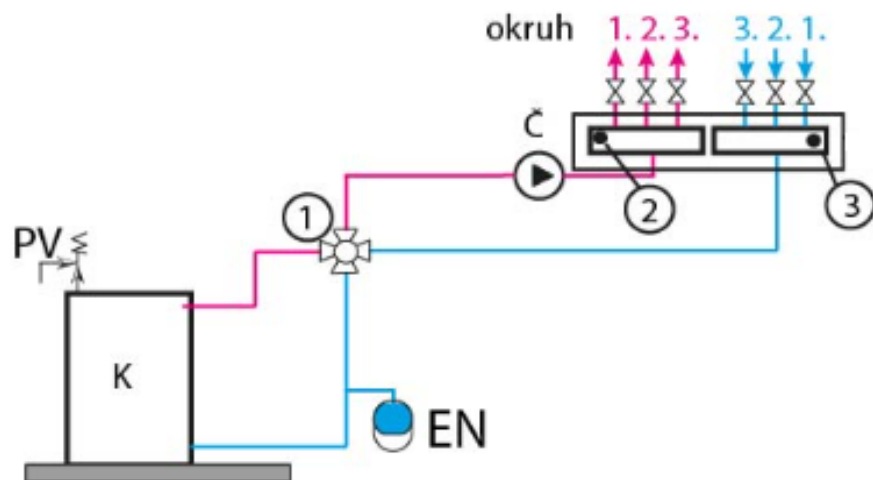
Podobně jako u zdravotně technických instalací rozlišujeme potrubí ležaté, svislé (stoupací) a přípojovací. [38]



Obrázek 23 Části rozvodu ústředního topení [38]

1.5.3 Armatury na potrubí

Slouží pro zajištění provozuschopnosti rozvodu. Patří sem veškeré kohouty a ventily, které slouží pro uzavírání, vypouštění a regulování průtoku vody v soustavě vytápění. Jsou zde zařazeny rozdělovače, které sdružují výstupní (topnou) vodu a sběrače, jenž sdružují vratnou (ochlazenou) vodu. Dále pak upevňovací prvky a různé druhy izolací. [12]



Legenda: K - kotel, PV - pojistný ventil, EN - expanzní nádoba,
1 - čtyřcestný ventil, Č - oběhové čerpadlo, 2 - rozdělovač, 3 - sběrač

Obrázek 24 Příklad zapojení armatur v otopné soustavě [upraveno z 38]

1.5.4 Otopná tělesa

Slouží pro přenesení tepla do požadovaného prostoru. Otopná tělesa předávají teplo přes teplosměnné plochy, a to sáláním nebo přirozeným prouděním vzduchu. Topná voda se v tělesech ochlazuje a předává tak teplo do vnitřního prostoru vytápěné místnosti. [12; 38]



Obrázek 25 Princip výměníku tepla [38]

Svým principem představují tzv. výměníky, jenž slouží pro předávání tepla z jedné teplosměnné látky do druhé a tvoří tak nejdůležitější část otopné soustavy. [12; 38]

Na otopných tělesech se osazují rovněž různé armatury, které mohou sloužit pro uzavření přívodu tepla, regulace průtoku topné vody, odvzdušnění soustavy apod. [12]

1.5.5 Zabezpečovací zařízení

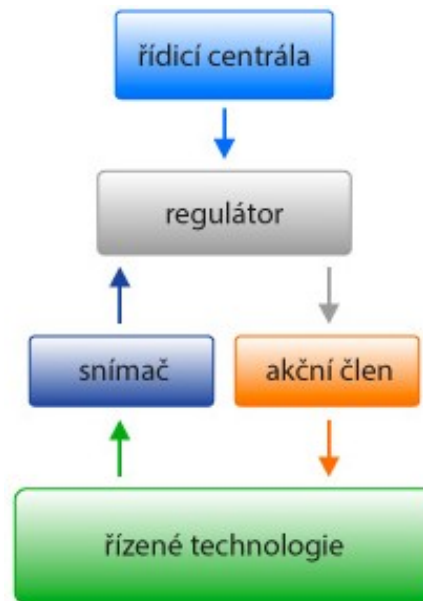
Tvoří nezbytnou součást otopné soustavy, neboť bez něj by nemohla být uvedena do provozu otopná soustava. V teplovodních soustavách jej prezentuje pojistné zařízení, které chrání otopnou soustavu před vyšším tlakem. Dalším zabezpečovacím zařízením je tzv. expanzní nádoba, která vyrovnává objemové změny vody vlivem teploty a chrání tak soustavu před nedostatkem vody. [7; 12; 38]



Obrázek 26 Expanzní nádoba a pojistný ventil (shora) [39]

1.6 Měření a regulace

Vzhledem k tomu, že náklady na energie stále rostou, tak se tento obor stal významným článkem pro navrhování a provozování technologií v prostředí budov. Obor (profese) měření a regulace (MaR) zahrnuje elektrické instalace technologických zařízení, za účelem zajištění jejich automatického a nízkonákladového provozu, který je zajišťován vhodnou algoritmizací programovatelných logických automatů, tzv. PLC. [40]



Obrázek 27 Princip MaR [41]

V praxi je pro tyto automaty používána anglická zkratka PLC. Logické automaty mají na starosti nejen ekonomický, technologický a bezpečný chod provozovaných technologií na základě vytvořeného programu, ale zároveň umožňují jejich vzdálenou správu a vizualizaci po internetu, např. na počítač, mobil apod. Místo, do kterého jsou veškerá data vzdáleně přenášena, se nazývá dispečink (řídicí centrála) nebo také SCADA. [40]

Mezi základní technologické celky, které systém MaR spravuje a řídí, patří: vytápění, vzduchotechnika, chlazení, osvětlení apod. Dále může systém MaR sloužit jako integrátor bezpečnostních technologií, jako jsou poplachové zabezpečovací a tísňové systémy (PZTS) a systémy elektrické požární signalizace (EPS). Propojení polní instrumentace nebo technologických zařízení do PLC lze realizovat prostřednictvím vstupů a výstupů nebo formou komunikačních rozhraní, kterými regulátor (PLC) disponuje. [7; 42]

Základ systému měření a regulace tvoří řídicí systém, polní instrumentace a software pro vzdálenou správu a sběr dat. Profese MaR navrhuje systém podle požadavků ostatních profesí TZB v nemocnici. [43]

1.6.1 Řídicí systém

Skládá se ze samotného PLC, které představuje hlavní řídicí jednotku. Dále jej tvoří různá komunikační rozhraní a rozšiřujících moduly PLC, které navyšují počet vstupů a výstupů (I/O) do PLC, jenž umožňují připojení dalších částí polní instrumentace a technologických zařízení. [43]



Obrázek 28 Propojení PLC s dalšími zařízeními [44]

Signály pro vstupy/výstupy (I/O) využívají jak stejnosměrný proud (angl. zkratka DC), tak i proud střídavý (angl. zkratka AC).

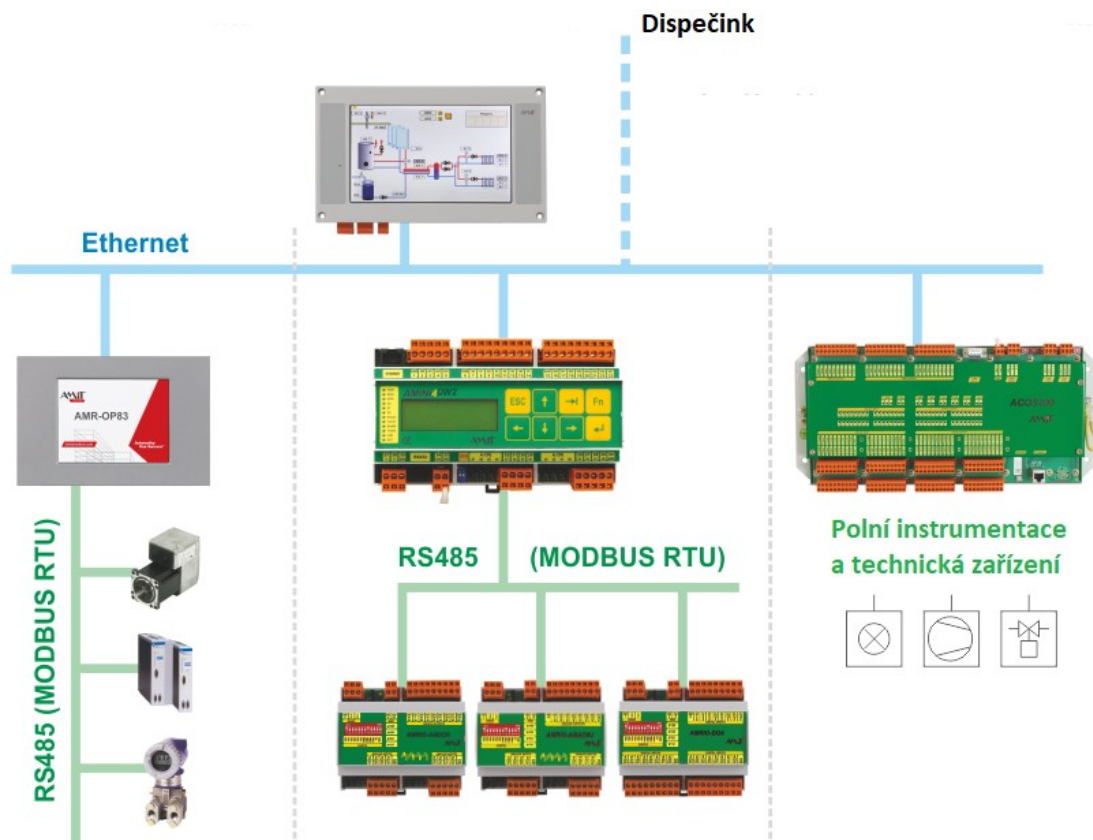
Vstupy a výstupy

Zatímco vstupy slouží pro sběr informací z polní instrumentace a ostatních zařízení, tak výstupy slouží pro jejich řízení. Rozlišujeme analogové vstupy/výstupy (AI/AO) a digitální vstupy/výstupy (DI/DO). V praxi se pro jejich označení používá anglických zkratk. [44]

- **analogové vstupy (AI)** – používají se pro měření teploty (např. Ni1000, PT100), měření tlaku (0-10 V či 4-20 mA) atd.,
- **digitální vstupy (DI)** – využívají se pro jednostavové informace např. chod/porucha zařízení (24 V, 230 V nebo bezpotenciálový kontakt),
- **analogové výstupy (AO)** – jedná se o řídicí signály (0-10 V, 4-20 mA a 0-20 mA) pro ovládání např. poloh ventilů a klapek přes servopohon nebo pro řízení výkonu technologických zařízení (kotle, kogenerace apod),
- **digitální výstupy (DO)** – využívají se signály (24 V, 230 V) pro ovládání např. čerpadel (zapnuto/vypnuto) nebo uzavíracích klapek (otevřeno/zavřeno) apod. [43]

Komunikační rozhraní

Tvoří podstatnou část řídicího systému, která umožňuje přenášení dat z PLC do jiného zařízení např. uživatelského počítače nebo do jiného PLC. Mezi nepoužívanější komunikační rozhraní patří RS-232, RS-485 a Ethernet. Po nich jsou posílány různé komunikační protokoly, např. BACnet, Modbus RTU, Modbus TCP, M-Bus apod. [43]



Obrázek 29 Ukázka komunikace s PLC firmy AMiT [upraveno ze 45]

Komunikační rozhraní mohou sloužit i pro připojování polní instrumentace a regulačních zařízení včetně ovládání ostatních zařízení (např. čerpadel, frekvenčních měničů apod).

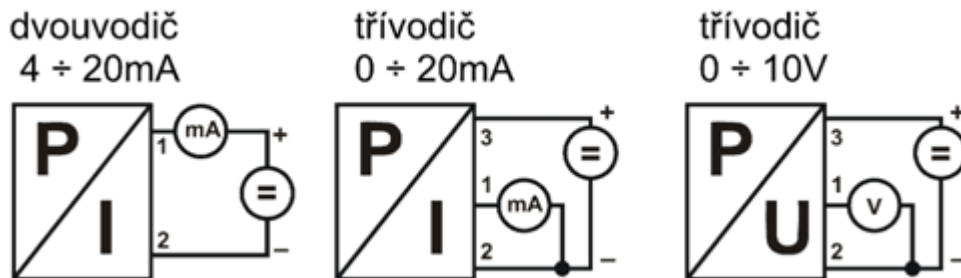
1.6.2 Polní instrumentace

Správného měření a regulace technologií je dosaženo prostřednictvím polní instrumentace, která zahrnuje veškerá měřicí a regulační zařízení. Umístění prvků probíhá v koordinaci s projektanty např. VZT, chlazení, vytápění apod, kteří zároveň určují požadavky na technologické parametry, jež je nutno systémem MaR vyhodnocovat nebo získat.

Měřicí zařízení

Mezi měřicí zařízení jsou zahrnuty veškeré prvky, které vyhodnocují parametry hlídaných technologií, jako jsou venkovní teplota, teplota teplé vody, tlak v otopné soustavě,

proudění vzduchu, detekce plynů, výška hladiny apod. Podle účelu měření, existují různá provedení, krytí a elektrická zapojení. Např. u měření teploty ve vytápění, rozlišujeme provedení teplotního snímače jako jímkové, krabičkové nebo kabelové.



Obrázek 30 Varianty elektrického zapojení snímače tlaku [46]

Regulační zařízení

Představují v automatizaci akční člen, který provádí zásah do regulované soustavy na základě požadovaných parametrů a informací získaných přes měřicí zařízení. [43; 47]

V technologických instalacích je reprezentují tzv. regulační armatury, do kterých patří převážně ventily a klapky. Nezbytnou součástí těchto zařízení tvoří servopohon, který je dle požadavků na regulaci umožňuje řídit. Servopohony v MaR rozdělujeme podle způsobu jejich řízení na:

- **dvoubodové** – neboli dvoustavové, používají se řídicí signály 24 V a 230 V,
- **tříbodové** – prezentují tři stavy (otevřítá/stop/zavírá) např. u trojcestných ventilů nevyžadující spojitou regulaci, řídicí signály 24 V a 230 V,
- **spojité** – plynulá regulace, např. otevření ventilu na 50 % = 5 V, používají se signály napěťové (0-10 V) a proudové (4-20 mA). [43; 48]

Řízení regulačních zařízení může probíhat přímo z výstupů PLC nebo prostřednictvím spínacích prvků (např. relé, stykač). Dále může být využito převodníků signálů (např. převodník signálu 0-10 V na 4-20 mA). Vždy závisí na konkrétním PLC.

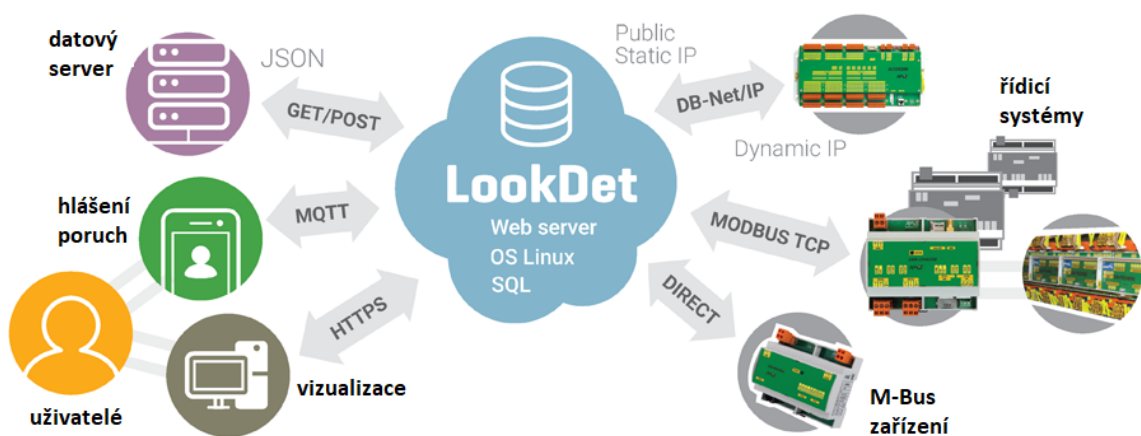
1.6.3 Vzdálená správa a sběr dat

V praxi je často používána anglická zkratka SCADA. Podle typu řídicího systému se odvíjí i vizualizační software, který veškerá data z PLC přenáší do požadovaného zařízení (např. počítač obsluhy dispečinku). SW bývá instalován na místním serveru (v budově s provozovanou technologií) nebo nejčastěji na vzdáleném serveru (např. cloudový dispečerský systém). [50]

Systémy pro vzdálenou správu a sběr dat obecně neplní funkci řídicího systému pro vybranou technologii, ale je převážně zaměřen na monitorování, parametrizaci a vzdálený dispečerský dohled. Software pro SCADA je z hlediska měření a regulace provozován na vyšším stupni, než je řídicí systém, plní instrumentace, regulační a ostatní technologická zařízení. Komunikace mezi řídicím systémem a serverem dispečerského systému probíhá zabezpečeným protokolem.[49]

SCADA dokáže komunikovat různými komunikačními rozhraními a protokoly. Jelikož umožňují vzdálený přístup a dohled technologického zařízení přes internet, tak je možné technologii spravovat z jakéhokoliv zařízení s přístupem k internetu. Programy umožňují vytvoření několika uživatelských přístupů, u kterých lze nastavit podmínky jednotlivých uživatelských účtů, jako např. různá omezení, zákaz apod. [49]

Využití systémů pro SCADA probíhá ve všech sektorech, kde je požadavek na dohlížení, sběr dat a na ukládání provozních stavů (např. VZT, vytápění, chlazení, zabezpečení, docházkové systémy apod). V současnosti jsou tyto systémy instalovány i pro rodinné domy a podílejí se společně s IoT na správné funkci chytré domácnosti. [49]



Obrázek 31 Cloudový dispečerský systém od firmy AMiT [50]

1.7 Silnoproudá elektrotechnika a ochrana před bleskem

Elektrická energie tvoří nejdůležitější část v rámci technických zařízení budov, neboť bez ni by nebyl jejich provoz téměř možný.

1.7.1 Bezpečnost

Hlavním požadavkem na provoz elektrických rozvodných zařízení, tj. elektrické rozvody, rozvodnice, rozváděče, spotřebiče apod, je vyloučení možnosti nahodilého a neúmyslného dotyku vodičů, svorek nebo dalších živých (pod napětím) částí elektrického rozvodu.

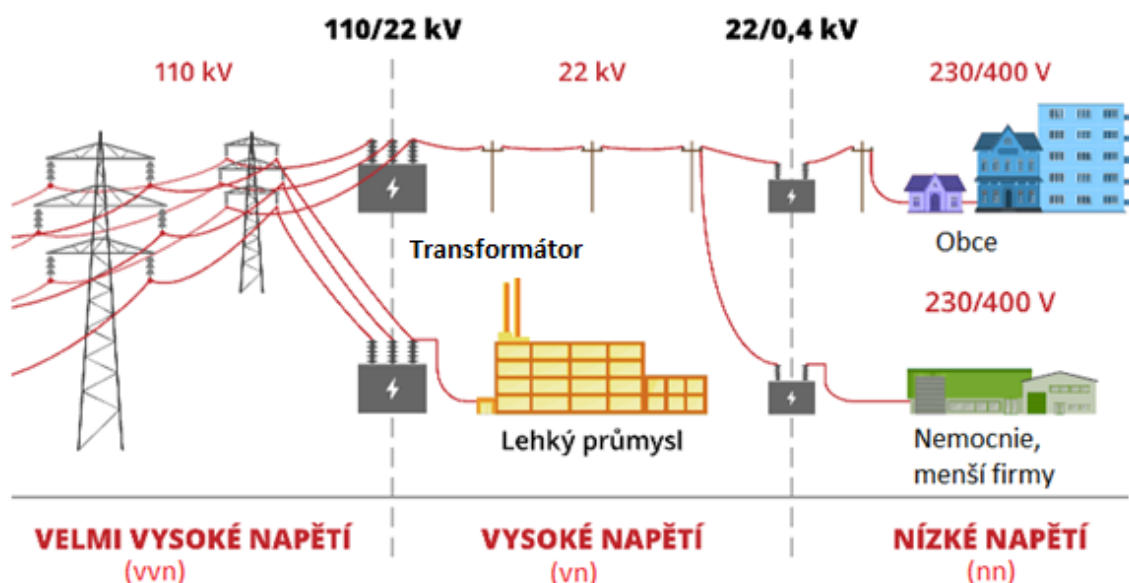
Tímto se zabrání úrazu elektrickým proudem a ohrožení zdraví osob v blízkém okolí. Dalším požadavkem je, aby nedošlo při provozu elektrických zařízení k požáru, výbuchu nebo k jinému ohrožení zdraví a života osob nebo majetku. [51]

1.7.2 Spolehlivost provozu

Silnoproudé rozvody a zařízení musí zajistit přenos elektrické energie v daném čase tak, aby bylo zajištěno její potřebné množství a požadovaná kvalita. Jedná se o zajištění potřebného elektrického příkonu, který spotřebič potřebuje pro svůj provoz. Určité elektrické instalace uvnitř nemocnic vyžadují zvláštní požadavky na provedení elektrických rozvodů, např. zajištění dodávky elektřiny ze záložního nezávislého zdroje elektrické energie. [51; 52]

1.7.3 Distribuční síť

Přenos elektrické energie zajišťuje distribuční soustava, která má tři úrovně používaného napětí. Pro nemocnice jsou instalovány samostatné transformátory 22/0,4 kV, ze kterých je vedeno nízké napětí (nn) přímo do hlavní rozvodny nízkého napětí, v níž se nachází hlavní silový rozváděč, ze kterého jsou vedeny elektrické rozvody do dalších rozvodů uvnitř budovy. [51; 54; 55]



Obrázek 32 Napájecí úrovně v distribuční síti [upraveno z 53]

U vícepatrových budov jsou rozvodny umístěny v každém patře „nad sebou“, a to z důvodu jednoduššího vedení kabelových rozvodů mezi patry. Rozvody jsou vedeny v instalačních šachtách, ve kterých jsou vedeny další inženýrské sítě. Jednotlivé výstupy

patrových rozvoden jsou dále vedeny do podružných rozváděčů a rozvodnic, které jsou určeny např. pro zdravotnická zařízení (magnetická rezonance apod) nebo pro zařízení různých profesí (MaR, VZT, vytápění, PZTS, EPS apod).

1.7.4 Druhy elektrických obvodů v nemocnicích

Silnoproudé rozvody v nemocnicích využívají tři napěťové obvody z hlediska požadavků na zálohu a způsob provedení. V praxi je stále používáno jejich značení, podle již neplatné ČSN 33 2140, která rozlišovala tyto obvody:

- **méně důležité obvody (MDO)** – bez zálohy,
- **důležité obvody (DO)** – zálohované, musí naběhnout do 15 s (dieselagregát),
- **velmi důležité obvody (VDO)** – zálohované, bez přerušení (UPS). [56]

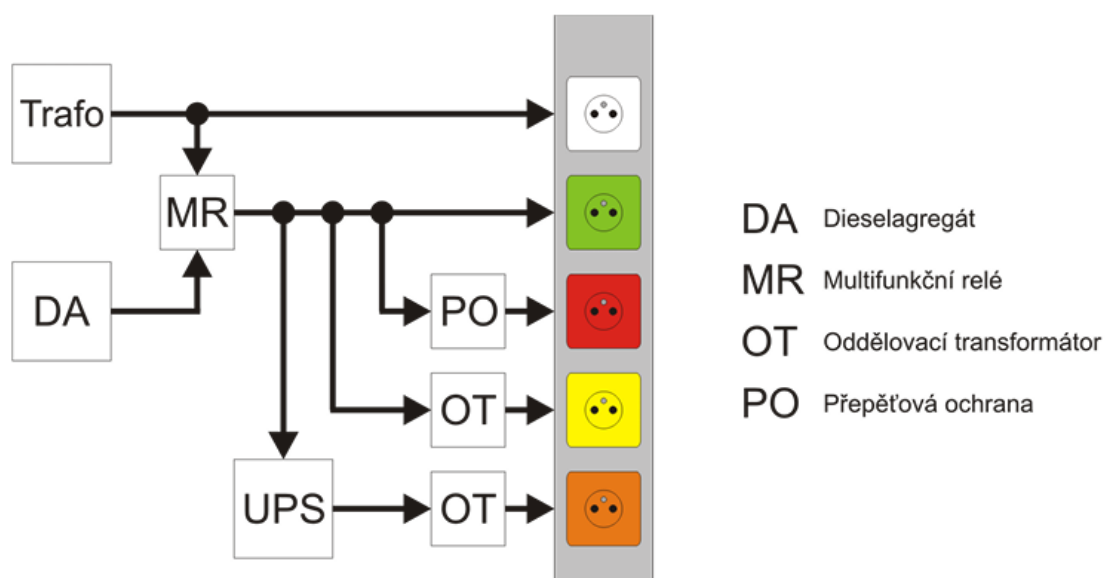
Dále byly definovány prostory, které byly napájené zdravotnickou izolovanou sítí (ZIS), jež se dělily rovněž na DO a VDO. Obvody ZIS fungovaly (byly pod napětím) i při výskytu první poruchy (porucha izolace obvodu). [56]

V nové normě ČSN 33 2000-7-710 se v principu nic nezměnilo, pouze bylo nahrazeno značení MDO, DO a VDO za třídy: více než 15 s (dříve MDO), do 15 s (dříve DO), a do 0,5 s což je prakticky 0 s (dříve VDO). [56]

S využitím dřívější terminologie máme celkem šest druhů obvodů, které se používají v prostorách nemocnice. Rozlišujeme tedy:

- **základní napájení (MDO)** – napájení je provedeno z distribuční sítě a barva pro zásuvky je bílá,
- **základní napájení pro IT (MDO)** – napájení je provedeno z distribuční sítě, zásuvky obsahují přepěťovou ochranu a jejich barva je hnědá,
- **bezpečnostní napájení (DO)** – tyto obvody jsou provozovány v napájecí síti MDO a při poruše napájení dojde k jejich automatickému přepnutí na náhradní zdroj (většinou dieselagregát), barva zásuvek je zelená,
- **bezpečnostní napájení a zdravotnická IT síť (DO-ZIS)** – obvody jsou provozovány v síti MDO ze ZIS podle ČSN 33 2000-7-710, při poruše základního napájení dojde k automatickému přepnutí na bezpečnostní napájení (DO), barva zásuvek je žlutá,

- **doplňující bezpečnostní napájení (VDO)** – tyto obvody jsou napájeny v systému trvalého napájení z výstupu doplňujícího bezpečnostního zdroje UPS, s přepínací jednotkou na záložní bezpečnostní napájení z blízkého rozváděče s DO, barva zásuvek je rudá,
- **doplňující bezpečnostní napájení a zdravotnická IT síť (VDO-ZIS)** – tyto obvody jsou provozovány v systému trvalého napájení z výstupu doplňujícího bezpečnostního zdroje UPS a ze ZIS, s místní jednotkou pro přepnutí na záložní zdroj napájení DO, zásuvky mají oranžovou barvu. [54; 56]



Obrázek 33 Barevné značení zásuvek podle sítí [54]

ZIS je oddělena pomocí oddělovacího transformátoru (viz Obr. 33). Ze zelené zásuvky pro DO jsou napájeny důležité zdravotnické přístroje, které slouží pro zajištění životních funkcí pacientů. Zásuvkové okruhy připojené ze sítě DO-ZIS mají žlutou barvu a slouží pro využití na obzvláště důležitých místech, jako jsou jednotky intenzivní péče, operační sály apod. Podobně je tomu i u zásuvek s oranžovou barvou (VDO-ZIS), na které jsou napojeny nejdůležitější zdravotnická zařízení provozovaná na JIP apod. [54]

Dále jsou z obvodů DO napájena požárně bezpečnostní zařízení (PBZ), která slouží pro signalizaci požáru, únik osob při požáru a omezení šíření plamene. Požadavky na PBZ definuje v technické zprávě projektant, jenž zpracovává dokumentaci a požadavky v tzv. požárně bezpečnostním řešení (PBR). [57]

Obecně jsou požadavky na elektrické instalace ve zdravotnických zařízeních stanoveny příslušnými normami, zákony, nařízeními a vyhláškami, podle nichž je zpracovávána

projektová dokumentace pro veškeré elektrické rozvody uvnitř nemocnice. Projektová dokumentace silnoproudu a ochrany před bleskem je vypracována projektantem profese silnoproud v koordinaci s dotýčnými profesemi (např. vytápění, VZT, MaR, EPS apod).

1.7.5 Ochrana před bleskem a přepětím

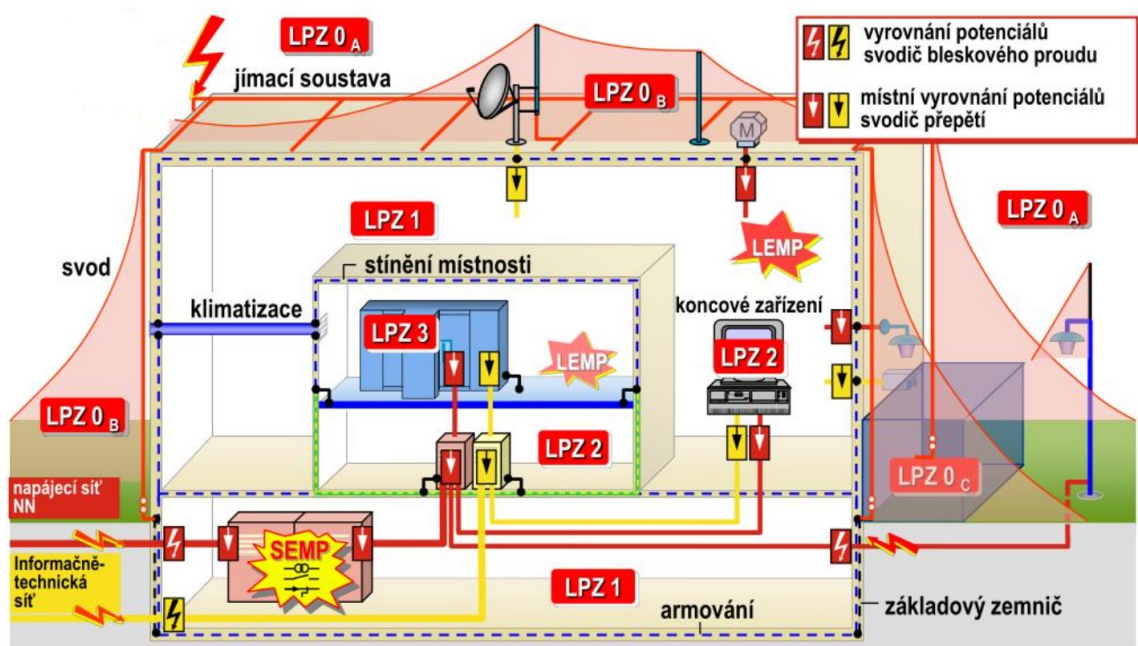
Správně zvolená struktura ochrany před bleskem je nejvhodnější prevencí proti rizikům ohrožující budovy vybavené inteligentními systémy. [58]

„V případě nemocnic je provozuschopnost vybavení budovy a lékařských zařízení absolutní nezbytností, neboť na fungující technice přímo závisí lidské životy. Preventivní ochranná opatření proti účinkům blesku a přepětí jsou životně důležitá. Zároveň je jejich povinnost ukotvena v zákonech a normativních předpisech.“ [58]

Pro vhodný návrh se zpracovává analýza rizik, která posuzuje a hodnotí potenciál ohrožení stavby a zároveň vybírá nejekonomičtější řešení. Rozlišujeme tyto hrozby a rizika:

- **úder blesku do objektu a do inženýrských sítí vstupujících do objektu** – riziko vzniku přepětí, požáru a ohrožení zdraví osob,
- **úder blesku v blízkosti objektu a inženýrských sítí** – riziko vzniku přepětí. [58]

Účinná ochrana před elektromagnetickými bleskovými impulzy je zapracována v principu zón ochrany před bleskem tzv. LPZ, které se dělí na vnější (LPZ 0_A, LPZ 0_B) a vnitřní zóny (LPZ 1, LPZ 2-n a LPZ 3). [58]



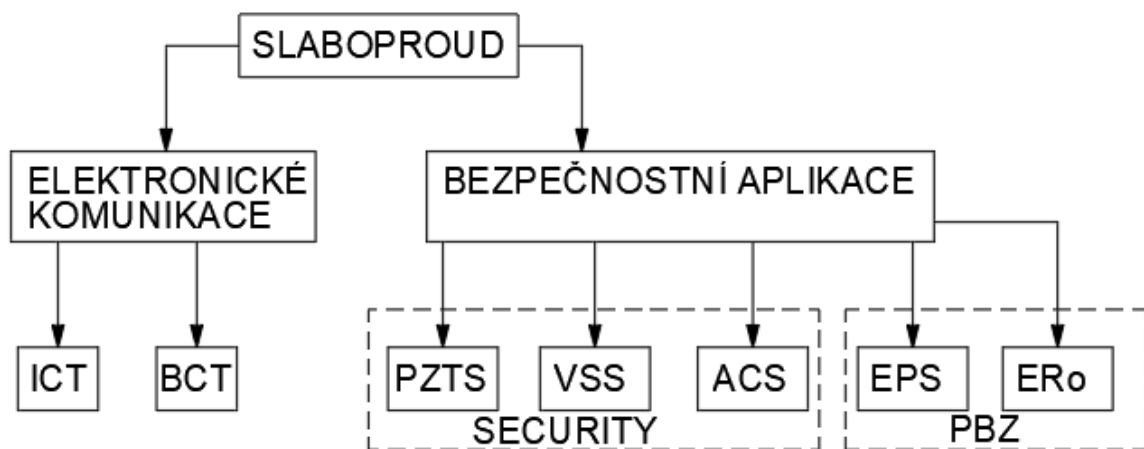
Obrázek 34 Příklad zabezpečeného objektu před blesky [59]

Ochrana před bleskem a přepětím se skládá z jednotlivých součástí:

- **vnější ochrana před bleskem** – systém obsahuje střešní jímač, který je pomocí svodů spojen se zemí, proti zamezení jiskření mezi blízkými vodivými kovovými prvky se používá vodič s vysokonapěťovou izolací (HVI),
- **uzemnění** – tvoří nezbytnou část např. ve formě základového zemniče,
- **základový a/nebo okružní zemnič** – základový zemnič se vkládá do betonového základu, může se kombinovat s okružním zemničem, který se ukládá do zeminy mimo základy budovy a je spojen se základovým měničem,
- **vyrovnání bleskových potenciálů** – koncept tří ochran proti přepětí,
 - **1. stupeň** – svodič bleskových proudů, instaluje se u vstupu do budovy,
 - **2. stupeň** – svodič přepětí, instalace do podružných rozváděčů,
 - **3. stupeň** – svodič přepětí, instalace u spotřebičů apod. [58]

1.8 Elektronické komunikace a ostatní

Elektronické komunikace a ostatní zahrnují veškeré systémy a rozvody, které patří do oblasti slaboproudé (SLB) elektrotechniky. Dříve se používalo označení jako sdělovací technika. V praxi se používá mix českých a anglických zkratk. Dokumentace je zpracovávána projektantem slaboproudu nebo dílčími profesemi SLB. Zpracování projektu pro elektrickou požární signalizaci (EPS) a pro evakuační rozhlas (ERo) probíhá v koordinaci s projektantem PBŘ.



Obrázek 35 Rozdělení slaboproudých instalací [upraveno z 60]

1.8.1 Elektronické komunikace

ICT (angl. Information and Communication Technologies) jsou v praxi reprezentovány systémy, které slouží pro přenos dat, hlasu a videa. Bývají sdruženy do komplexního celku, který tvoří tzv. strukturovanou kabeláž, jež zajišťuje datové rozvody uvnitř budovy. Využívají jak metalickou, tak optickou kabeláž. Dle požadavků ostatních profesí (MaR, EPS atd.) zajišťují jejich propojení do vnitřní a venkovní sítě přes internet. [60]

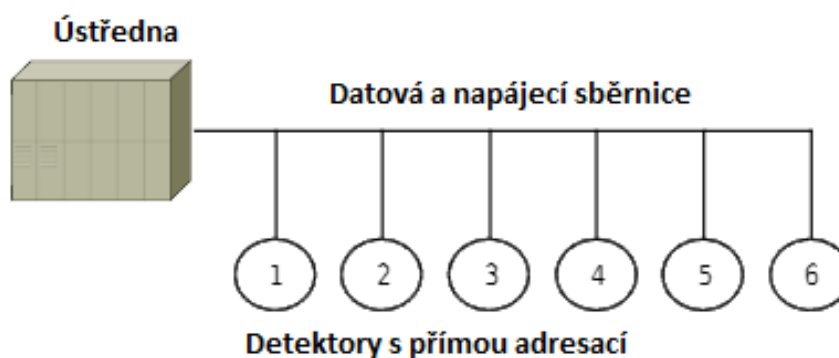
BCT (angl. Broadcast and Communication Technologies) představují systémy pro přenos rozhlasového a televizního vysílání (např. společnou televizní anténu - STA). [60]

1.8.2 Bezpečnostní aplikace

Tyto systémy můžeme rozdělit na bezpečnostní systémy (security) a na systémy, které slouží jako požárně bezpečnostní zařízení. PBZ musí splňovat požadavek na funkčnost při požáru. Systémy kontroly vstupu, PZTS a EPS je možné společně integrovat např. do systému MaR. [60]

Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy

PZTS tvoří komplexní zabezpečovací celek, který se skládá z detektorů pohybu, ústředny, přenosových prostředků a ze signalizačních a ovládacích zařízení. Detektory mohou být s ústřednou propojeny prostřednictvím elektrických kabelů nebo bezdrátově za pomoci rádiového modulu. V aplikacích pro nemocnice bývá využito sběrníkového připojení přes rozhraní RS-485, které umožňuje přímou adresaci a napájení detektorů. [61]



Obrázek 36 Sběrníková ústředna [upraveno z 62]

V nemocnicích jsou na systém PZTS kladeny nejčastěji tyto požadavky:

- **prostorová ochrana** – nejčastěji bývá instalována do prostor strojoven (vytápění a VZT), elektrických rozvodů a v místnosti se serverem.

- **tísňové hlášení** – nejčastěji je použito hlásičů, které mohou být ovládány prstem a jsou skrytě instalovány pod desky stolů a pultů v prostorách recepcí, vyšetřovných a na pracovištích sester.

Dohledové videosystémy

V současnosti se používá anglická zkratka VSS (Video Surveillance System). Dříve značeno jako uzavřený televizní okruh (Closed Circuit Television = CCTV), jenž se v praxi stále vyskytuje. VSS se skládá z kamerového vybavení, úložiště, monitorovacího a souvisejícího zařízení pro přenos obrazu a ovládání. [63]

Mezi nejčastější požadavky na VSS v nemocnicích patří sledování pohybu osob, v okolí budovy, zejména před vchodem. Ve vnitřních prostorách bývá pohyb osob sledován na schodištích a chodbách před výtahy. Pro nové instalace se používají IP kamery s denním a nočním režimem a elektrickým napájením přes PoE (angl. Power over Ethernet). V denním režimu bývá kamerami pořizován obraz barevný a v nočním režimu zase černobílý.

Instalace kamer tvoří samostatnou datovou síť. Kamerový záznam bývá pořizován ze všech kamer. Monitorovací pracoviště bývá na recepci nemocnice a na centrálním dispečerském pracovišti. Sledování záznamu z kamer je umožněno určeným pracovníkům.

Systémy kontroly vstupu

V praxi je používána anglická zkratka (Access Control System = ACS). ACS slouží pro zabezpečení přístupu do určitého prostoru, většinou jde o umožnění vstupu oprávněným osobám a s různými časovými intervaly. ACS mohou sloužit i jako docházkové systémy pro zaměstnance nemocnice. [64]

Zařízení ACS jsou osazena u vchodů a východů do objektu. Ve vnitřních prostorách bývá instalován u východů z chodeb, v prostoru výtahů, schodišť a na vstupech do lůžkových oddělení. Dále bývá systém instalován u vstupů do šaten personálu a do technických místností, jako je např. serverovna, elektrická rozvodna, strojovny apod.

Elektrická požární signalizace

Hlavním úkolem elektrické požární signalizace (EPS) je včasné oznamování požáru za pomoci hlásičů požáru. Ústředna EPS zpracovává signály z jednotlivých hlásičů. Ústředna je provozována v režimu den a noc. Při denním režimu je přítomna obsluha, která v případě signálu požáru má určitý čas na prověření situace. Pokud není obsluhou poplach

odvolán, tak EPS povolá pomocí dálkového přenosu jednotku požární ochrany. Při nočním režimu je jednotka požární ochrany přivolána okamžitě. [65]

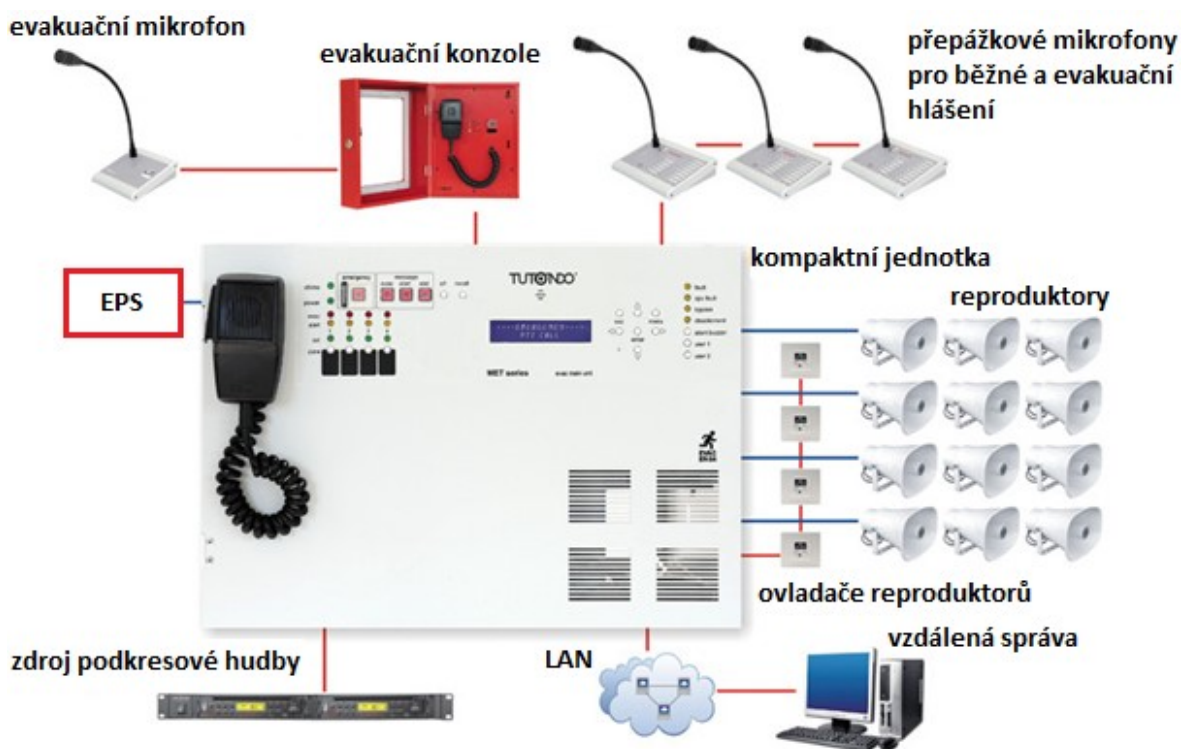
Nejčastěji systém EPS v nemocnicích v případě požáru aktivuje: poplachový a evakuační rozhlas, vypnutí VZT jednotek provozního větrání včetně uzavření požárních klapků na VZT potrubí, uvolnění elektromagnetů požárních dveří, uzavření požárních rolet včetně rozsvícení nouzového osvětlení.

Systém EPS zároveň monitoruje polohy požárních klapků (otevřeno/zavřeno). Napájení EPS ústředny bývá zálohováno akumulátory, které zajišťují provozuschopnost i při výpadku napájení po dobu 24 hodin (15 min při poplachu). Hlásiče kouře jsou zpravidla napájeny vlastními akumulátory s výdrží minimálně 24 hodin.

Evakuační rozhlas

Evakuační rozhlas je nouzový zvukový systém, který slouží k uspořádané evakuaci obyvatel v nouzových situacích. Evakuační rozhlas podléhá ČSN EN 54-16 a jeho montáž se řídí Vyhláškou 246/2001. [66]

ERo pracuje společně se systémem EPS, kdy na základě signálu z EPS ústředny probíhá vyhlásování požárního poplachu a pokynů pro evakuaci objektu.



Obrázek 37 Ukázka systému ERO [upraveno z 66]

2 VAZBY VÝZNAMNÝCH PROFESÍ TZB NA MAR VČETNĚ BEZPEČNOSTNÍCH SYSTÉMŮ

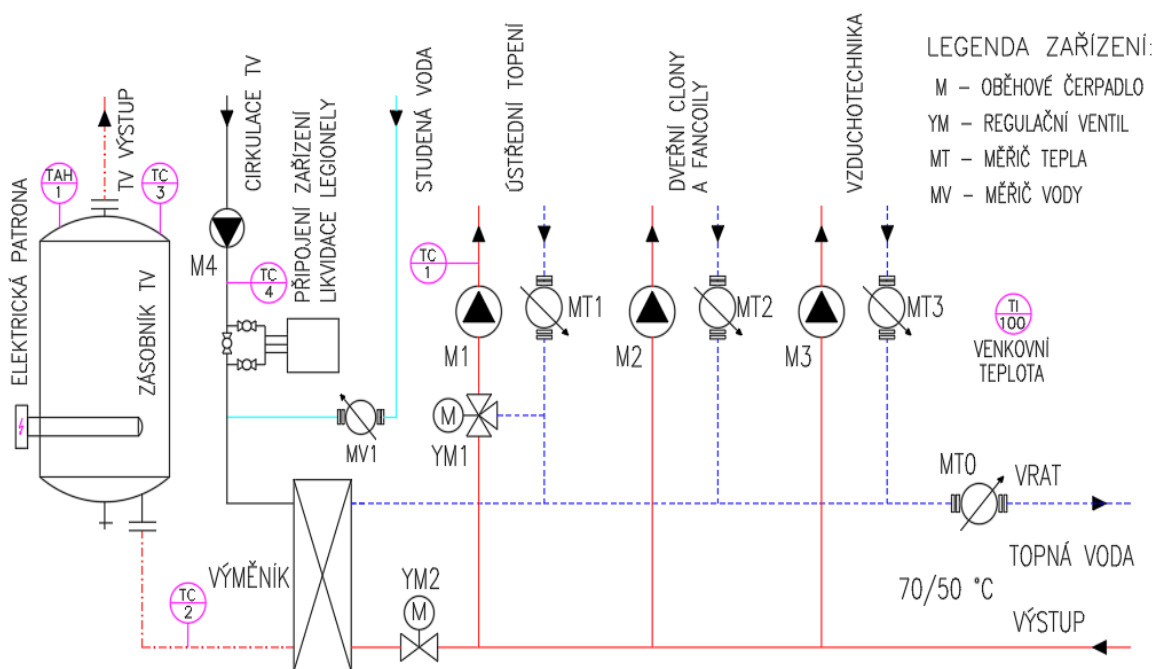
Aby bylo možné zajistit snížení energetických nákladů technických zařízení a tím snížit provozní náklady budovy nemocnice, je nutné instalovat do objektu systém MaR, který zajistí automatizovaný a hospodárný chod technologických celků a zařízení.

Nejvýznamnější vazby, které systém MaR v nemocnici navazuje s ostatními profesemi, jsou mezi vytápěním, chlazením a vzduchotechnikou. Vazby reprezentují způsob řízení jejich provozu prostřednictvím regulačních okruhů.

Z hlediska bezpečnostních systémů se využívají vazby mezi systémy EPS a VZT a zároveň mezi EPS a MaR.

2.1 MaR pro vytápění

Vytápění připravuje topnou a teplou vodu. Na schématu (Obr. 38) jsou znázorněny topné větve pro ústřední topení, dveřní clony, fancoily a pro VZT jednotky. Ohřev teplé vody probíhá přes zásobník. Dveřní clony jsou instalovány ve vnitřním prostoru nad automatickými posuvnými dveřmi, které slouží jako vstup do objektu. Jejich úkolem je oddělení venkovního a vnitřního prostoru. Fancoily slouží pro vytápění/chlazení obytných prostor, ve kterých jsou instalovány. Podle provedení přenáší jak teplo, tak i chlad. [48]



Obrázek 38 Zjednodušené schéma výměňkové stanice [vlastní]

Níže uvedené okruhy MaR navazují na schéma výměňkové stanice (viz Obr. 38).

2.1.1 Ekvitermní topný okruh

Ekvitermní regulace stanovuje závislost teploty ústředního topení (TC1) na venkovní teplotě (TI100). Jejich vztah udržuje požadovanou teplotu ve vytápěném prostoru na konstantní hodnotě, která se změnou venkovní teploty nemění. Teplota ÚT (TC1) je regulována přes směšovací ventil (YM1) ve spojení s čerpadlem (M1). Servopohon směšovacího ventilu je řízen z nadřazeného řídicího systému signálem 0-10 V. [48]

Snímač venkovní teploty bývá osazen na venkovní fasádě objektu, zpravidla na severní straně. Snímač teploty ÚT se instaluje do návarku na potrubí. Při absenci návarku se používá krabičkové nebo kabelový provedení na potrubí.

2.1.2 Okruh přípravy teplé vody

Slouží pro ohřev teplé vody (TV). Regulační ventil (YM2) představuje havarijní prvek pro případ, když by na přívodu topné vody do výměňkové stanice došlo k havarijnímu stavu a zvýšila se tak její teplota. Při vyšší hodnotě teploty za výměňkem (TC2) by se regulační ventil uzavřel. Ventil je z řídicího systému řízen signálem 0-10 V. Snímač na výstupu TV (TC3) slouží pro měření teploty v případě, že je TV připravována pomocí elektrické patrony. Termostat teplé vody (TAH1) je nastaven na havarijní teplotu max. 60 °C a při překročení je z řídicího systému blokován provoz elektrické patrony. [48]

Cirkulaci TV zajišťuje čerpadlo (M4) a její teplota je měřena snímačem (TC4). Elektrická patrona slouží jako záložní ohřev TV pro případy, kdy dojde k odstavení topné vody z teplovodu. V nemocnicích bývá elektrický ohřev TV napájen z DO ze zálohovaného napájení. Je doporučeno používat termostaty a snímače teploty v jímkovém provedení.

2.1.3 Okruh pro fancoil jednotky a dveřní clony

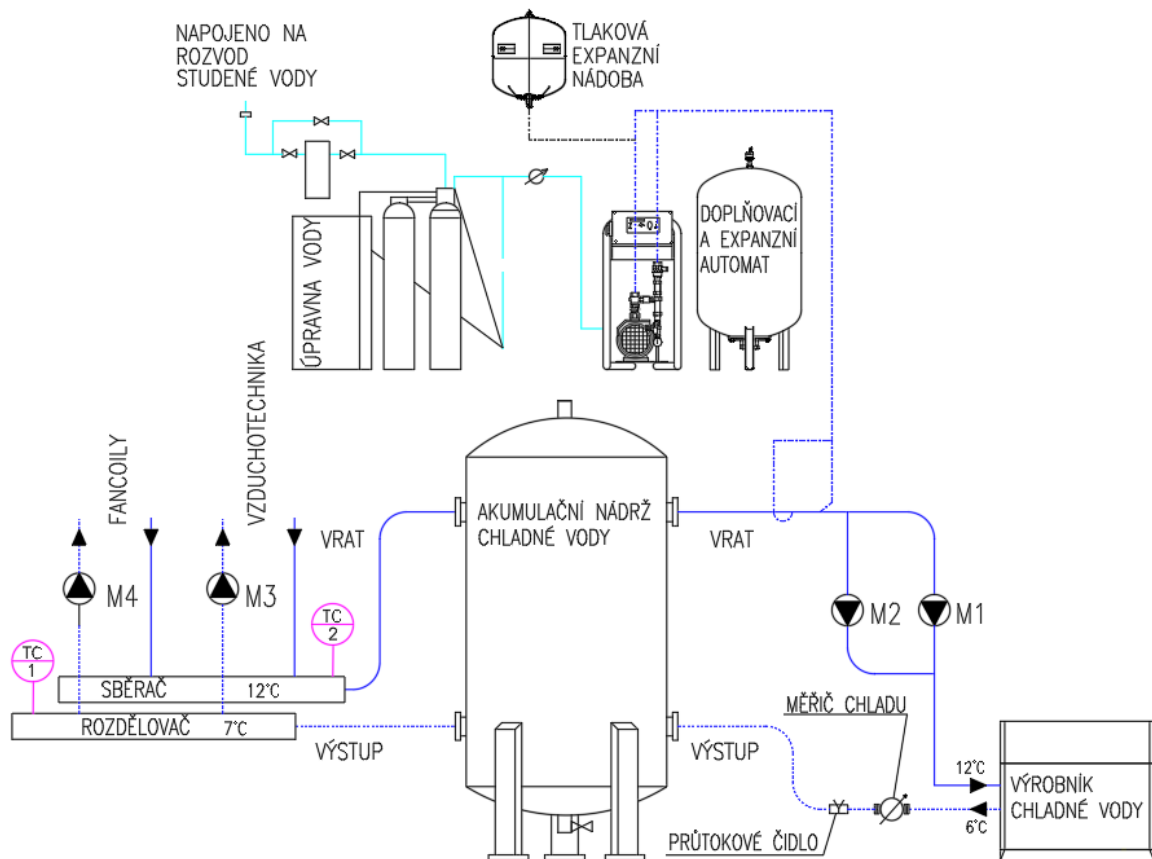
Dle schématu se jedná o neregulovaný okruh, který obsahuje čerpadlo (M2), jež se stará o distribuci topné vody ke koncovým zařízením. Provoz fancoil jednotek a dveřních clon je řízen ručně (obsluhou) v místě jejich instalace nebo z řídicího systému. [48]

2.1.4 Měření spotřeby tepla a vody

Měřiče tepla měří celkovou spotřebu (MT0) a spotřebu jednotlivých větví (MT1 až MT3). Měřič vody (MV1) měří spotřebu studené vody pro vytápění. Hodnoty z měřičů jsou v praxi nejčastěji vyčítány přes komunikační protokol M-Bus do řídicího systému.

2.2 MaR pro chlazení

Profese chlazení připravuje chladnou vodu pro systémy VZT a fancoily. Na schématu (Obr. 39) je znázorněna soustava zdroje chladu, která používá pro chlazení studenou vodu.



Obrázek 39 Příklad zapojení zdroje chladu [vlastní]

Základem soustavy je výrobek chladu, do něhož ústí dvojice čerpadel (M1 a M2), která zajišťují dodávku vratné chladné vody do akumulární nádoby. Z ní je chladná voda vedena do rozdělovače, ze kterého vystupují větve s čerpadly (M3 a M4) chladné vody pro VZT jednotku a pro fancoil jednotky. Fancoil jednotky [23; 35]

V praxi bývá zdroj chladu osazen vlastní regulací a systém MaR zajišťuje jen signalizaci poruchových stavů včetně jeho blokace, a to nejčastěji přes protokol Modbus RTU nebo prostřednictvím vstupů/výstupů z PLC.

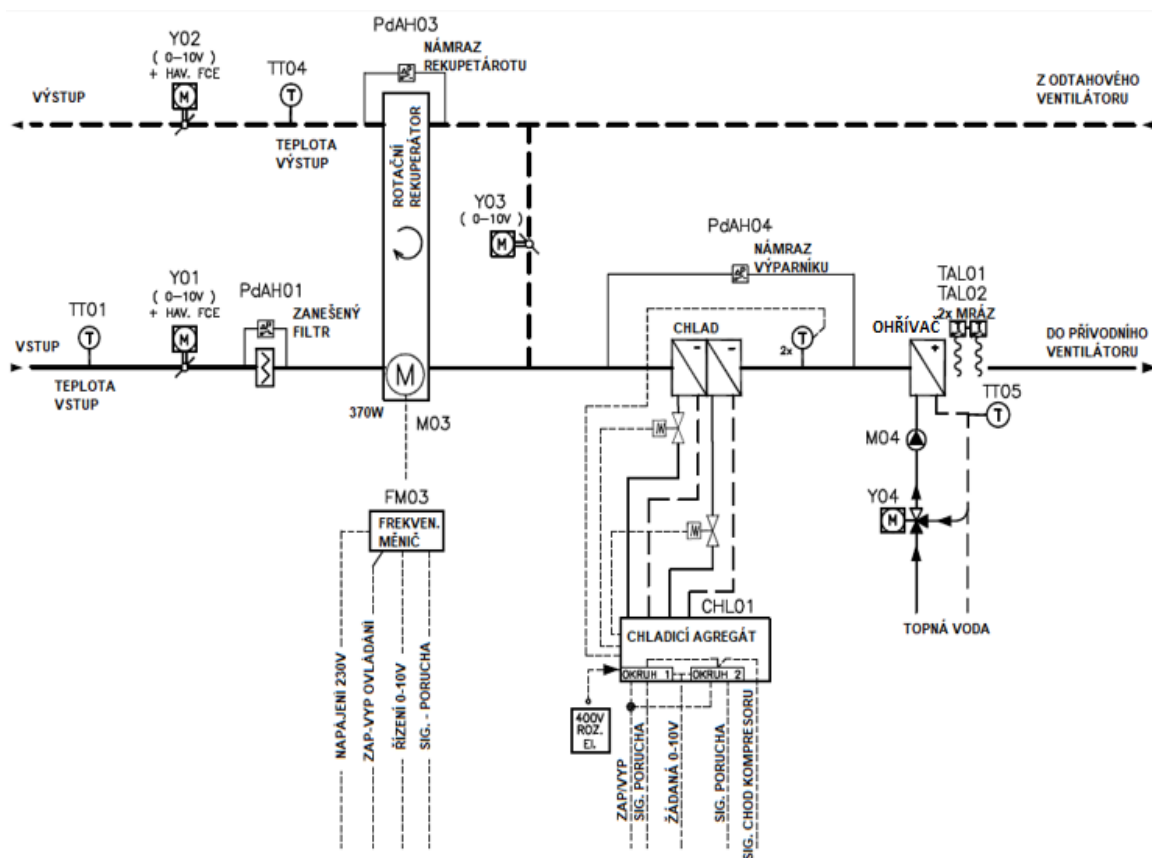
Dále MaR řeší ovládání čerpadel, kontrolní měření teplot na rozdělovači (TC1) a sběrači (TC2) a signalizaci stavů zařízení, jako je např. úpravna vody a kombinace doplňovacího a expanzního automatu. Průtokové čidlo slouží jako havarijní prvek pro blokaci chodu zdroje chladu a je zapojen do jeho vlastní regulace.

2.3 MaR pro VZT

Vzduchotechnické jednotky bývají pro menší aplikace dodávány s vlastní jednoduchou regulací, ale pro rozsáhlejší aplikace např. pro nemocnice, nejsou vyhovující, a proto je výhodnější použít volně programovatelné řídicí systémy. Na schématech je ukázka polní instrumentace MaR, která slouží pro řízení VZT jednotky. [48]

Pro měření a regulaci VZT systému, rozlišujeme druhy větrání na:

- **přetlakové** – brání průchodu škodlivin do větraného provozu (např. hygienické prostory),
- **podtlakové** – zamezuje průniku vzduchu a škodlivin z větraného prostoru do vedlejšího,
- **rovnotlakové** – nejčastější, přívodní a odtahová část je udržována v rovnováze. [48]

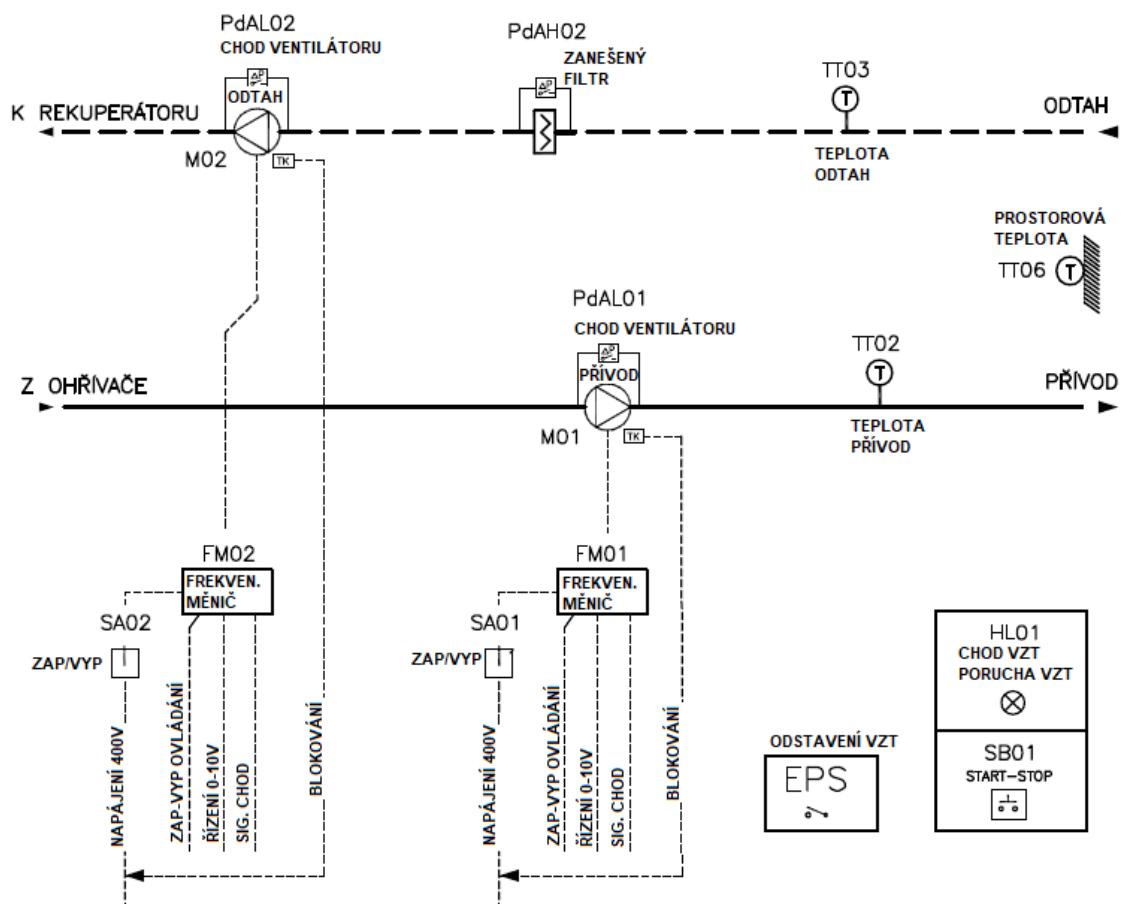


Obrázek 40 První část ukázkového schéma VZT [upraveno ze 48]

Na schématu (Obr. 40) je zobrazena část VZT před rekuperátorem, ve které jsou osazeny teplotní snímače (TT01 a TT04), klapky se servopohonem (Y01 a Y02) a filtr jehož míra zanesení je vyhodnocována diferenčním tlakovým spínačem (PdAH01). Na výstupu

z rekuperátoru je osazena protimrazová ochrana (PdAH03), která slouží jako prevence proti jeho zamrznutí.

Za rekuperátorem (Obr. 40) je osazena cirkulační klapka (Y03) a výměníky pro úpravu vzduchu, jež slouží pro jeho ochlazení nebo ohřev. Vždy záleží na konkrétních požadavcích pro větrané prostory. Pro aplikace, u nichž není požadováno chlazení větraného prostoru, není výměník chlad/vzduch instalován. K výměníku (výparníku) chladu je přívod chladné kapaliny zajištěn ze zdroje chladu (CHL01) a regulován je přes regulační soustavu před výparníkem. Podobně je tomu u výměníku tepla, do něhož vstupuje topná voda ze zdroje tepla, která je řízena přes regulační ventil (Y04) a čerpadlo (M04). Dále jsou na obou výměnících osazeny protimrazové ochrany (PdAH04, TAL01 a TAL02).



Obrázek 41 Druhá část ukázkového schéma VZT [upraveno ze 48]

Poslední část schématu VZT jednotky (Obr. 41) je osazena opět filtrem diferenčního tlaku (PdAH02) a snímači teploty (TT02 a TT03). Důležité prvky tvoří ventilátory pro přívod a odtaž vzduchu, jejichž chod je měřen diferenčními snímači tlaku (PdAL01 a PdAL02). Ventilátory jsou napájeny a řízeny přes frekvenční měniče (FM01 a FM02).

2.3.1 Vstupní a výstupní klapka

Klapky plní uzavírací funkci a měly by být vybaveny havarijní vratnou pružinou, která je při výpadku napájení uzavře. Pokud není požadováno regulování přiváděného vzduchu, tak jsou servopohony klapek dvoupolohové (otevřeno/zavřeno). Pro řízení přiváděného a odváděného vzduchu je nutný servopohon 0-10 V. Otevření klapek je podmíněno chodem ventilátorů. [48]

2.3.2 Filtry

Pro vyhodnocování zanesení filtrů se nejvíce používají diferenční tlakové spínače, jenž snímají statický tlak před a za filtrem a svým kontaktem hlásí překročení nastavené tlakové difference, tj. zanesení filtru. Snímače s analogovým signálem jsou používány výjimečně u filtrů, u kterých je potřeba znát stupeň zanesení. [48]

2.3.3 Cirkulační klapka

Používá se zejména k přepuštění odtahového vzduchu do přívodního, s co nejnižším podílem venkovního vzduchu. Toto řešení se používá pro dosažení efektivnějšího ohřevu nebo ochlazení vnitřního prostoru. Klapka je osazena servopohonem 0-10 V a pokud je otevřena na 100 %, je vhodné snížit otáčky ventilátorů prostřednictvím frekvenčních měničů, čímž dojde k úspoře elektrické energie. [48]

2.3.4 Rekuperace tepla-chladu

Rekuperace rozlišujeme na:

- **rekuperace s deskovým výměníkem** – pro řízení slouží obtok (by-pass) se dvěma klapkami, kde jedna slouží k uzavření obtoku a druhá k uzavření rekuperátoru, ovládané jsou společným servopohonem řízeným 0-10 V,
- **rekuperace s rotačním rekuperátorem** – regulace otáček je realizována přes frekvenční měnič. [48]

Řízení rekuperátoru je provedeno na základě teplot vstupního a odtahového vzduchu. [48]

2.3.5 Okruh ohřevu VZT

Regulace teploty foukaného vzduchu může být provedena třemi způsoby:

- **na teplotu přívodního vzduchu** – podle nastavené žádané teploty přívodního vzduchu je regulován ohříváč na tuto teplotu,

- **na prostorovou teplotu** – ohřívač je regulován podle nastavené teploty v prostoru,
- **na odtahovou teplotu** – používá se, když nelze osadit snímač prostorové teploty z důvodu působení nežádoucích vlivů na prostorový snímač teploty. [48]

2.3.6 Okruh chlazení VZT

Chladicí okruh realizujeme z těchto důvodů:

- **zchlazení větraného prostoru** – přívodní teplota je regulována chladičem na základě požadované teploty v prostoru,
- **odvlhčení prostoru nebo úprava vlhkosti vzduchu** – přívodní vzduch je nutno zchladit pod rosný bod a zároveň chladič regulovat na tento bod, na chladiči se vysráží vlhkost a přes dohřívač je ohříván vzduch na požadovanou teplotu. [48]

2.3.7 Ventilátory

Motory ventilátorů jsou provedeny jako:

- **jednootáčkové** – výkon ventilátoru je neměnný,
- **dvouotáčkové** – možnost volby nižších a vyšších otáček ventilátoru,
- **plynule regulovatelné** – otáčky ventilátorů jsou řízeny prostřednictvím frekvenčních měničů, které lze řídit signálem 0-10 V nebo 4-20 mA. [48]

2.3.8 Regulátory průtoku vzduchu

Místo využití více VZT pro jednotlivé větrané úseky, je možno využít jednu centrální VZT jednotku, na jejíž odbočky do jednotlivých větraných prostor se osazuje regulátor průtoku vzduchu. Tento způsob je lepší z důvodu nižších provozních nákladů, avšak v České republice se tento systém moc neujal. Regulátor průtoku je složen z regulační klapky se servopohonem řízeným signálem 0-10 V. Dále je regulátor osazen analogovým snímačem diferenčního tlaku, který měří odběry před a za klapkou. [48]

2.3.9 Ovládání vzduchotechniky

Ovládání lze rozdělit na automatické a ruční. V automatickém režimu je VZT spouštěna od teploty, množství CO₂ apod. V ručním je VZT spuštěna uživatelem přes ovládací tlačítka nebo dotykový panel. Při ručním ovládání je používána varianta dvoutlačítka (start/stop). K tlačítkům lze doplnit barevné kontrolky, jež signalizují stav VZT (chod/porucha). [48]

2.4 EPS vazba na VZT

Chování vzduchotechnického systému při vyhlášení alarmu přes EPS určuje projektant PBŘ ve spolupráci s projektantem VZT. Základní principy chování VZT při výskytu požáru. [48]

- Ve větraném prostoru je odstavena technologie vzduchotechniky z provozu,
- VZT je ve větraném prostoru provozována dále, a to z důvodu zajištění životních podmínek pro osoby, jež se vyskytují ve větraném prostoru,
- VZT zůstává při určitých situacích v provozu, ale je vypnuta sekce přívodního vzduchu do větraného prostoru. Sekce odtahu je v provozu, protože odtahový ventilátor slouží pro odvod zplodin z větraného prostoru. [48]

2.4.1 Požární klapky a stěnové uzávěry

Podle způsobu ovládání požárních klapek a uzávěrů rozlišujeme provedení jako samočinné a ovládané systémem EPS.

U samočinných požárních klapek dojde při teplotě 70 °C k vybavení tavné pojistky a klapka se následně uzavře. Jejich poloha je signalizována do EPS nebo do MaR.

Klapky a uzávěry ovládané z EPS jsou zpravidla uzavírány ztrátou napájecího napětí, tj. bez nutnosti přívodu elektrické energie. V praxi řeší jejich napájení a ovládání profese silnoproud, která klapky ovládá na základě signálu z EPS. Napájení je řešeno z důležitých obvodů. Pro každé podlaží budovy, ve kterém jsou osazeny požární klapky a stěnové uzávěry, je definován jeden signál EPS.

2.5 EPS vazba na MaR

U většiny případů nejsou požární klapky a stěnové uzávěry ovládané ze systému MaR, kdežto signalizace jejich poloh je do systému zahrnuta. Způsoby provedení můžeme nazvat jako:

- **primární** – MaR jednotlivé klapky a uzávěry napojuje do svého systému přes kabeláž funkční při požáru a jejich polohy (zavřeno/otevřeno) posílá do EPS,
- **sekundární** – jednotlivé klapky a uzávěry jsou napojeny přímo do ústředny EPS a z ní je např. přes komunikační protokol Modbus RTU přenášena podružná signalizace do systému MaR, ze kterého je následně přenášena na dispečink. [48]

3 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA MAR

Tato část představuje významné zákony, nařízení vlády a vybrané technické normy vztahující se na provoz elektrických zařízení, jež charakterizují požadavky pro měření a regulaci. Jelikož profese MaR patří do oboru elektro, tak jsou zde kladeny nároky nejen na bezpečnost, ale rovněž i na technické provedení elektroinstalace a elektrických zařízení.

3.1 Vybrané zákony a nařízení vlády

3.1.1 Zákon č. 262/2006 Sb.

Představuje zákoník práce, který podle § 349 odst. 1 stanovuje závaznost českých technických norem, kdy jsou právními a ostatními předpisy k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci mimo jiné rovněž i technické předpisy, dokumenty a normy. [67]

3.1.2 Zákon č. 250/2021 Sb.

Pojednává o bezpečnosti práce v souvislosti s provozem vyhrazených technických zařízení a o změně souvisejících zákonů, jenž v § 19 stanovuje odbornou způsobilost k výkonu činností osob, které provádějí obsluhu a práci na elektrických zařízení bez napětí a pod napětím. [68]

3.1.3 Nařízení vlády č. 591/2006 Sb.

Uvádí minimální požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích. [69]

3.1.4 Nařízení vlády č. 190/2022 Sb.

Nařízení vlády pojednává o vyhrazených technických elektrických zařízeních a požadavcích na zajištění jejich bezpečnosti, v němž jsou zejména definovány:

- **§ 3 vyhrazená elektrická zařízení** – definují, jaká zařízení pod vyhrazená elektrická zařízení patří a která nikoliv,
- **§ 6 požadavky na bezpečnost vyhrazeného elektrického zařízení při jeho uvádění do provozu** – upřesňuje pravidla pro montáže, uvádění zařízení do provozu, revize, povinnosti dodavatele a provozovatele,
- **§ 7 požadavky na bezpečnost provozovaných vyhrazených elektrických zařízení** – řeší podmínky pro jejich prohlídky, provoz, údržby a revize. [70]

3.1.5 Nařízení vlády č. 194/2022 Sb.

Pojednává o požadavcích na odbornou způsobilost k výkonu činnosti na elektrických zařízeních a na odbornou způsobilost v elektrotechnice. [71]

Nové nařízení vlády nahradilo dřívější vyhlášku č. 50/1978 Sb., která se zabývala odbornou způsobilostí v elektrotechnice, a jež stanovovala kvalifikace pracovníků včetně nejkratší požadované praxe podle paragrafů na:

- § 3 pracovníci seznámení,
- § 4 pracovníci poučení,
- § 5 pracovníci znalí,
- § 6 pracovníci pro samostatnou činnost,
- § 7 pracovníci pro řízení činnosti,
- § 8 pracovníci pro řízení činnosti prováděné dodavatelským způsobem a pracovníci pro řízení provozu,
- § 9 pracovníci pro provádění revizí,
- § 10 pracovníci pro samotné projektování a pracovníci pro řízení projektování,
- § 11 kvalifikace ve zvláštních případech. [72]

Její platnost byla k 1. červenci 2022 ukončena. [72]

Nově jsou výše uvedené klasifikace zrušeny a jsou nahrazeny dvěma stupni způsobilosti:

- **osoba poučená**
 - rozsah činností, které může vykonávat je stanoven právními a ostatními předpisy,
- **osoba znalá**
 - elektrotechnik – samostatná činnost,
 - vedoucí elektrotechnik – řízení činnosti,
 - revizní technik – provádění revizí. [71]

3.2 Vybrané technické normy

3.2.1 ČSN 33 2000-4-41 ed.3

Elektrotechnická norma, která pro elektrické instalace nízkého napětí definuje základní ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti, tj. ochranu před úrazem elektrickým proudem. Zejména:

- **čl. 410.3.3** popisuje zavedení ochranných opatření v elektrických instalacích s přihlédnutím k vnějším vlivům a definuje způsoby opatření na:
 - automatické odpojení od zdroje elektrické energie (např. jističem apod),
 - využití dvojitě nebo zesílené izolace,
 - oddělení elektrického napájení v rámci jednoho spotřebiče,
 - využití malého napětí SELV a PELV. [73]
- **čl. 415.1** se zabývá doplňkovou ochranou pomocí proudového chrániče:
 - pokud jmenovitý vybavovací reziduální proud nepřekročí 30 mA,
- **čl. 415.2** popisuje doplňkovou ochranu přes tzv. ochranné pospojování a platí:
 - doplňující ochranné pospojování je považováno jako doplnění ochrany při poruše,
 - jeho použití nevyklučuje odpojení od zdroje z jiných důvodů než kvůli ochraně při poruše, např. důvod ochrany před požárem apod. [73]

3.2.2 ČSN 33 2000-4-444

Tato elektrotechnická norma se zabývá ochranou před napěťovým a elektromagnetickým rušením. Stanovuje požadavky na napěťové soustavy, kde ve čl. 444.4.3.1 se síť TN-C nesmí používat v novostavbách, u kterých je pravděpodobné, že budou obsahovat významné množství informační techniky. [74]

3.2.3 ČSN EN 50174-2 ed. 3

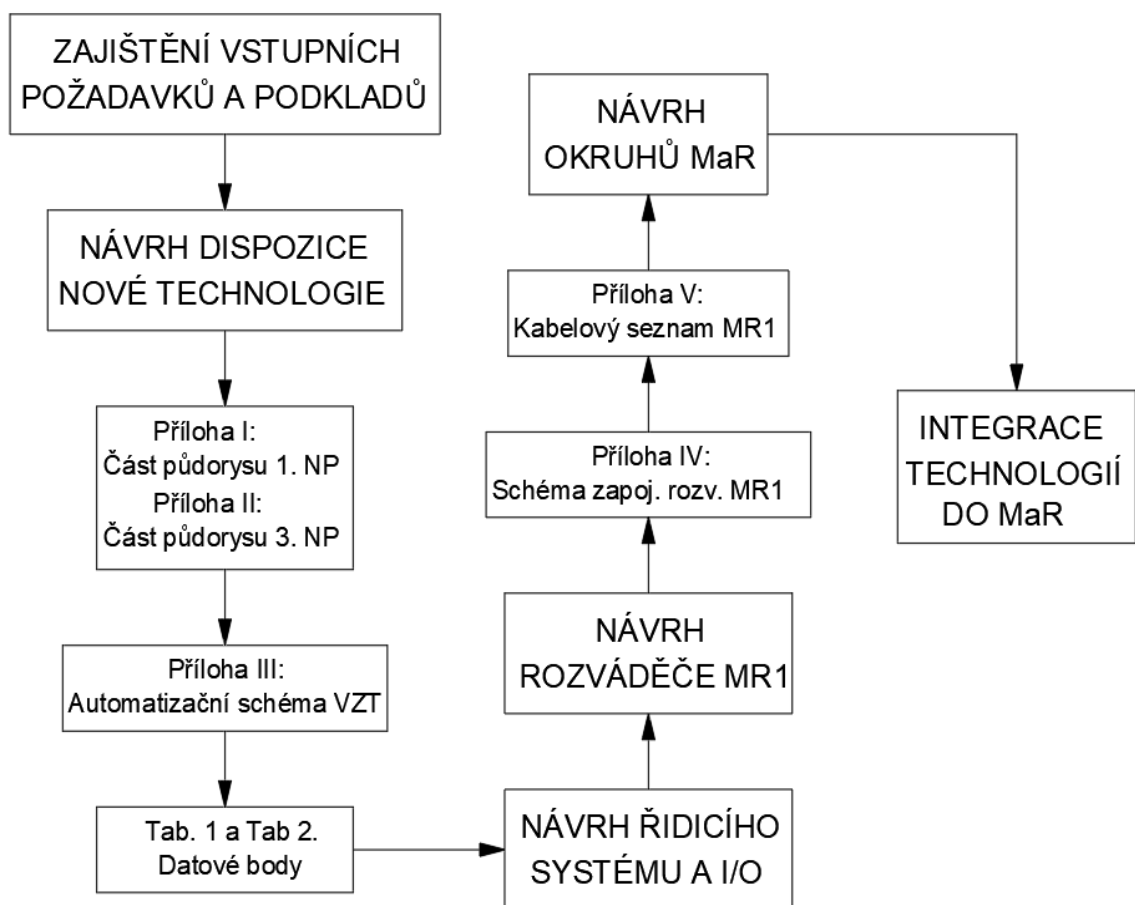
Jedná se o převzatou evropskou normu, která se zabývá přípravou a výstavbou instalací kabelových rozvodů pro informační technologie v budovách. Stanovuje, že v místě, kde vstupuje vodič PEN, musí být dle čl. 7.1.3.1 v prvním koncovém bodě rozdělen na samotný neutrální (N) vodič a na vodič ochranného uzemnění (PE). [75]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 NÁVRH MĚŘENÍ A REGULACE TECHNOLOGIE VZDUCHOTECHNICKÉHO SYSTÉMU

Předmětem návrhu je systém měření a regulace nové vzduchotechnické jednotky, která bude zajišťovat tepelnou pohodu uvnitř nemocnice, konkrétně pro prostory v oddělení dlouhodobě nemocných (ODN). Podkladem pro vypracování návrhu je technologické schéma VZT jednotky, požadavky od investora a z technických zpráv profesí VZT a EPS. Pro účely návrhu MaR, byly vybrány z podkladů nejvýznamnější a nejdůležitější části. Po dohodě s investorem a projektantem VZT jsou v této práci použity skutečné podklady pro vypracování návrhu. Veškeré informace, jež by vedly k odhalení konkrétního objektu, jsou na žádost investora vynechány nebo anonymizovány.

Budova nemocnice má celkem šest podlaží, z toho jedno podzemní a pět nadzemních. Nová VZT jednotka včetně nového MaR rozváděče MR1 bude instalována ve třetím nadzemním podlaží (3. NP) v prostoru strojovny VZT.



Obrázek 42 Zjednodušené schéma posloupnosti návrhu [vlastní]

4.1 Požadavky na profesi MaR v ODN

4.1.1 Požadavky od investora

Investor si přeje návrh systému měření a regulace pro novou technologii VZT pro ODN. Podmínkou návrhu je kompatibilita se stávajícím řídicím systémem MaR a se stávajícím dispečerským systémem. Při výpadku napájení, investor nepožaduje zajištění provozuschopnosti řídicího systému z velmi důležitých obvodů či ze záložního zdroje UPS. Investorovi postačuje, když při výpadku naběhne systém do 15 sekund přes důležité obvody z náhradního zdroje (dieselagregát). Dále investor požaduje osazení dotykového displeje na dveřích nového rozváděče MR1.

4.1.2 Požadavky od VZT

Hlavním požadavkem od projektanta vzduchotechniky je řízení nové technologie VZT jednotky pro ODN. VZT jednotka bude do větraného prostoru přivádět ohřátý, ochlazený a zvlhčený vzduch. Větraným prostorem je celé ODN. V referenční místnosti bude navržen ovladač, který bude měřit prostorovou teplotu a relativní vlhkost a zároveň bude vybaven tlačítkem, kterým může personál nastavovat parametry větraného prostoru v ODN. Jako referenční místnost byla projektantem vzduchotechniky určena místnost pro zdravotní sestry ODN, tzv. sesterna ODN, která se nachází v prvním nadzemním podlaží (1. NP).

Aby bylo možné vzduch ve VZT jednotce upravovat, tj. ohřívat a chladit, je nutné, aby nový systém MaR měl návaznost, tj. komunikační vazby na stávající systém MaR, jež ovládá stávající zdroj tepla a chladu.

Projektant VZT ani investor nepožadují zachování provozuschopnosti VZT jednotky při výpadku elektrického napájení.

4.1.3 Požadavky od EPS

Požadavkem profese zajišťující elektrickou požární signalizaci je podružná signalizace poloh požárních klapek, jež bude přenášena z ústředny EPS do systému MaR protokolem Modbus TCP. Dále bude na pokyn z EPS provedeno vypnutí nové VZT jednotky. Kabeláž mezi ústřednou EPS a rozváděčem MR1 bude provedena kabely s funkční integritou během požáru. Dodávka a montáž těchto dvou kabelů bude zajištěna profesí EPS.

4.2 Popis stávajících technologií

V nemocnici se nacházejí prostory se stávajícími technologiemi a zároveň i prostory rezervní, které slouží pro umístění nové technologie. Dále se v objektu nachází systém měření a regulace, který spravuje stávající technologie, jež jsou přenášeny na místní dispečink.

4.2.1 Zdroj tepla

Zdrojem tepla v objektu je výměňková stanice, která slouží pro přípravu a rozvod topné i teplé vody. Nachází se v technické místnosti v prvním podzemním podlaží. Akumulační zásobníky pro teplou vodu jsou vybaveny elektrickými patronami, které slouží pro záložní ohřev během výpadku přírodní vody z horkovodu do výměňkové stanice. Technologie zdroje tepla je řízena ze stávajícího systému měření a regulace z rozváděče 0DT1, jenž se nachází v prostoru výměňkové stanice.

4.2.2 Zdroj chladu

Slouží pro přípravu a rozvod chladné vody pro VZT jednotky. Zdroj chladu se nachází v technické místnosti na střeše v pátém nadzemním podlaží. Agregát chladu má své vlastní řízení a se systémem MaR komunikuje prostřednictvím komunikačního protokolu Modbus RTU. Řídicí systém MaR se nachází v rozváděči 5DT1, který je osazen v prostoru technické místnosti chladu.

4.2.3 VZT systém

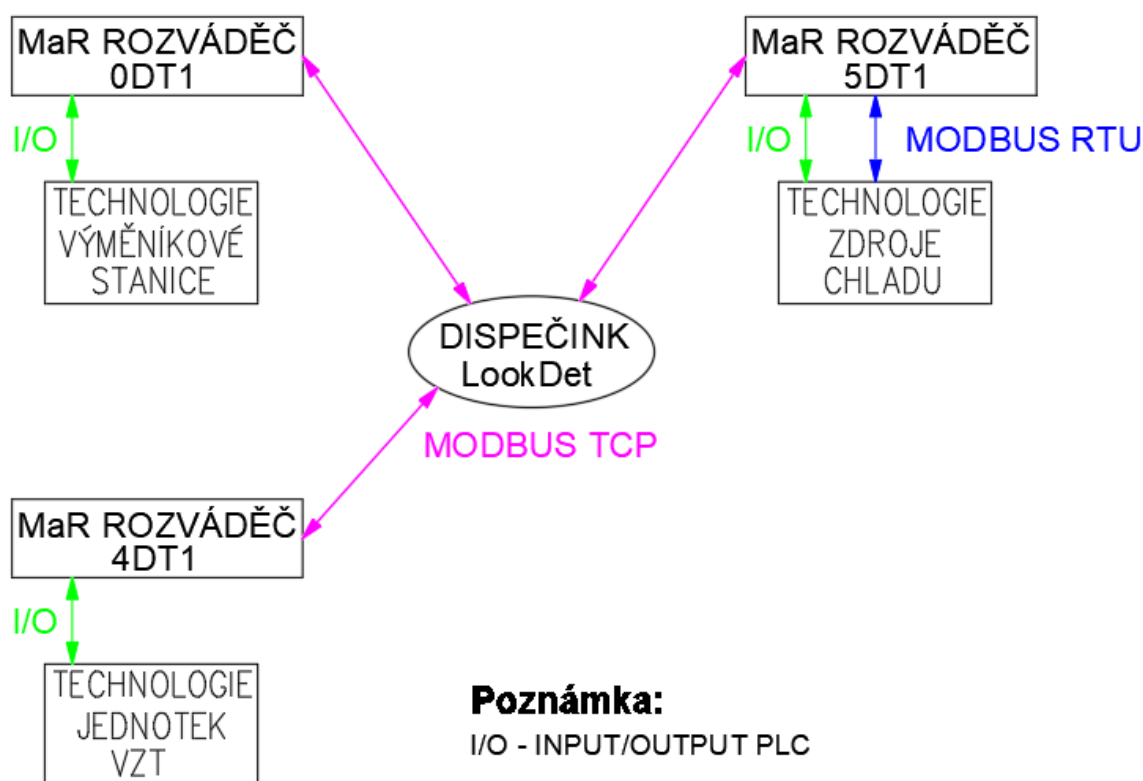
V objektu jsou instalovány tři VZT jednotky, jež slouží pro úpravu přírodního vzduchu pro operační sály, jednotky intenzivní péče a lůžková oddělení. Jednotky jsou osazeny ve strojovně vzduchotechniky ve čtvrtém nadzemním podlaží. Řízeny jsou z MaR rozváděče 4DT1.

4.2.4 Měření a regulace

Stávající řídicí systém je od výrobce AMiT. Jednotlivé technologické skupiny jsou řízeny samostatnými PLC, konkrétně AMiNi4W2 včetně rozšiřujících modulů. Dispečerský systém nemocnice je LookDet, který je rovněž od firmy AMiT.

Data ze stávajících rozváděčů 0DT1, 4DT1 a 5DT1 jsou pomocí Ethernetu přenášeny do místnosti dispečinku, jenž se nachází v jiné budově.

Schéma stávající komunikace systému MaR mezi technologiemi a dispečinkem (Obr. 43), prezentuje hvězdicovou topologii.



Obrázek 43 Schéma stávající komunikace systému MaR s dispečinkem [vlastní]
V nemocnici jsou vyhrazené IP adresy pro různé profese. Nově navržený systém MaR bude využívat stávající vyhrazenou IP adresu pro svou technologii a vzdálenou správu.

4.3 Návrh dispozice nové technologie MaR

4.3.1 Referenční místnost v 1. NP

Umístění ovladače pro korekci nové vzduchotechnické jednotky, který zároveň měří prostorovou teplotu a vlhkost, je navrženo v 1. NP v místnosti číslo 1.010. Dispozice místnosti včetně lůžkových oddělení ODN je součástí přílohy *P I: Část půdorysu 1. NP*.

4.3.2 Strojovna VZT ve 3. NP

Nová VZT jednotka a rozváděč MR1 budou osazeny ve 3. NP v místnosti číslo 3.004. Jejich umístění včetně kabelových tras je znázorněno ve výkresu, který je součástí přílohy *P II: Část půdorysu 3. NP*. Přes instalační šachtu vede kabel pro rozhraní RS-485 a zároveň slouží pro napájení 24 VDC do ovladače v referenční místnosti.

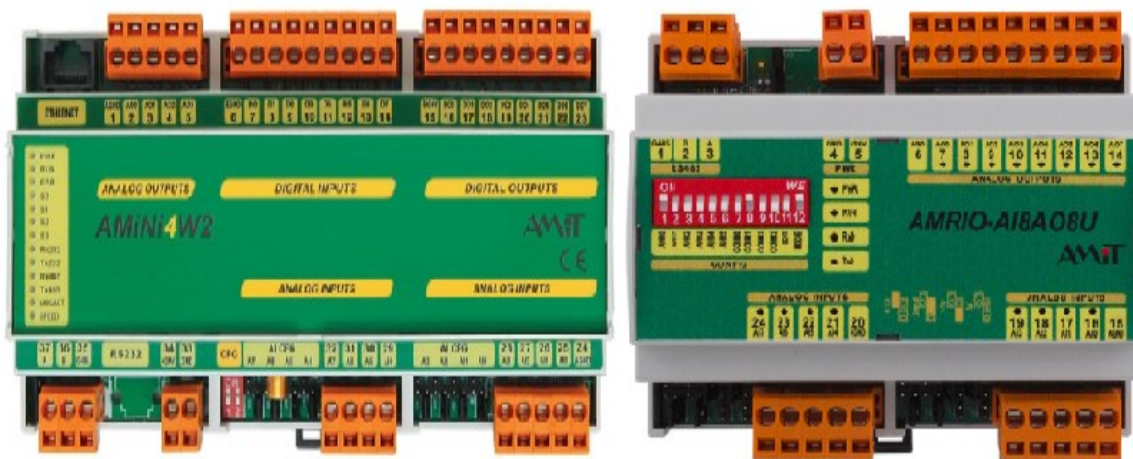
4.4 Návrh řídicího systému a I/O

Na základě technologického schématu VZT je zpracováno automatizační schéma VZT, které znázorňuje části polní instrumentace MaR, tj. měřicí a regulační členy. Umístění prvků je navrženo ve výkresu, jenž je součástí přílohy *P III: Automatizační schéma VZT*. Významy jednotlivých členů polní instrumentace jsou prezentovány v tabulkách, které představují datové body a jejich umístění v příslušných I/O (viz Tab. 1 a Tab. 2).

4.4.1 Řídicí systém

Na základě požadavku investora je navržen volně programovatelný řídicí systém od firmy AMiT. Přesný název PLC je AMiNi4W2 (Obr. 44). Řídicí jednotka AMiNi4W2 je osazena osmi analogovými a digitálními vstupy. Dále je vybavena čtyřmi analogovými a osmi digitálními výstupy. AMiNi4W2 neumožňuje přímé ovládání koncových zařízení přes digitální výstupy (DO) a je nutné osadit spínací prvek, např. relé nebo stykač, jejichž cívku bude možné ovládat z řídicí jednotky. Z hlediska komunikačního rozhraní umožňuje Ethernet, RS-232 a RS-485. [76]

Tím bude zaručena jednoznačná kompatibilita se stávajícím systémem MaR.



Obrázek 44 AMiNi4W2 a rozšiřující modul AMRIO-AI8AO8U [76; 77]

Rozšiřující modul AMRIO-AI8AO8U (Obr. 44) je osazen osmi univerzálními vstupy a čtyřmi napěťovými analogovými výstupy. Dále je vybaven komunikačním rozhraním RS-485, které slouží pro komunikaci s řídicí jednotkou AMiNi4W2.

Řídicí systém lze v budoucnu rozšířit o další potřebné vstupy a výstupy pomocí široké nabídky rozšiřujících modulů.

4.4.2 Určení I/O podle polní instrumentace

Na základě automatizačního schéma VZT byly jednotlivé vstupy a výstupy zapsány do tabulek, které upřesňují význam prvků polní instrumentace a jejich připojení do MaR.

Názvy jednotlivých prvků jsou v praxi používány a většinou představují zkratky pro anglické názvy, jako např. teplotní snímač TIC (Tab. 1)., jenž znamená: T - temperature, I - information, C - control.

Tabulka 1 Osazení datových bodů na řídicí jednotce AMiNi4W2 [vlastní]

N1 - ŘÍDICÍ JEDNOTKA			AMiNi4W2	
Svorka	Označení	Význam: Analogové vstupy Ni1000/4-20 mA/0-10 VDC/Pt1000/24 VDC		
25	AI 0.0	Teplota přívod VZT	0-10V	TIC1
26	AI 0.1	Vlhkost přívod VZT	0-10V	MIC1
27	AI 0.2	Teplota vstup VZT	Ni1000	TIC2
28	AI 0.3	Teplota odvod VZT	0-10V	TIC3
29	AI 0.4	Vlhkost odvod VZT	0-10V	MIC3
30	AI 0.5	Teplota výstup VZT	Ni1000	TIC4
31	AI 0.6	Teplota topný uzel VZT	Ni1000	TIC5
32	AI 0.7	Teplota za výměníkem chladu	Ni1000	TIC6
Svorka	Označení	Význam: Digitální vstupy 24 VDC		
7	DI 0.0	Filtr vstup VZT (dif. spínač tlaku)		dP1
8	DI 0.1	Filtr přívod VZT (dif. spínač tlaku)		dP2
9	DI 0.2	Filtr odvod VZT (dif. spínač tlaku)		dP3
10	DI 0.3	Hygrostat přívod VZT (za vlhčením)		RH1
11	DI 0.4	PMO (protimrazová ochrana) vodního ohřivače VZT		PMO1
12	DI 0.5	Porucha FM1 - přívod VZT		FM1
13	DI 0.6	Porucha FM2 - odvod VZT		FM2
14	DI 0.7	Blokace chodu VZT od EPS		EPS
Svorka	Označení	Význam: Analogové výstupy 0-10 VDC		
2	AO 0.0	Pohon topného uzlu VZT (ohřev výměníku)		YV1
3	AO 0.1	Pohon rekuperace VZT (obtoková klapka)		YV3
4	AO 0.2	Pohon chladicího uzlu VZT		YV2
5	AO 0.4	Rezerva		
Svorka	Označení	Význam: Digitální výstupy 24VDC		
16	DO 0.0	Start/Stop FM1 - přívod VZT	KA1	FM1
17	DO 0.1	Start/Stop FM2 - odvod VZT	KA2	FM2
18	DO 0.2	Start/Stop čerpadlo ohřevu VZT	KM1	M3
19	DO 0.3	Otevřeno/Zavřeno klapka vstup VZT	KA3	YV4
20	DO 0.4	Otevřeno/Zavřeno klapka výstup VZT	KA4	YV5
21	DO 0.5	Rezerva	KA5	
22	DO 0.6	Rezerva	KA6	
23	DO 0.7	Rezerva	KA7	

Rezervy I/O v tabulkách (Tab. 1 a Tab. 2) jsou v návrhu rozváděče připojeny ke svorkám, ale bez určeného významu. Prázdná pole v tabulkách nejsou využita ani jako rezerva.

Tabulka 2 Osazení datových bodů rozšiřujícího modulu AI8AO8U [vlastní]

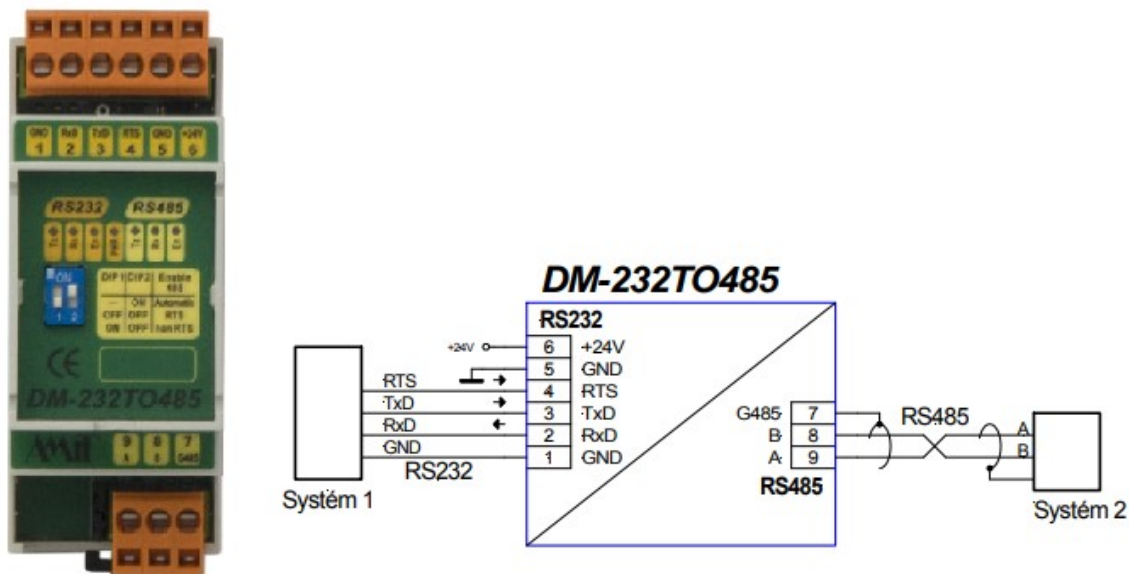
N2 - ROZŠÍŘUJÍCÍ MODUL			AMRIO-AI8AO8U	
Svorka	Označení	Význam: Analogové výstupy 0-10 VDC		
7	AO 0	Řízení FM1 - přívod VZT	0-10V	FM1
8	AO 1	Řízení FM2 - odvod VZT	0-10V	FM2
9	AO 2	Výkon vyvíječe páry VZT	0-10V	VP1
10	AO 3			
11	AO 4			
12	AO 5			
13	AO 6			
14	AO 7			
Svorka	Označení	Význam: Analogové vstupy Ni1000/4-20mA/0-10VDC/Pt1000/24 VDC		
16	AI 0	PMO rekuperátoru VZT1	4-20mA	dP4
17	AI 1	dP VZT - ventilátor přívod	4-20mA	P1
18	AI 2	dP VZT - ventilátor odvod	4-20mA	P2
19	AI 3	Rezerva		
Svorka	Označení	Význam: Analogové vstupy Ni1000/4-20mA/0-10VDC/Pt1000/24 VDC		
21	AI 4	Chod ventilátoru M1 - přívod VZT	24VDC	dP11
22	AI 5	Chod ventilátoru M2 - odvod VZT	24VDC	dP12
23	AI 6			
24	AI 7			

Tabulky s datovými body tvoří nezbytnou součást návrhu systému měření a regulace, jelikož definují, na jakém I/O a příslušné svorce bude připojen prvek polní instrumentace nebo jiný signál. Dále slouží jako podklad pro vypracování jednotlivých algoritmů programátorem.

Názvy vyhodnocovaných a zpracovávaných signálů byly zvoleny na základě veličin, které vyhodnocují (např. teplota a vlhkost), podle funkčního významu (např. start/stop FM1) nebo podle spravovaného zařízení (např. hygrostát).

Tato práce neřeší návrh algoritmů, budou pouze navrženy okruhy MaR, dle nichž může zhotovitel (realizátor) zakázky vypracovat příslušné programové vybavení. Okruhy budou navrženy na základě požadavků projektanta profese VZT.

Společně s řídicí jednotkou a rozšiřujícím modulem je navržen převodník DM-232TO485 (Obr. 45), jenž v návrhu slouží pro připojení nástěnného ovladače v místnosti číslo 1.010 (viz *PI: Část půdorysu 1. NP*) přes rozhraní RS-485 s protokolem Modbus RTU.

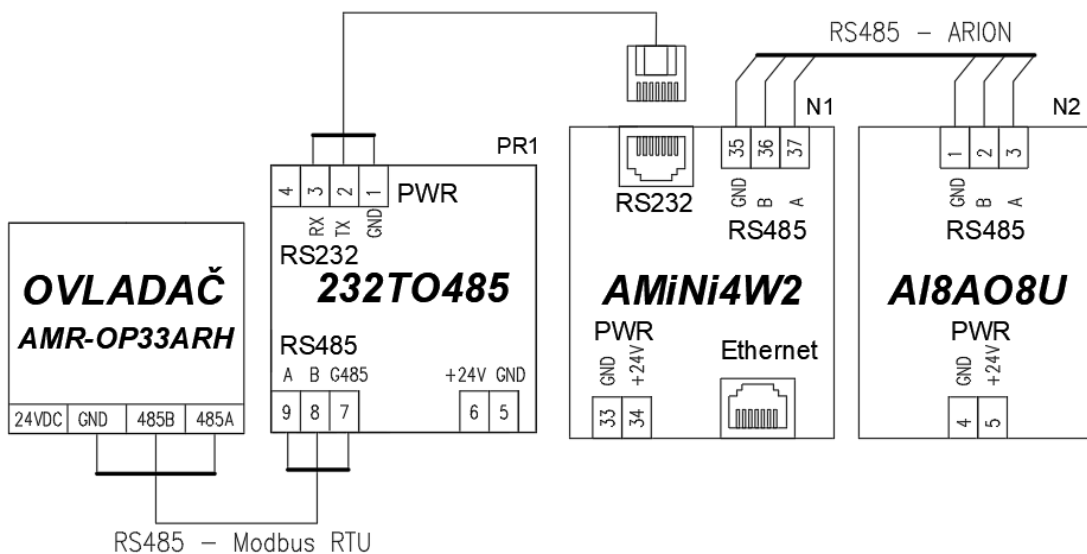


Obrázek 45 Převodník včetně jeho zapojení [upraveno ze 78]

4.4.3 Komunikace řídicího systému

Rozhraní RS-485 z AMiNi4W2 je v návrhu využito pro připojení rozšiřujícího modulu AI8AO8U, který s AMiNi4W2 komunikuje po protokolu ARION (Obr. 46).

Převodníkem DM-232TO485 je zajištěno připojení vzdáleného ovladače řídicí jednotky AMiNi4W2. Ovladač komunikuje rozhraním RS-485 přes protokol Modbus RTU.



Obrázek 46 Blokové schéma komunikace řídicího systému [vlastní]

Nástěnný ovladač AMR-OP33ARH jenž je označen jako „TH1“ a navržen v místnosti sesterny ODN (viz příloha *P I: Část půdorysu 1. NP*) slouží z hlediska měření prostorové teploty a vlhkosti jako část polní instrumentace, ale protože je k AMiNi4W2 navrženo připojení rozhraním RS-485 (Obr. 47), tak je uveden v této podkapitole.



Obrázek 47 – Ovladač TH1 [79]

Jako část příslušenství je podle požadavků investora navržen sedmpalcový dotykový displej POL8T2.70 (Obr. 48) od firmy Siemens, který je v návrhu osazen na dveřích rozváděče MR1. Displej slouží pro vizualizaci a ovládání technologie VZT jednotky přes rozhraní Ethernet. Nastavení displeje je součástí realizačního programového vybavení a tato práce jej neřeší.



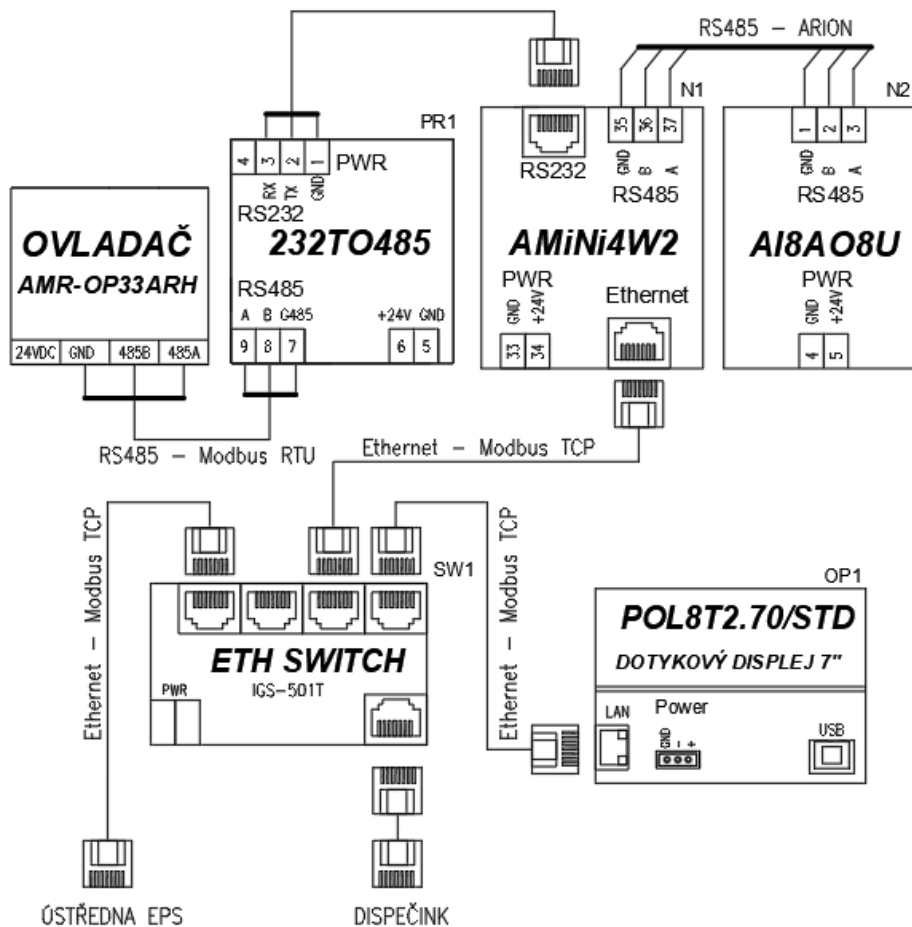
Obrázek 48 Dotykový displej POL2.70 [80]

Další nezbytnou část tvoří Ethernet switch, jenž slouží pro připojení zařízení komunikujících přes Ethernet. Pro návrh byl zvolen průmyslový switch IGS-501T, jenž disponuje pěti porty (Obr. 49).



Obrázek 49 Ethernet switch [81]

Do řídicího systému je na základě předchozího požadavku navrženo připojení ústředny EPS protokolem Modbus TCP (Obr. 50). Připojení systému MaR z nového rozváděče do stávajícího dispečinku je navrženo přes Ethernetovou zásuvku v místnosti číslo 3.004 (viz příloha P II: Část půdorysu 3. NP).



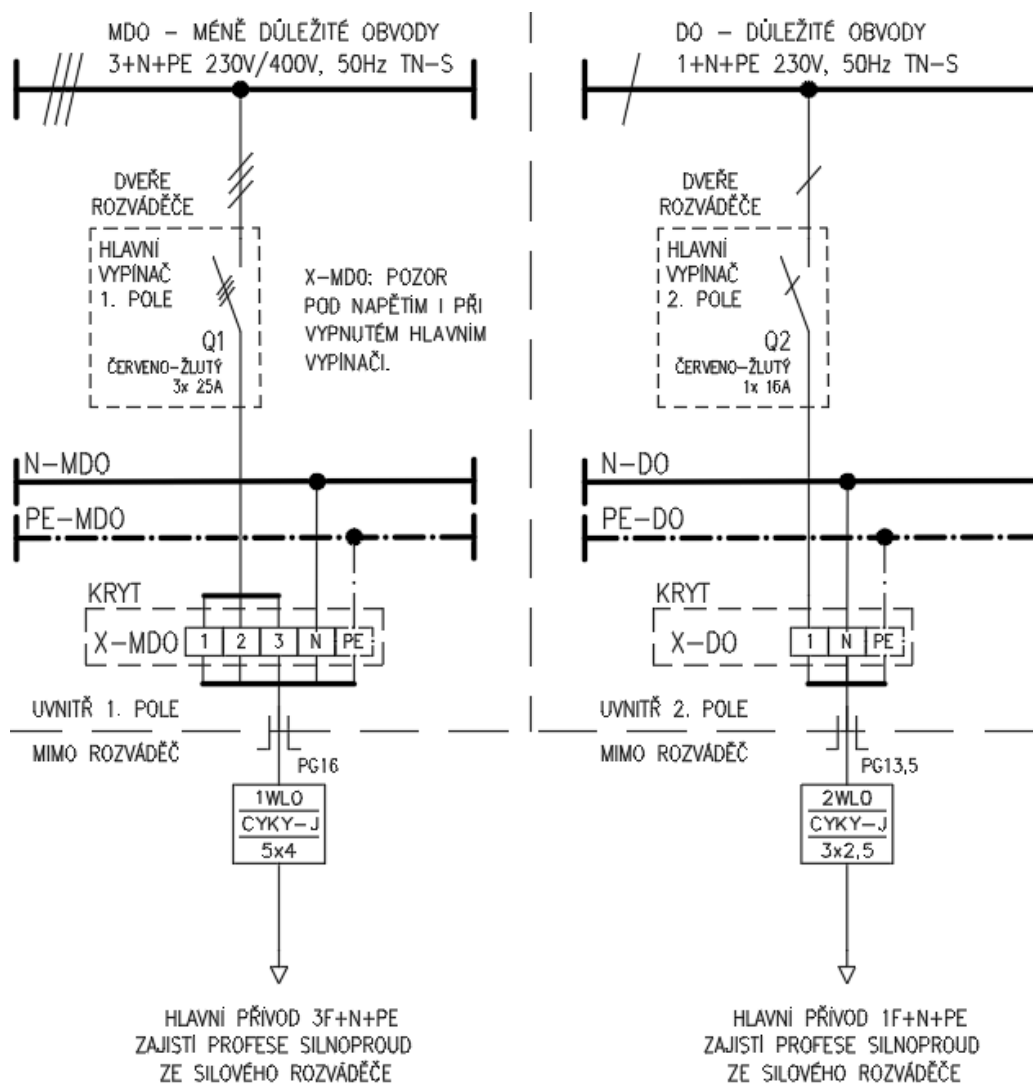
Obrázek 50 Kompletní blokové schéma komunikace [vlastní]

4.5 Návrh rozváděče MaR

Řídicí systém je navržen v rozváděči MR1. Do rozváděče budou připojeny prvky polní instrumentace a zařízení, jež jsou řízeny a napájeny z rozváděče. Pro účely tohoto návrhu je využito zastaralé značení napájecích obvodů jako je MDO a DO, podle již neplatné normy ČSN 33 2140, neboť v praxi je toto značení dále používáno a není chybou. [56]

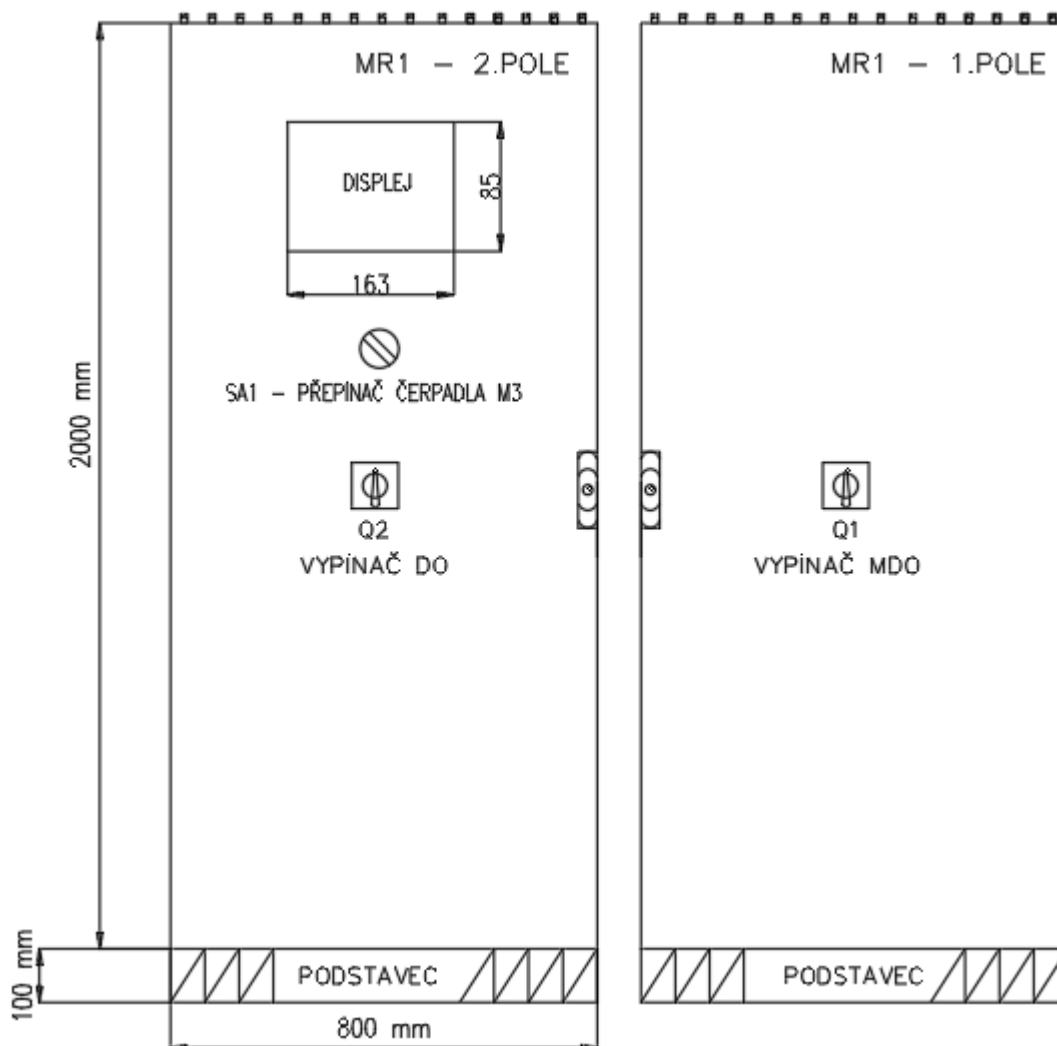
Návrh zahrnuje dvě pole rozváděče (Obr. 51). Každé pole má podstavec 100 mm. Rozměry každého pole jsou: výška 2000 mm, šířka 800 mm a hloubka 400 mm. První pole bude napojeno z méně důležitých obvodů a druhé pole z důležitých obvodů, jenž slouží jako náhradní zdroj napájení pro část se řídicím systémem.

Přívody MDO a DO zajistí profese silnoproud a tento návrh je neřeší. Umístění rozváděče je navrženo ve strojovně VZT viz příloha P II: Část půdorysu 3. NP.



Obrázek 51 Zapojení přívodů MDO a DO v rozváděči MR1 [vlastní]

Samotný návrh rozváděče je součástí přílohy *P IV: Schéma zapojení rozváděče MR1*, ve kterém jsou znázorněny veškeré připojení uvnitř rozváděče, včetně připojených zařízení mimo rozváděč. Z prvního pole MR1 jsou připojeny ventilátory přes frekvenční měniče a čerpadlo. Ve druhém poli je osazen řídicí systém včetně veškerého příslušenství, jež je do něj připojeno. Tato část prezentuje připojení veškeré polní instrumentace, jež je znázorněna na přílohách *P II: Část půdorysu 3. NP* a *P III: Automatizační schéma VZT*.



Obrázek 52 Osazení dveří rozváděče MR1 [vlastní]

4.5.1 Napěťová soustava

První pole je navrženo pro připojení z třífázové napěťové soustavy MDO, TN-S, tj. 3F+N+PE, ve které jsou vodiče N a PE vedeny samostatně. Druhé pole bude napojeno z jednofázové napěťové soustavy DO, rovněž TN-S. V rozváděči bude využito napájení 230 V a 400 V. Dále je navrženo napájení 24 V střídavých a stejnosměrných z obvodů SELV.

4.5.2 Ochrana před nebezpečným dotykem

Kabelové trasy a rozváděč MR1 musí splňovat požadavky elektrotechnických norem, zejména dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3 z hlediska ochrany před úrazem elektrickým proudem. V rozváděči budou osazeny jistící prvky, jako jsou jističe a trubičkové pojistky. Dále je navržena ochrana doplňkovým ochranným pospojováním a malým napětím SELV pro obvody 24 VAC a 24 VDC. [56]

4.5.3 Kabelové rozvody

Kabely, jež slouží pro připojení k polní instrumentaci, vedou z rozváděče přes průchodky PG (viz příloha *P IV: Schéma zapojení rozváděče MR1*). Jejich uložení je navrženo v kovových žlabech a elektroinstalačních trubkách, které jsou součástí kabelových tras příloh *P I: Část půdorysu 1. NP* a *P II: Část půdorysu 3. NP*.

Rozvody jsou navrženy nestíněnými a stíněnými kabely. Přehled veškerých navržených kabelů je uveden v příloze *P V: Kabelový seznam MR1*.

Provedení a následná úprava prostupů stěnami nejsou součástí tohoto návrhu.

4.5.4 Pospojování a uzemnění

Rozváděč je navržen pro připojení k hlavnímu ochrannému pospojování nemocnice přes ekvipotenciální svorkovnici. Její dodávku a montáž bude řešit profese silnoproud.

Pospojování veškerých vodivých částí s nejbližší vodivou konstrukcí je v návrhu řešeno zelenožlutým vodičem H07V-K 6 mm² a 10 mm².

4.6 Návrh okruhů MaR

Zabývá se stručným postupem pro navržení měření a regulace vzduchotechnické jednotky, jenž zajišťuje teplovzdušné větrání a klimatizaci prostoru ODN v 1. NP.

VZT jednotka se skládá, viz příloha *P III: Automatizační schéma VZT*:

- **vstup/přívod** – vstupní klapka, vstupní filtr, rekuperátor s obtokem a klapkou, přívodní ventilátor řízený frekvenčním měničem (FM), chladič, vodní ohřivač, filtr, zvlhčovač.
- **výstup/odvod** – výstupní klapka, rekuperátor, odvodní ventilátor řízený frekvenčním měničem, filtr.

VZT bude mít režim denní a noční. Při denním bude požadován plný výkon, ale v nočním bude výkon poloviční.

4.6.1 Regulační okruhy

- a. Ovládání přívodního a odtahového ventilátoru je navrženo přes frekvenční měniče. Na každém ventilátoru bude kontinuálně snímán tlak, který bude úměrný rychlosti vzduchu. Při zanášení filtrů se rychlost snižuje a navyšují se otáčky přes FM ventilátoru. Vzájemné otáčky ventilátorů bude nutné nastavit tak, aby systém pracoval jako rovnotlaký. Nastavení bude provedeno v koordinaci s profesí VZT.
- b. Vstupní a výstupní klapky budou ovládány současně s příslušnými ventilátory.
- c. Regulace teploty vzduchu rekuperací bude provedena na základě měření teploty na odtahu za rekuperátorem.
- d. Regulace teploty vzduchu ohřevem, je řešena přes regulační ventil a ovládním oběhového čerpadla. Regulace teploty vzduchu chlazením je provedena přes regulační ventil chladné vody. Teplotní hranice jsou $T_{min} = 20\text{ °C}$ a $T_{max} = 25\text{ °C}$. V případě, kdy nebude možné pomocí regulačních ventilů získat požadované hodnoty ohřátého a ochlazeného vzduchu, bude nutné upravit parametry ve zdrojích tepla a chladu. Požadavek na tyto parametry bude proveden novou MaR přes centrální dispečink protokolem Modbus TCP na stávající MaR.
- e. Regulace vlhkosti vzduchu je řešena řízením výkonu parního vyvíječe během zimního období.

4.6.2 Havarijní okruhy

- a. Protimrazová ochrana vodního ohříváče je navržena na straně vzduchu a vratu topné vody.
- b. Diferenční spínače tlaku na filtrech budou vyhodnocovat jejich zanesení překročením nastaveného rozsahu.
- c. Snímače tlakové difference na ventilátorech slouží jako zpětné hlášení jejich chodu. Naměřené hodnoty slouží pro řízení potřebných otáček ventilátorů přes FM.
- d. Blokace chodu VZT na povel z EPS.
- e. Hygrostat za komorou vlhčení slouží jako havarijní hlášení do systému.

4.6.3 Doplnující informace pro algoritmizaci

Protímrazová ochrana

Její vyhodnocení má přednost před regulací a nastane vždy při poklesu teploty venkovního vzduchu, teploty přívodního vzduchu za ohřívačem nebo při poklesu teploty na topném uzlu. Porucha přenášena na dispečink.

Teplota venkovního vzduchu

Při poklesu teploty na 0 °C bude zapnuto čerpadlo topného uzlu. Čerpadlo bude v provozu při vypnuté VZT jednotce nebo při uzavřeném regulačním ventilu topného uzlu. Informace bude přenášena na dispečink.

Teplota přívodního vzduchu

Při poklesu teploty na výstupu vzduchu za ohřívačem na hodnotu 4 °C, bude nutné odstavit ventilátory a zavřít vstupní klapku. Dále dojde k zapnutí čerpadla a otevření regulačního ventilu na topném uzlu. VZT bude v havarijním režimu až do zvýšení teploty na 6 °C. Přenos informace o havarijního stavu na dispečink.

Teplota topné vody

Při poklesu teploty topné vody na výstupu z ohřívače na hodnotu 13 °C, bude regulační ventil otevřen a signalizována porucha na dispečinku. Tento stav bude trvat do doby, než bude teplota topné vody 40 °C.

Zimní provoz VZT jednotky

Když je venková teplota vzduchu menší než 5 °C, bude VZT jednotka při startu přepnuta do tzv. zimního startu. Při zimním startu dojde k uzavření vstupní a výstupní klapky, dále budou vypnuty oba ventilátory a dojde k zapnutí čerpadla topného uzlu včetně otevření regulačního ventilu. Opětovné zprovoznění zařízení do běžného provozního stavu bude provedeno po nastaveném časovém intervalu cca dvou až tří minut.

Vlhčení

Během léta nebude vlhčení provozováno.

Nástěnný ovladač TH1

Jednotlivé režimy a korekce lze nastavit opakovaným stisknutím tlačítka. Lze nastavit režim jako je komfort, útlum a časový plán. Rozsah teplot je nastaven v řídicím systému.

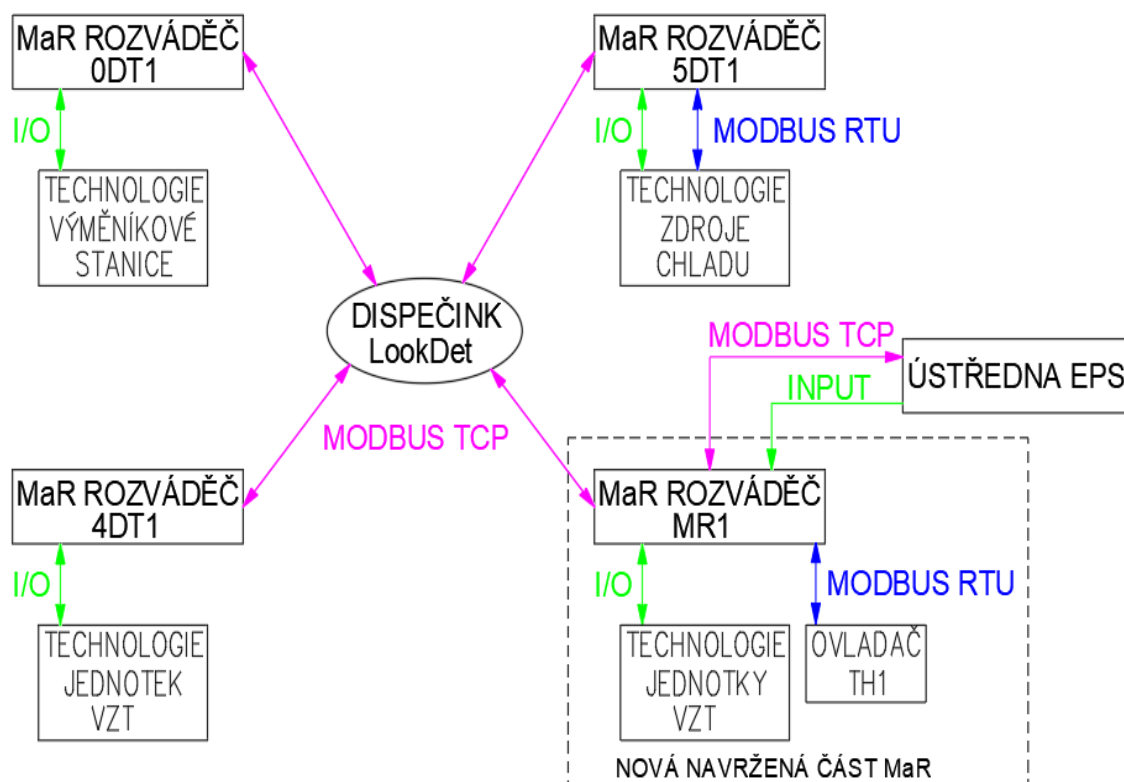
4.7 Problematika integrace technologií do MaR

Pro komunikaci nového řídicího systému z rozváděče MR1 na dispečink slouží rozhraní Ethernet, jenž využívá protokolu Modbus TCP. Přeš dispečink, který slouží jako centrální uzel, bude nový systém MaR komunikovat i se stávajícími systémy MaR, zejména se systémy pro zdroj tepla a chladu za účelem regulace chlazení a ohřevu vzduchu nové VZT. Stávající dispečink LookDet bude nutné rozšířit o další licenci uživatelské stanice PLC.

Nově navržený řídicí systém bude také komunikovat s ústřednou EPS, která se nachází ve 3. NP (viz příloha P II: Část půdorysu 3. NP). Datový přenos je rovněž po Ethernetu pomocí protokolu Modbus TCP.

4.7.1 Integrace s VZT a stávající MaR

Integrace technologie VZT jednotky do systému MaR je navržena pomocí vzdálených vstupů a výstupů, jež vedou do volně programovatelného regulátoru a rozšiřujícího modulu. Pro regulaci přívodního vzduchu na základě referenční místnosti slouží ovladač TH1, který je v návrhu připojen do systému MaR po sběrnici RS-485, po které komunikuje protokolem Modbus RTU.



Poznámka:

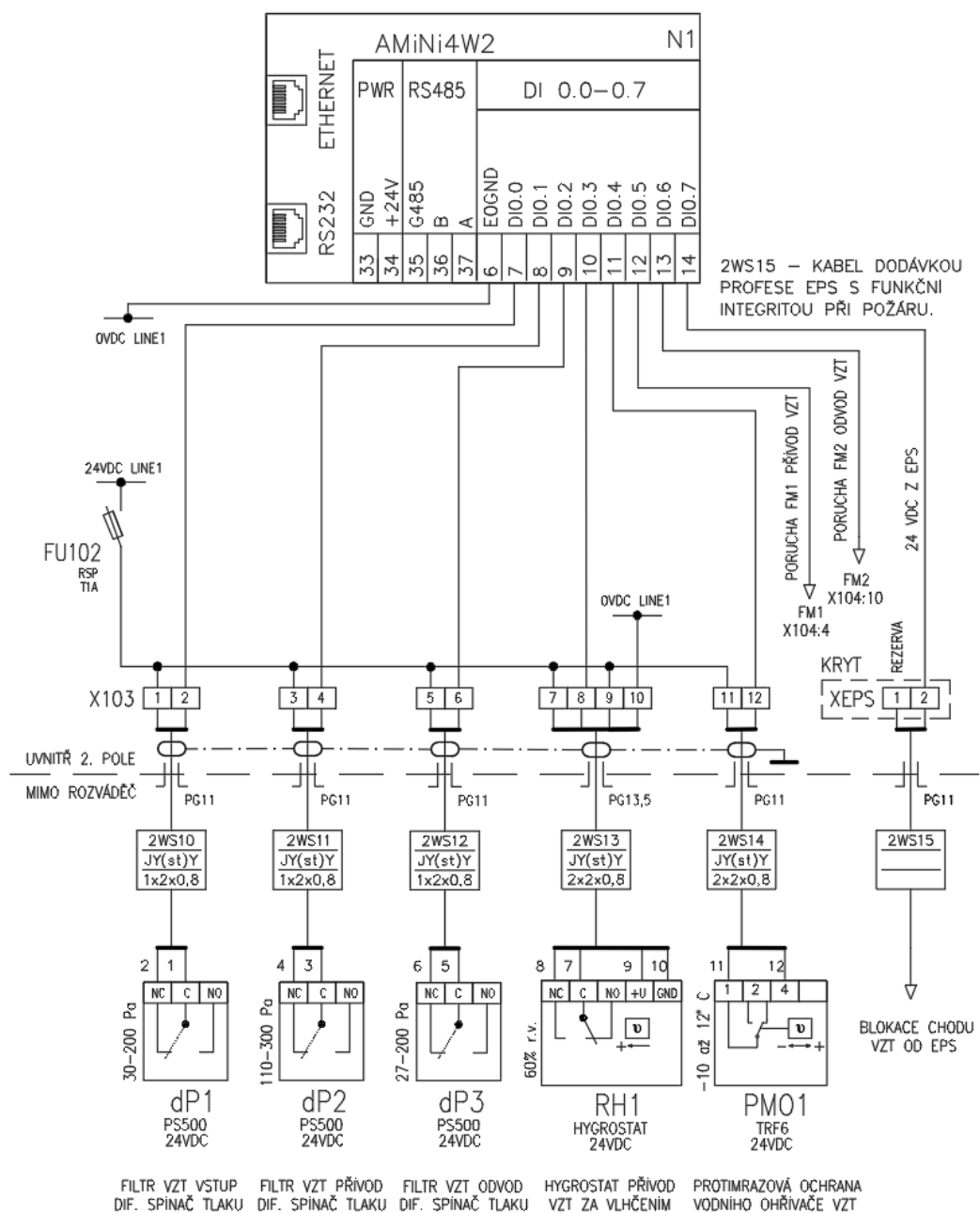
I/O - INPUT/OUTPUT PLC

Obrázek 53 Integrace technologií do systému MaR[vlastní]

4.7.2 Integrace s EPS

V návrhu je z ústředny EPS posíláno napětí 24 VDC na digitální vstup do systému MaR, na jehož základě dojde k odstavení VZT z provozu (viz (Obr. 54)). EPS je v případě vyhlášení poplachu nadřazena systému MaR.

Dále budou z ústředny přenášeny informace o polohách požárních klapek, a to protokolem Modbus TCP (viz Obr. 53). Přenos těchto informací z požárních klapek je podružný, tzv. doplňkový. Nejedná se tedy o primární zdroj, jenž by tvořil požárně bezpečnostní zařízení, neboť tím je systém EPS.



Obrázek 54 Signál z ústředny EPS (vpravo) do AMiNi4W2 [vlastní]

5 CENOVÁ KALKULACE REALIZOVANÉHO SYSTÉMU

Zpracování hrubé cenové kalkulace navrženého systému měření a regulace slouží jako orientační odhad pro jeho případnou realizaci. Cenové kalkulace vychází z přílohy *P IV: Schéma zapojení rozváděče MR1*.

5.1 Kalkulace řídicího systému

K navrženém řídicím systému je nutný i software, který umožní jeho zahrnutí do stávajícího dispečinku LookDet.

Tabulka 3 Náklady na dodávku řídicího systému [vlastní]

označení v MR1	název oddílu	měrná jednotka (MJ)	množství	cena za MJ bez DPH (Kč)	celkem bez DPH (Kč)
	Řídicí systém				
N1	Řídicí jednotka AMiNi4W2	ks	1	18300	18300
N2	Rozšiřující modul: AMRIO-AI8AO8U	ks	1	8900	8900
PR1	Převodník DM-232TO485	ks	1	3800	3800
SW1	Ethernet switch IGS-501T	ks	1	3250	3250
OP1	Dotykový displej POL8T2.70/STD	ks	1	21500	21500
TH1	Nástěnný ovladač AMR-OP33ARH	ks	1	2650	2650
	Uživatelská licence do LookDet	ks	1	2660	2660
Cena celkem s DPH 21%					61 060,00 Kč

Naprogramování jednotlivých I/O včetně rezerv (viz Tab. 3) vychází z tabulek datových bodů (Tab. 1 a Tab. 2).

Tabulka 4 Náklady za programování [vlastní]

označení v MR1	název oddílu	měrná jednotka (MJ)	množství	cena za MJ bez DPH (Kč)	celkem bez DPH (Kč)
	Práce - řídicí systém				
	Naprogramování vstupů/výstupů	ks	37	950	35150
	Vizualizace systému na displeji rozváděče	ks	37	700	25900
	Vizualizace systému na dispečink	ks	37	850	31450
Cena celkem s DPH 21%					92 500,00 Kč

5.2 Kalkulace polní instrumentace

V odhadovaných cenách (viz Tab. 5) nejsou uvedeny frekvenční měniče a ventily. Dále tabulka neobsahuje servopohon pro chladicí okruh. Tato zařízení jsou dodávkou jiných profesí uvedených v příloze P IV: *Schéma zapojení rozváděče MRI*. Konkrétní typy prvků polní instrumentace byly navrženy na základě podkladů a požadavků.

Tabulka 5 Náklady na měřicí a regulační zařízení [vlastní]

označení v MR1	název oddílu	měrná jednotka (MJ)	množství	cena za MJ bez DPH (Kč)	celkem bez DPH (Kč)
	Polní instrumentace				
TIC1, MIC1, TIC3, MIC3	Snímač teploty a relativní vlhkosti do VZT potrubí, QFM1660	ks	2	3275	6550
TIC2, TIC4, TIC5, TIC6	Snímač teploty do potrubí, KTF	ks	4	890	3560
YV1	Pohon TA-SLIDER 160	ks	1	5600	5600
YV3	Pohon GLB-161.1E	ks	1	4908	4908
dP1, dP2, dP3	Diferenční spínač tlaku PS500	ks	3	720	2160
RH1	Hygostat 24 VDC, 15 - 95% rh	ks	1	4170	4170
PM01	Protimrazová ochrana 24VDC	ks	1	3000	3000
YV4	Pohon GMA121.1E	ks	1	4474	4474
YV5	Pohon GLB141.1E	ks	1	2560	2560
dP4	Diferenční snímač tlaku DPT/0-500Pa	ks	1	3850	3850
P1, P2	Diferenční snímač tlaku DPT 2500-R8	ks	2	3100	6200
dP11, dP12	Diferenční spínač tlaku PS1500	ks	2	720	1440
Cena celkem s DPH 21%					48 472,00 Kč

Frekvenční měniče a pohon pro chladicí okruh jsou do montážních prací zahrnuty, jelikož je profese MaR připojuje do svého rozváděče MR1 (viz Tab. 6).

Tabulka 6 Náklady na montáž [vlastní]

označení v MR1	název oddílu	měrná jednotka (MJ)	množství	cena za MJ bez DPH (Kč)	celkem bez DPH (Kč)
	Montáž - polní instrumentace				
TIC1, MIC1, TIC3, MIC3	Snímač teploty a relativní vlhkosti do VZT potrubí, QFM1660	ks	2	200	400
TIC2, TIC4, TIC5, TIC6	Snímač teploty a relativní vlhkosti do potrubí, KTF	ks	4	200	800
YV1	Pohon TA-SLIDER 160	ks	1	350	350
YV3	Pohon GLB-161.1E	ks	1	350	350
dP1, dP2, dP3	Diferenční spínač tlaku PS500	ks	3	200	600
RH1	Hygrostat 24 VDC, 15 - 95% rh	ks	1	200	200
PM01	Protimrazová ochrana 24VDC	ks	1	200	200
YV4	Pohon GMA121.1E	ks	1	350	350
YV5	Pohon GLB141.1E	ks	1	350	350
dP4	Diferenční snímač tlaku DPT/0-500Pa	ks	1	250	250
P1, P2	Diferenční snímač tlaku DPT 2500-R8	ks	2	250	500
dP11, dP12	Diferenční spínač tlaku PS1500	ks	2	200	400
YV2, FM1, FM2	Montáž - pohonu a frekvenčních měničů	ks	3	350	1050
Cena celkem s DPH 21 %					5 800,00 Kč

5.3 Kalkulace rozváděče MR1

Cenové náklady za rozváděč vycházejí z jeho návrhu v příloze *P IV: Schéma zapojení rozváděče MR1*. Pro vnitřní vybavení rozváděče (viz Tab. 7) byla zvolena měrná jednotka sestava (ses).

Součástí vnitřního vybavení MR1 není oddíl řídicího systému, protože ten je specifikován samostatně (viz Tab. 3).

Tabulka 7 Náklady za skříň a vybavení MR1 [vlastní]

označení v MR1	název oddílu	měrná jednotka (MJ)	množství	cena za MJ bez DPH (Kč)	celkem bez DPH (Kč)
	Rozváděč MR1				
	Oceloplechová skříň 2000x800x400 mm, jednokřídlé dveře včetně montážního panelu	ks	2	21000	42000
	Vnitřní vybavení rozváděče (vypínače, přepínače jističe, pojistky, stykače, relé, přepětová ochrana 3. stupně, zásuvka na DIN lištu, bezpečnostní transformátor, napájecí zdroj, svorky, vodiče, štítky, žlaby, průchodky apod.)	ses	1	24800	24800
Cena celkem s DPH 21 %					66 800,00 Kč

Výroba rozváděče včetně odzkoušení jeho bezpečného a bezproblémového provozu je uvedena v hodinových sazbách (viz Tab. 8).

Tabulka 8 Náklady na výrobu MR1 [vlastní]

označení v MR1	název oddílu	měrná jednotka (MJ)	množství	cena za MJ bez DPH (Kč)	celkem bez DPH (Kč)
	Montáž - rozváděč MR1				
	Montáž a zapojení prvků uvnitř	h	40	800	32000
	Kusová zkouška rozváděče	h	4	800	3200
Cena celkem s DPH 21 %					35 200,00 Kč

5.4 Kalkulace kabeláže a nosného materiálu

Dodávka kabelů vychází z příloh *P IV: Schéma zapojení rozváděče MR1* a *P V: Kabelový seznam MR1*. Metráž byla navržena na základě příloh *P I: Část půdorysu 1. NP* a *P II: Část půdorysu 3. NP*.

Tabulka 9 Náklady na dodávku kabeláží a nosných konstrukcí [vlastní]

označení v MR1	název oddílu	měrná jednotka (MJ)	množství	cena za MJ bez DPH (Kč)	celkem bez DPH (Kč)
	Kabely a nosné konstrukce				
	CYKY-J 4x2,5 mm ²	m	20	36	720
	CYKY-J 4x1,5 mm ²	m	20	23	460
	CYKFY-J 4x2,5 mm ²	m	5	110	550
	CYKFY-J 4x1,5 mm ²	m	5	95	475
	CYKY-J 3x1,5 mm ²	m	20	15	300
	CYKY-O 2x1,5 mm ²	m	40	12	480
	H07V-K 10 mm ²	m	40	37	1480
	H07V-K 6 mm ²	m	40	23	920
	JYTY-O 7x1 mm ²	m	100	31	3100
	JYTY-O 3x1 mm ²	m	20	16	320
	JYTY-O 2x1 mm ²	m	60	12	720
	JY(st)Y 4x2x0,8 mm ²	m	40	22	880
	JY(st)Y 2x2x0,8 mm ²	m	160	11	1760
	JY(st)Y 1x2x0,8 mm ²	m	160	7	1120
	CAT6A SFTP	m	15	48	720
	Žlab 100x50 mm včetně příslušenství	m	30	190	5700
	Elektroinstalační PVC trubka 20 mm	m	30	32	960
	Elektroinstalační lišta 40x40 mm	m	30	64	1920
	Ohebná trubka PVC 28,5 mm	m	20	22	440
	Rezerva pro další montážní materiál	ses	1	5000	5000
Cena celkem s DPH 21 %					28 025,00 Kč

V rezervě pro další montáže (viz Tab. 10) je obsažena montáž čerpadla a frekvenčních měničů.

Tabulka 10 Náklady na montáž kabelů a nosných konstrukcí [vlastní]

označení v MR1	název oddílu	měrná jednotka (MJ)	množství	cena za MJ bez DPH (Kč)	celkem bez DPH (Kč)
	Montáž - kabely a nosné konstrukce				
	CYKY-J 4x2,5 mm ²	m	20	32	640
	CYKY-J 4x1,5 mm ²	m	20	32	640
	CYKFY-J 4x2,5 mm ²	m	5	32	160
	CYKFY-J 4x1,5 mm ²	m	5	32	160
	CYKY-J 3x1,5 mm ²	m	20	32	640
	CYKY-O 2x1,5 mm ²	m	40	32	1280
	H07V-K 10 mm ²	m	40	50	2000
	H07V-K 6 mm ²	m	40	36	1440
	JYTY-O 7x1 mm ²	m	100	32	3200
	JYTY-O 3x1 mm ²	m	20	32	640
	JYTY-O 2x1 mm ²	m	60	32	1920
	JY(st)Y 4x2x0,8 mm ²	m	40	32	1280
	JY(st)Y 2x2x0,8 mm ²	m	160	32	5120
	JY(st)Y 1x2x0,8 mm ²	m	160	32	5120
	CAT6A SFTP	m	15	32	480
	Žlab 100x50 mm včetně příslušenství	m	30	180	5400
	Elektroinstalační PVC trubka 20 mm	m	30	32	960
	Elektroinstalační lišta 40x40 mm	m	30	32	960
	Ohebná trubka PVC 28,5 mm	m	20	32	640
	Rezerva pro další montáže	ses	1	10000	10000
Cena celkem s DPH 21 %					42 680,00 Kč

5.5 Kalkulace ostatních nákladů

Část (viz Tab. 11) zahrnuje odhadované náklady, které souvisí s návrhem a případnou realizací systému MaR.

Tabulka 11 Hodinové náklady včetně dopravy [vlastní]

označení v MR1	název oddílu	měrná jednotka (MJ)	množství	cena za MJ bez DPH (Kč)	celkem bez DPH (Kč)
	Hodinové sazby a doprava				
	Zprovoznění a vyzkoušení systému MaR	h	40	800	32000
	Zaškolení osoby pro obsluhu	h	4	800	3200
	Revizní práce	h	4	750	3000
	Zpracování projektové dokumentace	h	40	750	30000
	Koordinační činnost	h	40	750	30000
	Technický dozor investora	h	16	1200	19200
	Doprava	ses	1	20000	20000
Cena celkem s DPH 21 %					137 400,00 Kč

5.6 Celková kalkulace za systém MaR

Cena navrhovaného systému MaR nové VZT jednotky pro větrání prostoru ODN.

Tabulka 12 Celková cena za systém MaR [vlastní]

označení v MR1	název oddílu	měrná jednotka (MJ)	množství	cena za MJ bez DPH (Kč)	celkem bez DPH (Kč)
	Celkové náklady za MaR				
Cena celkem s DPH 21 %					517 937,00 Kč

Veškeré náklady jsou uvedeny formou rozpočtu, který má započtenou určitou rezervu cca 10 procent. Podkladem pro vypracování cenových kalkulací byly dostupné ceníky výrobců a obchodníků. Pro nacenění montážních prací bylo vycházeno z dosavadních praktických zkušeností.

Ceny jednotlivých částí se mohou v praxi lišit, jelikož záleží vždy na konkrétním dodavateli a současném vývoji trhu.

Nejvyšší náklady z hlediska montážních prací jsou za naprogramování a ze strany dodaných zařízení a výrobků za rozváděč MR1.

6 ODHADOVANÝ VÝVOJ PROJEKTOVÁNÍ V TZB

Obor technických zařízení budov prochází v současnosti velkými změnami vzhledem k rostoucímu důrazu na snížení spotřeby a ekologické stopy objektu při zachování efektivního a bezpečného provozu.

Při návrhu nových objektů, je snaha o sjednocení veškerých technologií nutná k tomu, aby byly schopny používat jednotné komunikační sběrnice a protokoly. Jejich jednotnost vede k úspoře času při montážích a údržbách zařízení. Tyto standardizace dále zlepšují integraci veškerých technologií mezi sebou a centrálním řídicím systémem v budově.

Problematikou integrace různých technologií se zabývá BMS (Building management system). Umožňuje správu vytápění, chlazení, VZT, osvětlení, stínění, PZTS, EPS apod. BMS tvoří integrovaný systém, jehož cílem v projektování TZB bude navrhování technologií, jež budou schopny tento systém co nejvíce využívat, a jejich provoz bude tak efektivnější, ekonomičtější a ekologičtější. [82]

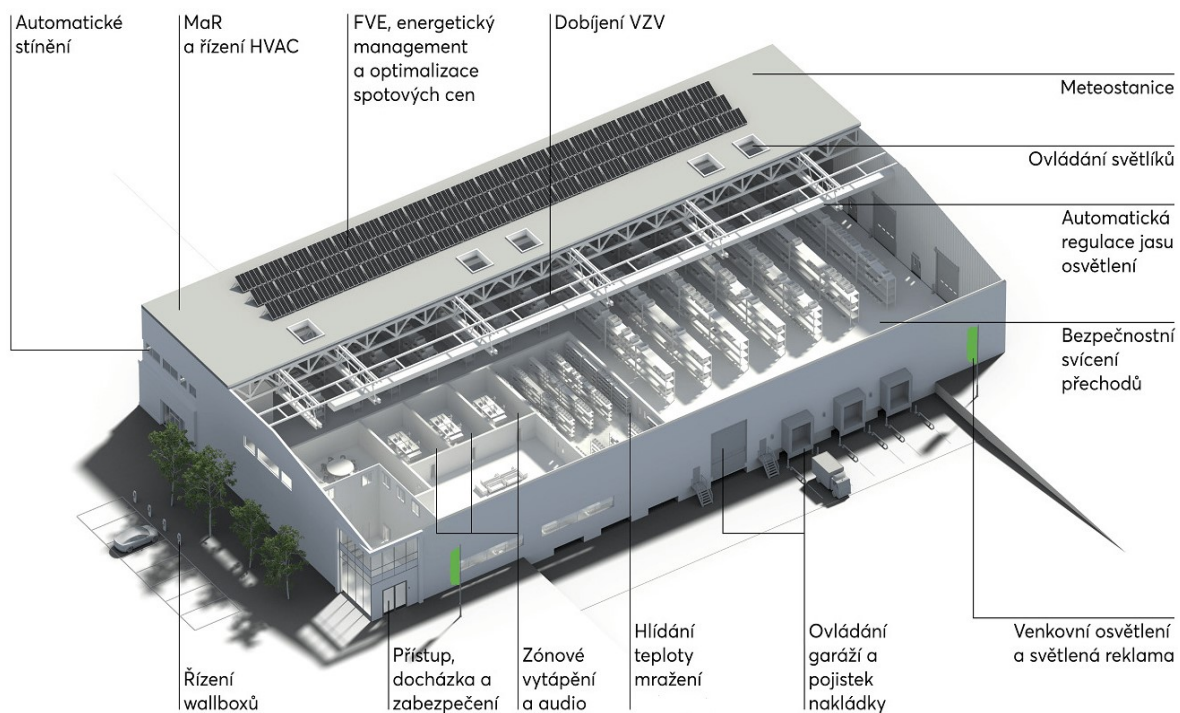


Obrázek 55 Systém řízení budovy [82]

BMS bude čím dál více schopen spravovat technologie (Obr. 55) nabíjecích stanic, lokalizace objektů a osob v reálném čase, peněžní a rezervační systémy, systémy pro kontrolu vnitřního prostředí budovy, IoT apod. Rychlost vývoje bude záviset na poptávce ze strany investorů a na legislativních požadavcích.

6.1 Rozmach aplikací s FVE

Na budovách budou čím dál více osazovány fotovoltaické panely, které budou sloužit pro napájení elektrických zařízení uvnitř. Každý investor bude chtít osadit co největší počet panelů, což povede k tomu, že technologie vzduchotechniky a zdroje chladu budou primárně instalovány uvnitř budov. Toto řešení umožní osazení více fotovoltaických panelů, ale zároveň bude nutné tlumit hluky technologií VZT a zdroje chladu.



Obrázek 56 Automatizace skladovací haly [upraveno z 83]

S rozmachem instalací FVE se ovšem budou zvyšovat nároky na požární bezpečnost, zejména tehdy, kdy budou k FVE připojeny akumulátory pro ukládání získané elektrické energie, čímž dojde i k navýšení vstupních investičních nákladů, které je nutné zohlednit.

ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce bylo zpracování vlastního návrhu systému MaR pro vzduchotechnickou jednotku, která byla navržena profesí VZT pro zajištění tepelného komfortu větraných prostorů na oddělení dlouhodobě nemocných. Návrh byl zpracován na základě požadavků investora a profesí VZT a EPS. Součástí návrhu byla i integrace technologií do systému měření a regulace.

V teoretické části byly popsány jednotlivé obory, jež jsou součástí technických zařízení budov včetně základních principů jejich funkčnosti. Dále byly popsány vazby mezi vybranými technologiemi profesí TZB a systémem MaR včetně bezpečnostních systémů. Ze strany MaR se jednalo o regulační okruhy pro vytápění, chlazení a vzduchotechnické jednotky. Na technologických schématech vytápění, zdroje chladu a VZT jednotky byly zakresleny prvky polní instrumentace MaR, dle nichž byly vysvětleny jednotlivé principy regulace uvedených technologií. Dále byly vysvětleny vazby mezi ústřednou EPS a profesí VZT, jež souvisely s ovládním požárních klapek a stěnových uzávěrů při požárním poplachu včetně změn režimů provozu VZT jednotky. Vazba mezi EPS a MaR řešila způsoby signalizace požárních klapek. Třetí kapitola se zabývala legislativními požadavky, které zohlednily významné zákony, nařízení vlády a technické normy na MaR, jež se zabývaly požadavky na bezpečnost a provoz elektrických zařízení a instalací.

Praktická část byla rozdělena na tři části, z toho první dvě se týkaly samotného návrhu včetně jeho celkového vyčíslení a poslední část se zabývala úvahou nad budoucím vývojem projektování v TZB.

Čtvrtá kapitola a zároveň první část praktické části, se na počátku zabývala požadavky, které sloužily jako podklad pro samotný návrh. Požadavkem investora bylo navržení systému MaR pro novou technologii VZT jednotky pro větrání prostorů ODN. Podmínkou pro nový systém bylo jeho začlenění mezi stávající systém MaR včetně dispečinku. Dalším přáním investora bylo, aby navrhovaný rozváděč MR1, byl vybaven dotykovým displejem. Projektantem VZT byly poskytnuty podklady a požadavky na regulaci nové VZT jednotky včetně možnosti volby tepelného komfortu ze strany obsluhy v určené místnosti. Profese EPS požadovala zajištění přenosu podružné signalizace poloh požárních klapek do systému MaR a rezervu pro připojení signálu vypnutí VZT.

Dále byly popsány technologie řízené stávajícím systémem MaR, s nimiž nový systém bude komunikovat přes stávající dispečink. V návrhu bylo zakresleno umístění rozváděče

MR1 včetně příslušných kabelových tras do půdorysů 1. NP a 3. NP. Následně bylo navrženo automatizační schéma, z něhož byly vypracovány tabulky s datovými body, které sloužily pro výběr řídicího systému. Dále bylo navrženo schéma zapojení rozváděče včetně kabelového seznamu, jenž slouží pro přehled kabelových tras. V závěru kapitoly byly popsány okruhy MaR nové VZT jednotky včetně integrace nového řídicího systému s ústřednou EPS a stávajícím systémem MaR na dispečink.

V páté kapitole byly provedeny hrubé kalkulace jednotlivých částí systému MaR, které vytvořily podklad pro celkový rozpočet nového systému měření a regulace.

Závěrečná kapitola se zabývala odhadem budoucího vývoje v projektování. Zahrnuje požadavky BMS, které vedou ke sjednocení veškerých komunikačních sběrnic z technologií. Na konci byla představena úvaha nad problematikou rozmachu fotovoltaických elektráren.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Technická zařízení budov - Fakulta stavební. *Fakulta stavební ČVUT v Praze* [online]. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, [2023] [cit. 2023-02-18]. Dostupné z: <https://www.fsv.cvut.cz/uchazeci/magisterske-studium/budovy-a-prostredi/technicka-zarizeni-budov/>
- [2] Specialista TZB - Uplatnění absolventů - Zájemce o studium | FSv ČVUT. *Wayback Machine* [online]. San Francisco: Internet Archive, [2019] [cit. 2023-02-18]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20190219183452/https://web.fsv.cvut.cz/zajemce-o-studium/profese/specialista-tzb/#heading-1>
- [3] Co jsou to technická zařízení budov. *HOBBYTEC - Jsme přední výrobce zimních zahrad a zastřešení* [online]. Tehovec: HOBBYTEC, c2010-2023 [cit. 2023-02-18]. Dostupné z: <https://www.hobbytec.cz/co-jsou-to-technicka-zarizeni-budov/>
- [4] VYORALOVÁ, Zuzana. VNITŘNÍ VODOVOD 1.část - PDF Free Download. *Představujeme Vám pohodlné a bezplatné nástroje pro publikování a sdílení informací.* [online]. DocPlayer, c2023, 9. února 2016 [cit. 2023-02-18]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/17732994-Vnitri-vodovod-1-cast.html>
- [5] Vyhláška č. 499/2006 Sb.: Vyhláška o dokumentaci staveb. *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Zlín: AION CS, c2010-2023 [cit. 2023-02-18]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-499>
- [6] Technické zařízení budovy - Náš dům. *Náš dům* [online]. Praha: 4WORKS Solutions, c2023 [cit. 2023-02-18]. Dostupné z: <https://nasdum.cz/radce-stavebnika/proces-realizace-stavby/technicke-zarizeni-budovy/>
- [7] VRÁNA, Jakub. *Technická zařízení budov v praxi: [příručka pro stavaře]*. Praha: Grada, 2007. Stavitel. ISBN 978-80-247-1588-9.
- [8] Teoretická část. *EPubli webová knihovna* [online]. Brno: Code Creator, c2011-2023 [cit. 2023-02-18]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/177/01.html>
- [9] VYORALOVÁ, Zuzana. VNITŘNÍ KANALIZACE 1.část - PDF Free Download. *Představujeme Vám pohodlné a bezplatné nástroje pro publikování*

- a sdílení informací*. [online]. DocPlayer, c2023, 23. února 2016 [cit. 2023-02-18]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/17978184-Vnitri-kanalizace-1-cast.html>
- [10] Zákon č. 458/2000 Sb.: Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon). *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Zlín: AION CS, c2010-2023 [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-458>
- [11] ČSN EN 1775. Zásobování plynem - Plynovody v budovách - Nejvyšší provozní tlak ≤ 5 bar - Provozní požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2008.
- [12] VYORALOVÁ, Zuzana. Technická zařízení budov a infrastruktura sídel I. V Praze: České vysoké učení technické, 2017. ISBN 978-80-01-06095-7.
- [13] ROZDĚLENÍ PLYNÁRENSKÉHO A ODBĚRNÉHO ZAŘÍZENÍ ZE STŘEDOTLAKÉHO ROZVODU PLYNU. *Distribuce a dodávka elektrické energie* [online]. Zlín: AH-ENERGY, c2023 [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: https://www.ah-energy.cz/pdf/plyn/rozdeleni_plynarenskeho_a_odberneho_zarizeni.pdf
- [14] CENIK_HUTIRA_2017.pdf. *HUTIRA* [online]. Popůvky: HUTIRA, c2023, 2017 [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: https://www.hutira.cz/wp-content/uploads/CENIK_HUTIRA_2017.pdf
- [15] Nové regulátory tlaku série CSB700 – technicka-zarizeni.cz. *Technicka-zarizeni.cz – odborný portál zabývající se problematikou vyhrazených technických zařízení dle zákona č. 174/1968 Sb. a příbuzných oborů* [online]. Brno: Medim, c2022 [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://www.technicka-zarizeni.cz/nove-regulatory-tlaku-serie-csb700/>
- [16] » Strojní zařízení regulační stanice. <https://www.gascontrol.cz/>: *gascontrol.cz* [online]. Havířov: GASCONTROL, [2023] [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://www.gascontrol.cz/plynarenske-technologie/strojni-zarizeni-regulacni-stanice/>
- [17] Vzduchotechnická zařízení - TZB-info. *TZB-info - Stavebnictví. Úspory energií. Technická zařízení budov*. [online]. Praha: Topinfo, c2021–2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni>

- [18] BARTOŠ, Petr. *Návrh algoritmů pro řízení vzduchotechnických jednotek* [online]. Praha, 2006 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://wiki.control.fel.cvut.cz/mediawiki/images/2/21/Bp_2016_bartos_petr.pdf. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce Jan Široký.
- [19] LOM, Michal a Václav MATZ. *Základní části vzduchotechnické jednotky a její řízení - TZB-info. TZB-info - Stavebnictví. Úspory energií. Technická zařízení budov*. [online]. Praha: Topinfo, c2021–2023, 22. 4. 2013 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/regulace-vetrani-klimatizace/9796-model-řízení-vzduchotechnicke-jednotky>
- [20] MFL 100 - filtrační box EU 3 (G4). *Vzduchotechnika pro náročné | CZVzduchotechnika.cz* [online]. Teplice: CZV AIR BOOST, c2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: https://www.czvzduchotechnika.cz/mfl-100/?gclid=CjwKCAjwYKjBhB5EiwAiFdSfkQxGTxt4sCyb3LVB0jT5ToD-nHKNQExqHVF5MswsTkNRbKI2ctx2hoCUi4QAuD_BwE
- [21] DTBU 200 (LMF 230) - uzavírací klapka se servopohonem. *Ventilatory.net - Ventilátory a díly pro vzduchotechniku* [online]. Proboštov: Mednet online, c2008–2022 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://www.ventilatory.net/dtbu-200-230-lmf.html>
- [22] Regulační klapka pro čtyřhranné potrubí pozink 900x900 - *Ventishop.cz. Ventishop.cz - Prodejce vzduchotechniky* [online]. Praha: Ventishop, c2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://www.ventishop.cz/regulacni-klapka-pro-ctyrhranne-potrubí-pozink-900x900/>
- [23] DRKAL, František, Miloš LAIN a Vladimír ZMRHAL. *Klimatizace*. 2. přepracované vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2020. ISBN 978-80-01-06736-9.
- [24] MBW 100 vodní ohřívač vzduchu do kruhového potrubí - *Ventishop.cz. Ventishop.cz - Prodejce vzduchotechniky* [online]. Praha: Ventishop, c2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://www.ventishop.cz/mbw-100-vodni-ohrivac/>
- [25] MBE 100/0,4 elektrický ohřívač vzduchu do kruhového potrubí - *Ventishop.cz. Ventishop.cz - Prodejce vzduchotechniky* [online]. Praha: Ventishop,

- c2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://www.ventishop.cz/mbe-100-0-4-elektricky-ohrivac/>
- [26] Potrubní chladiče vzduchu - SORKE. *SORKE - SORKE* [online]. Pardubice: SORKE, c2010–2019 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://www.sorke.cz/chladice-vzduchu/potrubni-chladice-vzduchu>
- [27] DRKAL, František a Vladimír ZMRHAL. *Větrání*. 2. vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2018. ISBN 978-80-01-06378-1.
- [28] GRMOLCOVÁ, Eliška. *Vzduchotechnické jednotky pro větrání bytů* [online]. Brno, 2018 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=167028. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Olga Rubinová.
- [29] ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. 2011. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [30] GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. *Vzduchotechnika*. 2. vyd. Brno: ERA, 2007. Technická knihovna (ERA). ISBN 978-80-7366-091-8.
- [31] Větrání, rekuperace a další možnosti (Stavíme energeticky úsporný dům – 4.díl) – Jakými způsoby můžeme větrat? – Nazeleno.cz. *Nazeleno.cz – Chytrá řešení pro každého* [online]. Brno: Narrative Media, c2018–2023, 14. 3. 2011 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/stavba/okna-a-dvere/vetrani-rekuperace-a-dalsi-moznosti-stavime-energeticky-usporny-dum-4-dil.aspx/2/>
- [32] Moderní rotační výměníky tepla - TZB-info. *TZB-info - Stavebnictví. Úspory energií. Technická zařízení budov*. [online]. Praha: Topinfo, c2021–2023, 22. 5. 2017 [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/15795-moderni-rotacni-vymeniky-tepla>
- [33] Základní druhy ventilátorů - Ventishop.cz. *Ventishop.cz - Prodejce vzduchotechniky* [online]. Praha: Ventishop, c2023 [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <https://www.ventishop.cz/info-clanky/zakladni-druhy-ventilatoru/#tangencialni>
- [34] Produkty | Flair. | *Flair* [online]. Praha: Flair, [2023] [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: <https://www.flair.cz/zvlhcovace>

- [35] KRÁČMAR, Jan. *Analýza zdrojů chladu pro administrativní budovu*. Praha, 2018. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra technických zařízení budov. Vedoucí práce Zuzana Veverková.
- [36] ADAMOVSKEÝ, Daniel. Chlazení pro klimatizaci. *Fakulta stavební ČVUT v Praze* [online]. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2020 [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125vkb/prednasky/125vkb-05.pdf>
- [37] KOLÍN, Petr. *Návrh řízení a dálková správa výměňkové stanice tepla* [online]. Praha, 2009 [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://is.ambis.cz/th/q51kh/Petr_Kolin_Rizeni_VS_BP_2009.pdf. Bakalářská práce. Bankovní institut vysoká škola Praha, Katedra informačních technologií a elektronického obchodování. Vedoucí práce Václav Kubart.
- [38] Teoretická část: Vytápění. *EPubli webová knihovna* [online]. Brno: Code Creator, c2011–2023 [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/176/02.html>
- [39] DZD – Expanzní nádoba a pojistný ventil. *TOPIN - Topenářství instalace* [online]. Praha: Topin Media, c2023 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.topin.cz/produkty/dzd-expanzni-nadoba-a-pojistny-ventil-detail-9671>
- [40] Měření a regulace. *TZB-info - Stavebnictví. Úspory energií. Technická zařízení budov*. [online]. Praha: Topinfo, c2021–2023 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace>
- [41] BUILDSYS, a.s. - Řešení pro řízení budov. *BUILDSYS, a.s. - Úvodní stránka* [online]. Brno: BUILDSYS, c2015 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.buildsys.cz/buildsys-systemy-pro-rizeni-budov-automatizace-budov.html>
- [42] Měření a regulace pro technická zařízení budov | ESL a.s. *Kotelny, výměňkové stanice, regulace | ESL a.s.* [online]. Brno: ESL, c2023 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.esl.cz/mereni-a-regulace-pro-technicka-zarizeni-budov>
- [43] CHYTIL, Josef. *Návrh zabezpečení a řízení plynové kotelny pomocí systémů PZTS a MaR* [online]. Zlín, 2021 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://digilib.k.utb.cz/bitstream/ha>

- ndle/10563/46199/chytil_2021_dp.pdf?sequence=1. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky. Vedoucí práce Rudolf Drga.
- [44] Siemens LOGO! – PLC vhodné pro průmyslové i domácí použití – Školy | Conrad.cz. *Školy | Conrad.cz – Vše pro školy a vzdělání* [online]. Praha: Conrad Electronic, c2018 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://skoly.conrad.cz/siemens-logo-plc-vhodne-pro-prumyslove-i-domaci-pouziti/>
- [45] AMR-OP83 - malý šikovný pracant - AMiT Automation. *Homepage - AMiT Automation* [online]. Praha: AMiT, c2023 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://amitautomation.cz/amr-op83-maly-sikovny-pracant1/>
- [46] Snímač tlaku univerzální - série Z | CRESSTO. *Snímače tlaku, tlaková čidla, digitální manometry | CRESSTO* [online]. Rožnov pod Radhoštěm: CRESSTO, c2010 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.cressto.cz/snimace-tlaku/serie-z>
- [47] 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 978-80-7418285-3.
- [48] VALTER, Jaroslav. Regulace v praxi, aneb, Jak to dělám já. Praha: BEN - technická literatura, 2010. ISBN 978-807-3002-565.
- [49] Co je to SCADA?. *SCADA/HMI systém PROMOTIC* [online]. oSTRAVA: MICROSYS, [2023] [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.promotic.eu/cz/pmdoc/WhatIsPromotic/WhatIsScada.htm>
- [50] LookDet - AMiT Automation. *Homepage - AMiT Automation* [online]. Praha: AMiT, c2023 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://amitautomation.cz/produkt/software/lookdet/>
- [51] FENCL, František. *Elektrický rozvod a rozvodná zařízení*. Vyd. 4. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04351-6.
- [52] Příkon a výkon: Jak se vyznat v pojmech?. *Elektrina.cz - vše co potřebujete vědět v oblasti energetiky a technologií* [online]. Praha: Ušetřeno.cz, c2014–2023 [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/prikon-vykon>
- [53] Výklad - Energetika zblízka - Svět energie.cz. *Svět Energie - Svět energie.cz* [online]. Tábor: Simopt, c2020 [cit. 2023-04-21]. Dostupné z:

- <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/distribuce-elektriny/distribuce-elektricke-energie-podrobne/distribucni-soustava/vyklad>
- [54] BICEK, Lukáš. *Nouzové zdroje v nemocnici* [online]. Plzeň, 2012 [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://otik.zcu.cz/bitstream/11025/4764/1/BP%20-%20Nouzove%20zdroje%20v%20nemocnici.pdf>. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická, Katedra technologií a měření. Vedoucí práce Bohumil Skala.
- [55] BERKA, Štěpán. *Elektrotechnická schémata a zapojení*. 3. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2010. ISBN 978-80-7300-253-4.
- [56] KLIMŠA, David. *Projektantské minimum: ElektriKa.cz, reportážní portál instalační elektrotechniky, vyhlášky, schémata zapojení*. [online]. [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://elektriKa.cz/data/clanky/projektantske-minimum>
- [57] SKALSKÁ, Květoslava. Požárně bezpečnostní zařízení a jeho funkce. *POŽÁRY.cz - ohnisko žhavých zpráv | hasiči aktuálně* [online]. Varnsdorf: POŽÁRY.CZ, [2023], 23. 10. 2012 [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/57879-pozarne-bezpecnostni-zarizeni-a-jeho-funkce/>
- [58] *Technicke_vybaveni_nemocnicnich_zarizeni.pdf*. DEHN s.r.o. [online]. Praha: DEHN, c2023 [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.dehn.cz/sites/default/files/uploads/dehn/DEHN-CZ/pdf/Brozury/2020/technicke_vybaveni_nemocnicnich_zarizeni.pdf
- [59] VÁVRA, Jan. Trilobit - Ochrana ICT před škodlivým působením blesku. *Trilobit - Home Page* [online]. Zlín: Univerzita Tomáše ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, c2009–2023, 1. 6. 2015 [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <http://trilobit.fai.utb.cz/ochrana-ict-pred-skodlivym-pusobenim-blesku>
- [60] MIKULA, Tomáš. Základní rozdělení slaboproudu. *ElektriKa.cz, reportážní portál instalační elektrotechniky, vyhlášky, schémata zapojení* .: <https://elektriKa.cz/> [online]. Brno: ElektriKa.info, c1998–2023, 8. 1. 2014 [cit. 2023-04-21]. Dostupné z: <https://elektriKa.cz/data/clanky/zaklady-znalosti-slaboproudych-rozvodu-pro-silnoprudare/view>
- [61] Poplachový zabezpečovací a tísňový systém (PZTS). *Security | Zabezpečení budov, osob a informací* [online]. Brno: SECURITY TECHNOLOGIES, [2023] [cit. 2023-

- 04-21]. Dostupné z: <https://www.security.cz/elektricka-zabezpecovaci-signalizace-pzts--2419.html>
- [62] STRAŠIL, Ivo. *Modul elektrické zabezpečovací ústředny s komunikátorem Ethernet* [online]. Brno, 2010 [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/4879/final-thesis.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Vedoucí práce Karel Burda.
- [63] Kamerové systémy - Aret. *Zbyněk Fryč - Aret - Aret* [online]. Plzeň: Zbyněk Fryč, [2023] [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: <https://www.aret.info/kamerove-systemy.html>
- [64] Systémy kontroly vstupu (ACS) a přístupové systémy - MACOM SECURITY. *Kamerové systémy, zabezpečovací a bezpečnostní systémy - MACOM SECURITY spol. s r.o.* [online]. Praha: MACOM SECURITY, c2021 [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: <https://www.macom-security.cz/sluzby-a-produkty/pristupove-systemy-acs/>
- [65] Elektrická požární signalizace | Požární ochrana.cz. *Váš specialista pro outsourcing požární ochrany* [online]. Praha: Centrum BOZP a požární ochrany, c1993–2023 [cit. 2023-05-11]. Dostupné z: <https://www.pozarni-ochrana.cz/elektricka-pozarni-signalizace/>
- [66] Řešení evakuačního rozhlasu. *VARNET* [online]. Praha: VARNET, c1998–2023 [cit. 2023-05-11]. Dostupné z: <https://www.varnet.cz/dokumenty/podpora/EPS/evakuacni-rozhlas/>
- [67] 262/2006 Sb. Zákoník práce. *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Zlín: AION CS, c2010-2023 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-262>
- [68] 250/2021 Sb. Zákon o bezpečnosti práce v souvislosti s provozem vyhrazených technických zařízení a o změně souvis... *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Zlín: AION CS, c2010-2023 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-250>
- [69] 591/2006 Sb. Nařízení vlády o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staven... *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR*

- v aktuálním konsolidovaném znění [online]. Zlín: AION CS, c2010-2023 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-591>
- [70] 190/2022 Sb. Nařízení vlády o vyhrazených technických elektrických zařízeních a požadavcích na zajištění jejich b... *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Zlín: AION CS, c2010-2023 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2022-190>
- [71] 194/2022 Sb. Nařízení vlády o požadavcích na odbornou způsobilost k výkonu činnosti na elektrických zařízeních a ... *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Zlín: AION CS, c2010-2023 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2022-194>
- [72] 50/1978 Sb. Vyhláška o odborné způsobilosti v elektrotechnice. *Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Zlín: AION CS, c2010-2023 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1978-50#>
- [73] ČSN 33 2000-4-41 ED. 3. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2008.
- [74] ČSN 33 2000-4-444. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-444: Bezpečnost - Ochrana před napěťovým a elektromagnetickým rušením*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [75] ČSN EN 50174-2 ED. 3. *Informační technologie - Instalace kabelových rozvodů - Část 2: Projektová příprava a výstavba v budovách*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
- [76] AMiNi4W2. *Homepage - AMiT Automation* [online]. Praha: AMiT, c2023 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://amitautomation.cz/produkt/ridici-systemy/amini4w2g/>
- [77] AMRIO: AMRIO-AI8AO8U. *Homepage - AMiT Automation* [online]. Praha: AMiT, c2023 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://amitautomation.cz/produkt/vzdalene-vstupy-vystupy/amrio/#tab2>

- [78] DM-232TO485. *Homepage - AMiT Automation* [online]. Praha: AMiT, c2023 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://amitautomation.cz/produkt/komunikacni-prevodniky/dm-232to485/>
- [79] AMR-OP33ARH. *Homepage - AMiT Automation* [online]. Praha: AMiT, c2023 [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://amitautomation.cz/shop/programovatelne-nastenne-ovladace/rada-amr-op3xa/amr-op33arh/>
- [80] POL8T2.70/STD: Climatix POL8T2.70/STD Touch panel; 24 VDC; 7 inch, capacitive; Modbus, IP. *HIT* [online]. Volketswil: Siemens Switzerland, [2016] [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://hit.sbt.siemens.com/RWD/app.aspx?RC=HQEU&lang=en&MODULE=Catalog&ACTION=ShowProduct&KEY=S55626-H827-A100>
- [81] IGS-501T - Gigabit Ethernet Switch - PLANET Technology. *Welcome to PLANET Technology* [online]. New Taipei City: PLANET Technology, [2023] [cit. 2023-05-21]. Dostupné z: <https://www.planet.com.tw/en/product/igs-501t-v5>
- [82] BMS – Building management system. *ELKO EP - Výrobce elektronických přístrojů • ELKO EP s.r.o* [online]. Holešov: ELKO EP, c2023, 22. 07. 2019 [cit. 2023-05-24]. Dostupné z: <https://www.elkoep.cz/bms-%E2%80%93-%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0>
- [83] NEBOR, David. Jak na úspory 30 % v každé skladovací hale? - Loxone blog. *Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt* [online]. Kollerschlag: Loxone, c2023, 20 dubna 2023 [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/blog/inteligentni-automatizace-sklady-uspory/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AC	Alternating current (Střídavý proud)
ACS	Acces Control System (Systém kontroly vstupu)
AI	Analog input (Analogový vstup)
AO	Analog output (Analogový výstup)
BMS	Building Management System (Systém řízení budovy)
CCTV	Closed Circuit Television (Uzavřený televizní okruh)
CPU	Central Processing Unit (Centrální procesorová jednotka)
CZT	Centralizované zásobování teplem
ČSN	České technické normy
DC	Direct current (Stejnoseměrný proud)
DI	Digital input (Digitální vstup)
DO	Digital output (Digitální výstup)
DO	Důležité obvody (využíván pro zálohované napájení)
DPS	Dokumentace pro provádění stavby
DSP	Dokumentace pro stavební povolení
DÚR	Dokumentace pro vydání územního rozhodnutí
EN	Evropské normy
EPS	Elektrická požární signalizace
ERo	Evakuační rozhlas
FDAS	Fire Detection and fire Alarm Systems (Elektrická požární signalizace)
FM	Frekvenční měnič
FVE	Fotovoltaická elektrárna
HIP	Hlavní inženýr projektu
HUP	Hlavní uzávěr plynu

HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning (Vytápění, větrání a klimatizace – v praxi označováno jako VZT jednotka)
I/O	Input/Output (Vstupy/Výstupy)
IoT	Internet of Things (Internet věcí)
IT	Informační technologie
JIP	Jednotka intenzivní péče
KLM	Klimatizace
KVET	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla
LPZ	Lightning protection zone (Zóna ochrany před bleskem)
MaR	Měření a regulace
MDO	Méně důležité obvody
N	Neutral (Neutrální „nulový“ vodič)
NP	Nadzemní podlaží
ODN	Oddělení dlouhodobě nemocných
OPZ	Odběrná plynová zařízení
PBŘ	Požárně bezpečnostní řešení
PBZ	Požárně bezpečnostní zařízení
PE	Protective Earth (Ochranný vodič)
PELV	Protective Extra-Low Voltage (Ochranné malé napětí)
PEN	Protective Earthing and Neutral conductor (Vodič ochranného uzemnění a zároveň nulový)
PLC	Programmable Logic Controller (Programovatelný logický automat)
PoE	Power over Ethernet (Napájení po Ethernetu)
PZTS	Poplachový zabezpečovací a tísňový systém
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition (Dispečerské řízení a sběr dat)
SELV	Safety Extra-Low Voltage (Bezpečné malé napětí)
SIL	Silnoprůdné elektroinstalace

SLB	Slaboproudé elektroinstalace
STA	Společná televizní anténa
SW	Software
TN-C	Terré Neutrre Combiné (Kombinovaný ochranný a neutrální vodič)
TV	Teplá voda (dřívější značení „TUV“)
TZB	Technická zařízení budov
UPS	Uninterruptible Power Supply (Zdroj nepřerušovaného napájení)
ÚT	Ústřední topení
VDO	Velmi důležité obvody
VSS	Video Surveillance System (Dohledový videosystém)
VZT	Vzduchotechnika
ZIS	Zdravotnická izolovaná síť
ZTI	Zdravotně technické instalace
ZZT	Zpětné získávání tepla

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Schéma koordinace projektu TZB [vlastní]	13
Obrázek 2 Hranice vodovodní přípojky [4].....	14
Obrázek 3 Schéma konstrukce armatur [upraveno ze 7]	15
Obrázek 4 Části domovního vodovodu [8].....	15
Obrázek 5 Schéma kanalizačního systému [vlastní].....	16
Obrázek 6 Umístění zařizovacích předmětů [upraveno ze 7].....	16
Obrázek 7 Hranice plynárenského a odběrného zařízení [12; 13].....	17
Obrázek 8 Přípojková skříň [upraveno ze 14]	18
Obrázek 9 Regulátor plynu a regulační stanice (zleva) [upraveno z 15; 16].....	19
Obrázek 10 Schéma modelu vzduchotechnické jednotky [18].....	20
Obrázek 11 Filtrační kazeta [20]	21
Obrázek 12 Uzavírací a regulační klapka (zleva) [upraveno z 21; 22]	22
Obrázek 13 Vodní a elektrický ohřivač do VZT (zleva) [upraveno z 24; 25].....	23
Obrázek 14 Chladič vodní a přímý výparník (zleva) [upraveno z 26]	24
Obrázek 15 Schéma deskového výměníku [28; 31]	25
Obrázek 16 Princip regeneračního rotačního výměníku [32].....	26
Obrázek 17 Axiální, radiální, diagonální a diametrální ventilátory (zleva) [33].....	27
Obrázek 18 Elektrický, plynový a adiabatický zvlhčovač (zleva) [34]	28
Obrázek 19 Schéma kompresorového zařízení chladu [35]	29
Obrázek 20 Ukázka zapojení centrálního systému chlazení [36].....	30
Obrázek 21 Zjednodušené schéma výměňkové stanice [37].....	31
Obrázek 22 Ukázka zapojení otopné soustavy [upraveno z 38].....	32
Obrázek 23 Části rozvodu ústředního topení [38]	33
Obrázek 24 Příklad zapojení armatur v otopné soustavě [upraveno z 38]	33
Obrázek 25 Princip výměníku tepla [38].....	34
Obrázek 26 Expanzní nádoba a pojistný ventil (shora) [39]	34
Obrázek 27 Princip MaR [41].....	35
Obrázek 28 Propojení PLC s dalšími zařízeními [44]	36
Obrázek 29 Ukázka komunikace s PLC firmy AMiT [upraveno ze 45]	37
Obrázek 30 Varianty elektrického zapojení snímače tlaku [46].....	38
Obrázek 31 Cloudový dispečerský systém od firmy AMiT [50].....	39
Obrázek 32 Napájecí úrovně v distribuční síti [upraveno z 53]	40
Obrázek 33 Barevné značení zásuvek podle sítí [54]	42
Obrázek 34 Příklad zabezpečeného objektu před blesky [59].....	43

Obrázek 35 Rozdělení slaboproudých instalací [upraveno z 60]	44
Obrázek 36 Sběrníková ústředna [upraveno z 62]	45
Obrázek 37 Ukázka systému ERo [upraveno z 66]	47
Obrázek 38 Zjednodušené schéma výměňkové stanice [vlastní]	48
Obrázek 39 Příklad zapojení zdroje chladu [vlastní]	50
Obrázek 40 První část ukázkového schéma VZT [upraveno ze 48]	51
Obrázek 41 Druhá část ukázkového schéma VZT [upraveno ze 48]	52
Obrázek 42 Zjednodušené schéma posloupností návrhu [vlastní]	60
Obrázek 43 Schéma stávající komunikace systému MaR s dispečinkem [vlastní]	63
Obrázek 44 AMiNi4W2 a rozšiřující modul AMRIO-AI8AO8U [76; 77]	64
Obrázek 45 Převodník včetně jeho zapojení [upraveno ze 78]	67
Obrázek 46 Blokové schéma komunikace řídicího systému [vlastní]	67
Obrázek 47 – Ovladač TH1 [79]	68
Obrázek 48 Dotykový displej POL2.70 [80]	68
Obrázek 49 Ethernet switch [81]	69
Obrázek 50 Kompletní blokové schéma komunikace [vlastní]	69
Obrázek 51 Zapojení přívodů MDO a DO v rozváděči MR1 [vlastní]	70
Obrázek 52 Osazení dveří rozváděče MR1 [vlastní]	71
Obrázek 53 Integrace technologií do systému MaR [vlastní]	75
Obrázek 54 Signál z ústředny EPS (vpravo) do AMiNi4W2 [vlastní]	76
Obrázek 55 Systém řízení budovy [82]	84
Obrázek 56 Automatizace skladovací haly [upraveno z 83]	85

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Osazení datových bodů na řídicí jednotce AMiNi4W2 [vlastní]	65
Tabulka 2 Osazení datových bodů rozšiřujícího modulu AI8AO8U [vlastní]	66
Tabulka 3 Náklady na dodávku řídicího systému [vlastní]	77
Tabulka 4 Náklady za programování [vlastní]	77
Tabulka 5 Náklady na měřicí a regulační zařízení [vlastní]	78
Tabulka 6 Náklady na montáž [vlastní]	79
Tabulka 7 Náklady za skříně a vybavení MR1 [vlastní]	80
Tabulka 8 Náklady na výrobu MR1 [vlastní]	80
Tabulka 9 Náklady na dodávku kabeláží a nosných konstrukcí [vlastní].....	81
Tabulka 10 Náklady na montáž kabelů a nosných konstrukcí [vlastní]	82
Tabulka 11 Hodinové náklady včetně dopravy [vlastní]	83
Tabulka 12 Celková cena za systém MaR [vlastní].....	83

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Část půdorysu 1. NP

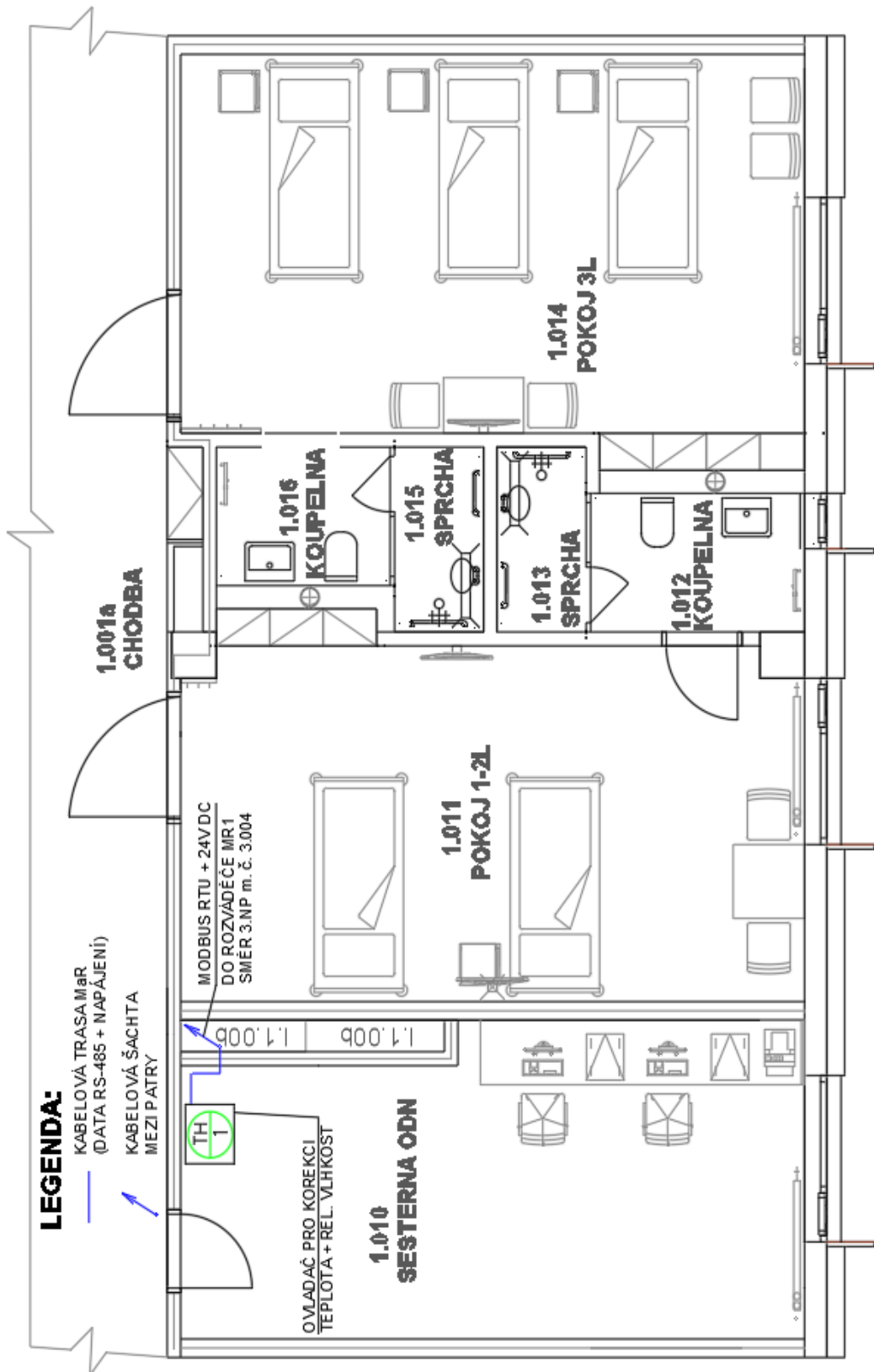
Příloha P II: Část půdorysu 3. NP

Příloha P III: Automatizační schéma VZT

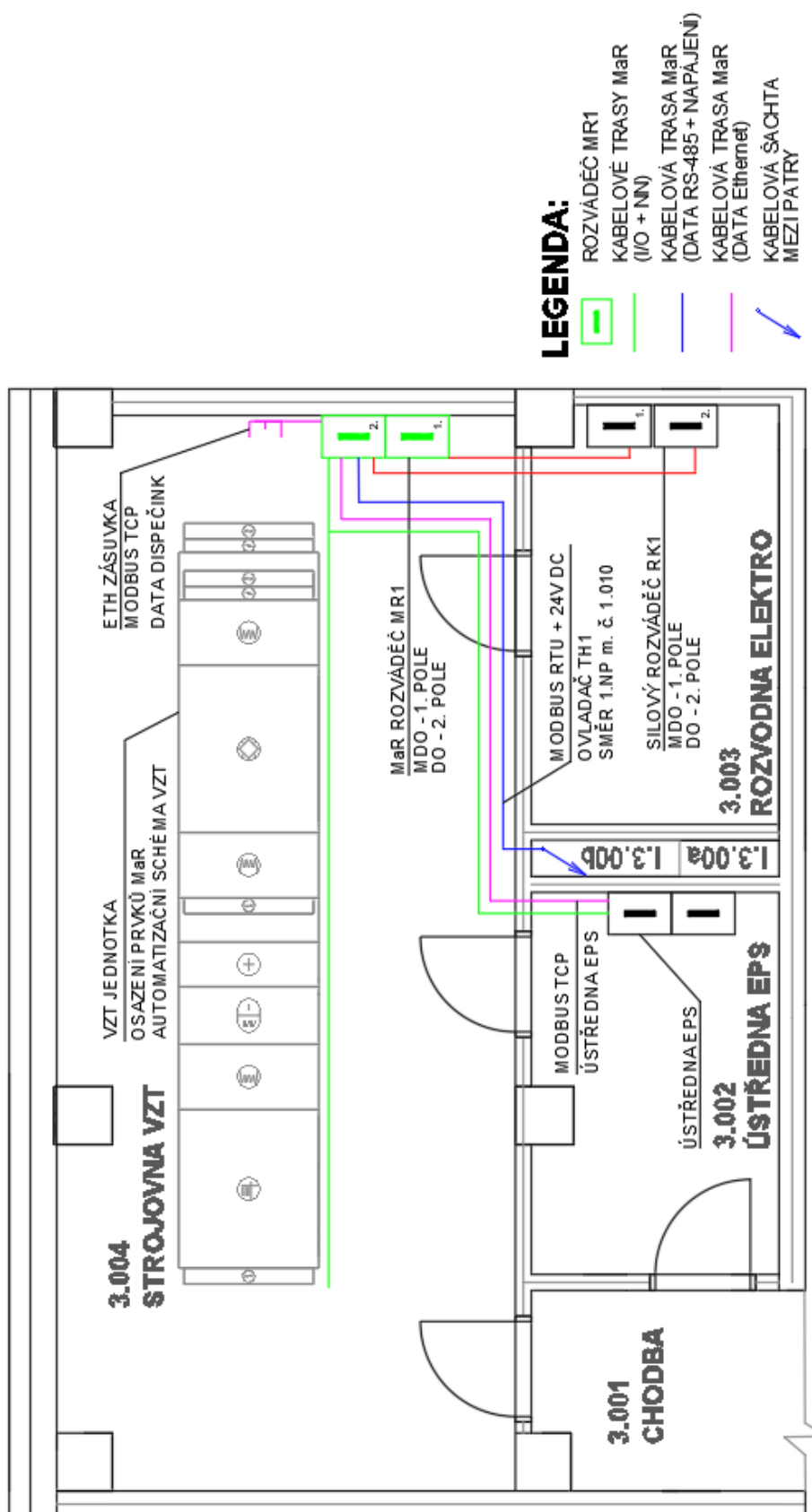
Příloha P IV: Schéma zapojení rozváděče MR1

Příloha P V: Kabelový seznam MR1

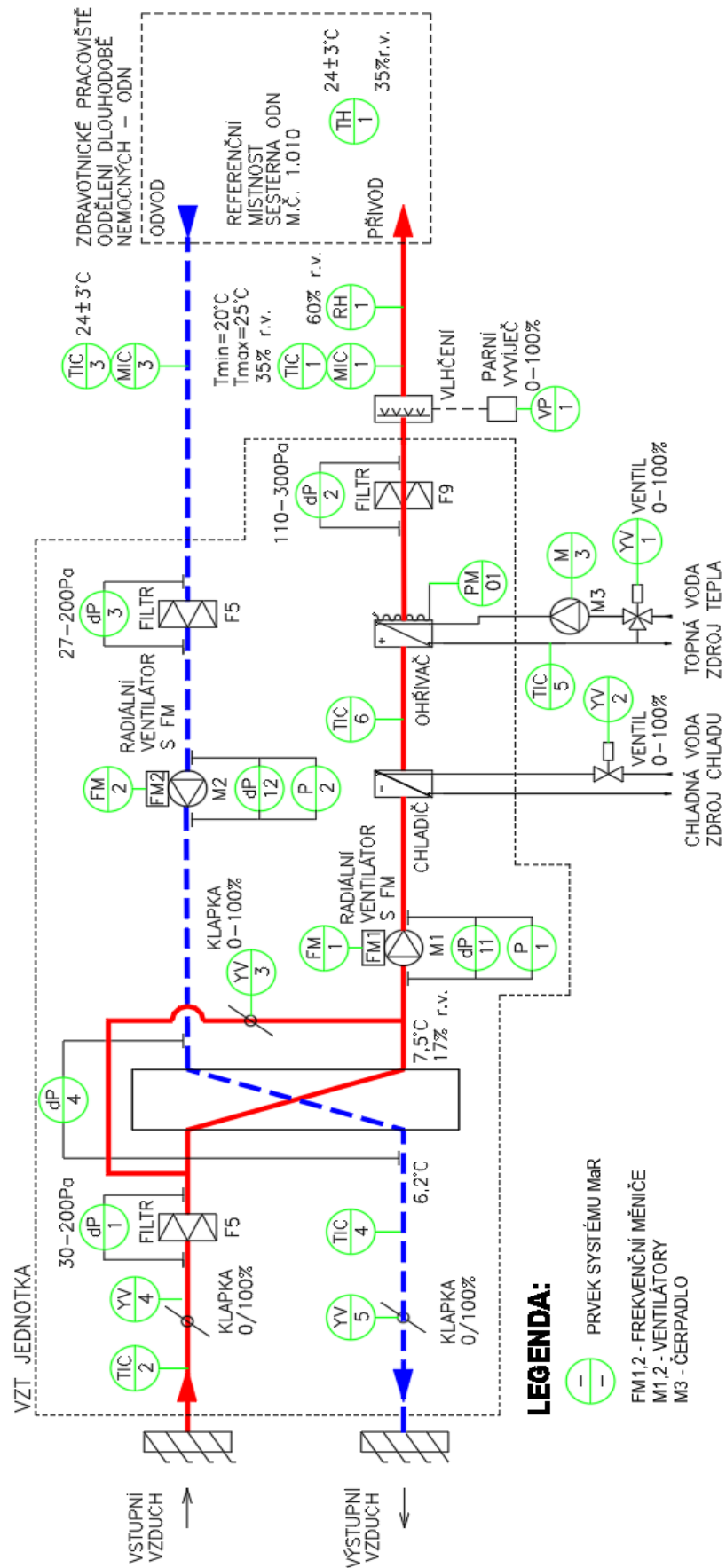
PŘÍLOHA P I: ČÁST PŮDORYSU 1. NP



PŘÍLOHA P II: ČÁST PŮDORYSU 3. NP

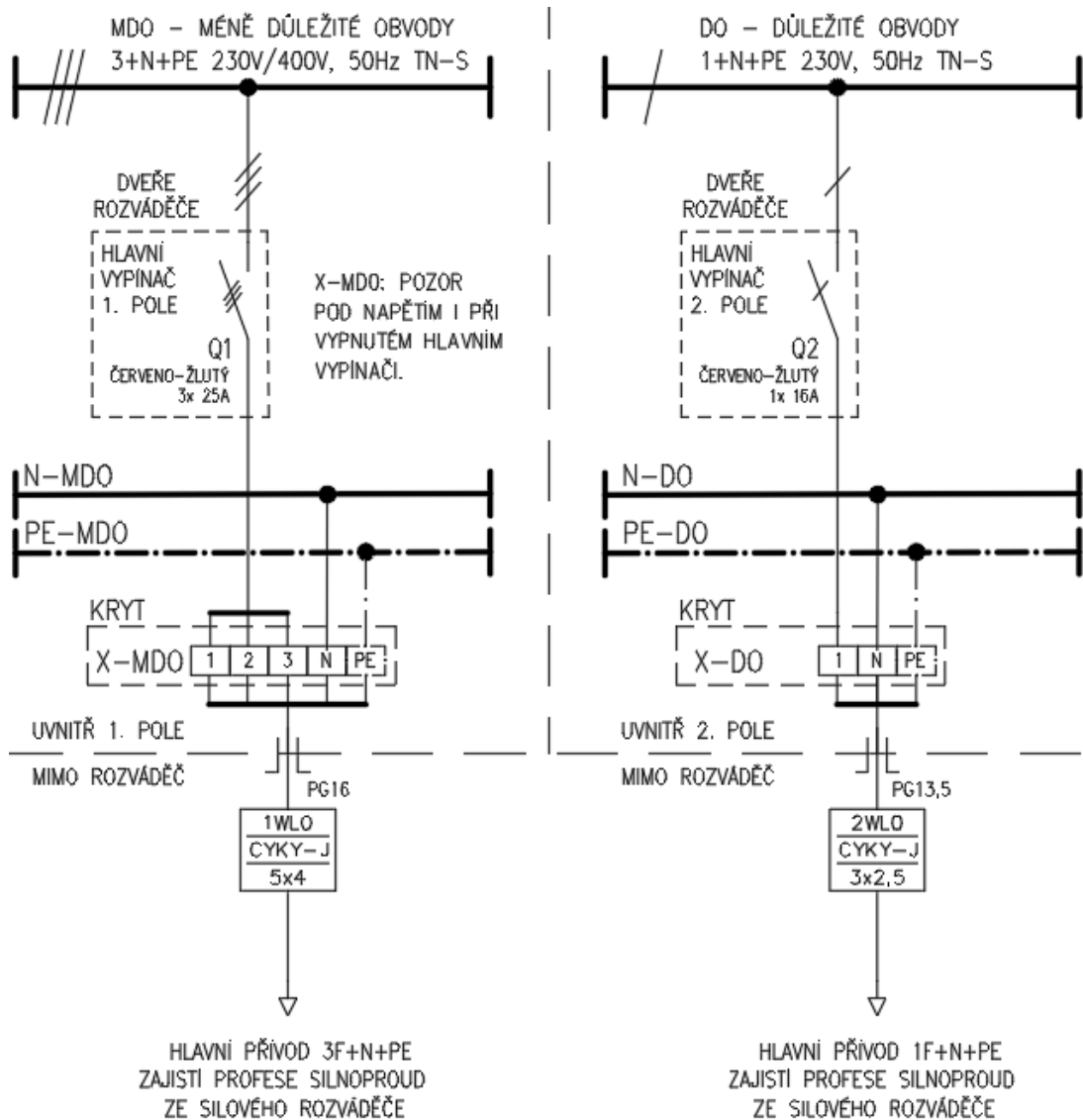


PŘÍLOHA P III: AUTOMATIZAČNÍ SCHÉMA VZT

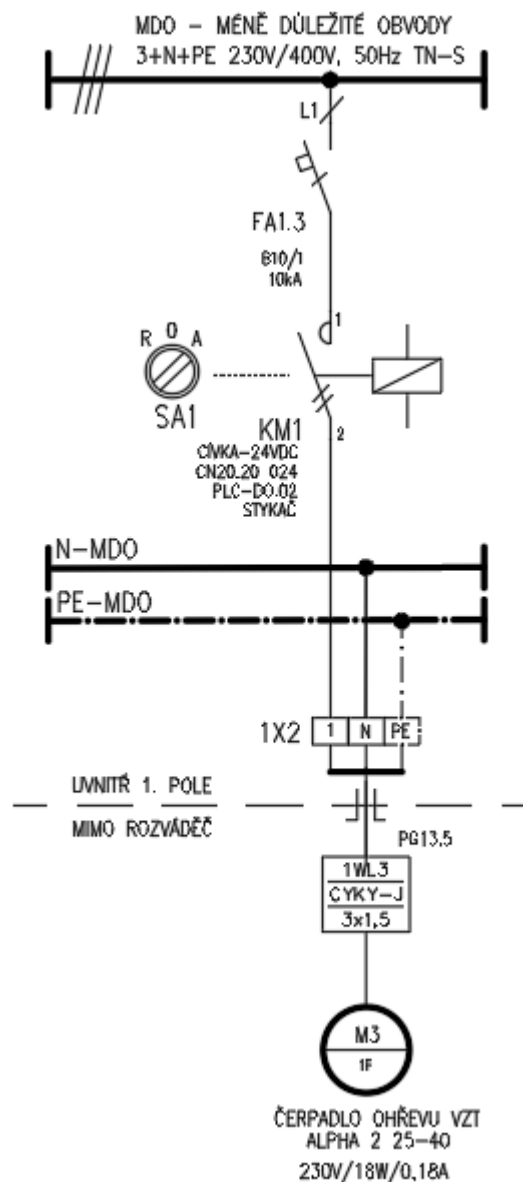


PŘÍLOHA P IV: SCHÉMA ZAPOJENÍ ROZVÁDĚČE MR1

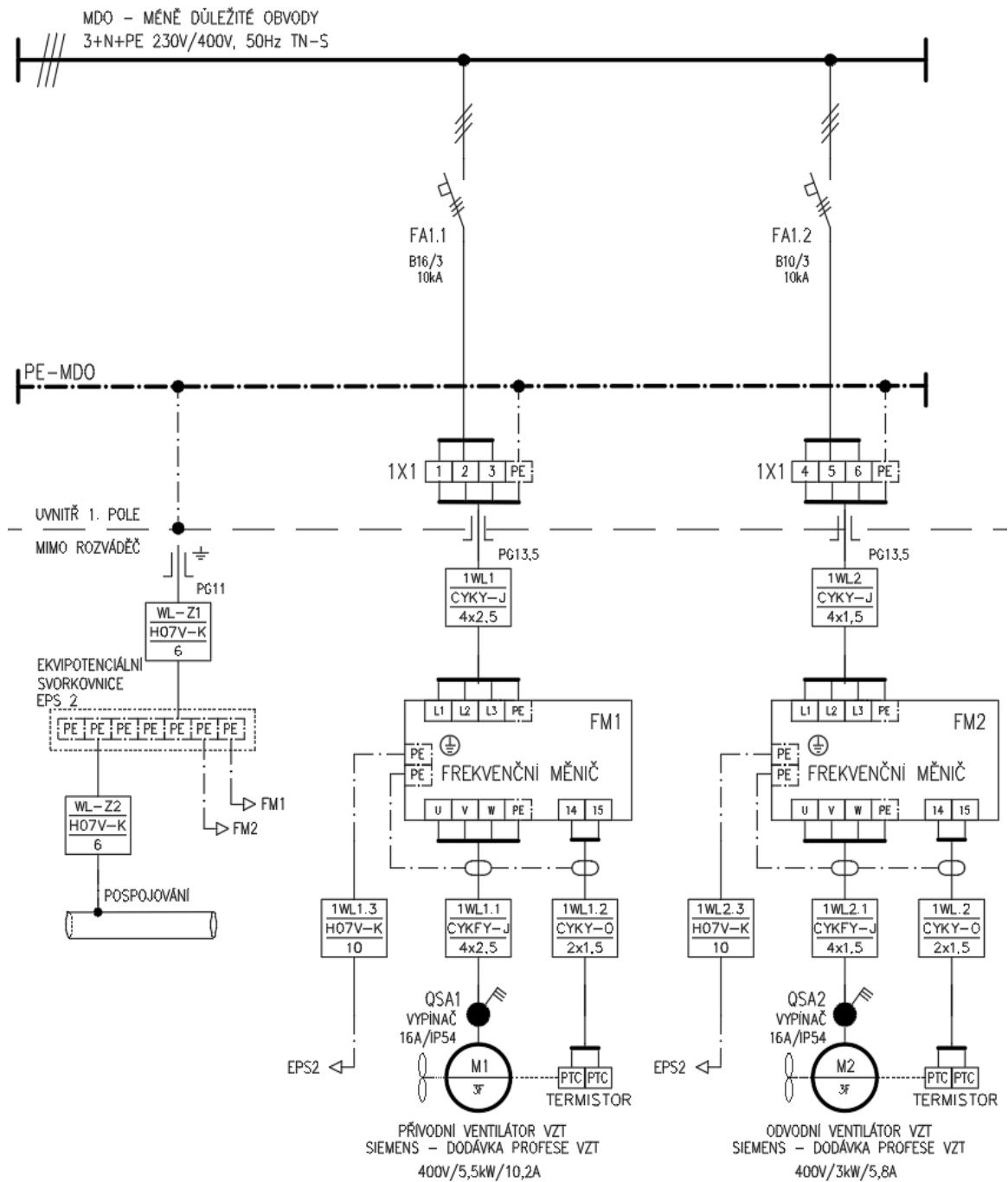
Návrh přívodů MDO a DO pro jednotlivá pole rozváděče. Vypínače Q1 a Q2 prezentují váčkové červeno-žluté vypínače. PG označují typ kabelové průchodky dle rozměru kabelu.



Připojení čerpadla ohřevu VZT. Přepínač „SA1“ slouží pro provoz čerpadla ve dvou režimech. „R“ značí ruční řízení, jenž je bez regulace a vazby na řídicí systém MaR. Tato funkce slouží pouze pro servisní účely. Poloha „A“ slouží pro řízení čerpadla v automatu, tedy přes řídicí systém. Prvek označen jako „FA“ představuje jistič. Spínacím prvkem čerpadla je stykač „KM1“ s cívkou, jenž je ovládána napětím 24 VDC přes přepínač „SA1“ nebo přes digitální výstup z AMiNi4W2.



Frekvenční měniče se nachází u motorů ventilátorů VZT jednotek. Mezi motorem ventilátoru a frekvenčním měničem je navržen vypínač, jenž slouží pro nouzové odstavení obsluhou, když dojde k nežádoucímu chování motoru nebo ventilátoru.



Napájení zdroje (24 VDC), bezpečnostního transformátoru (24 VAC) a servisní zásuvky je chráněno přepětovou ochranou. Trubičkové pojistky jsou označeny jako „FU“.

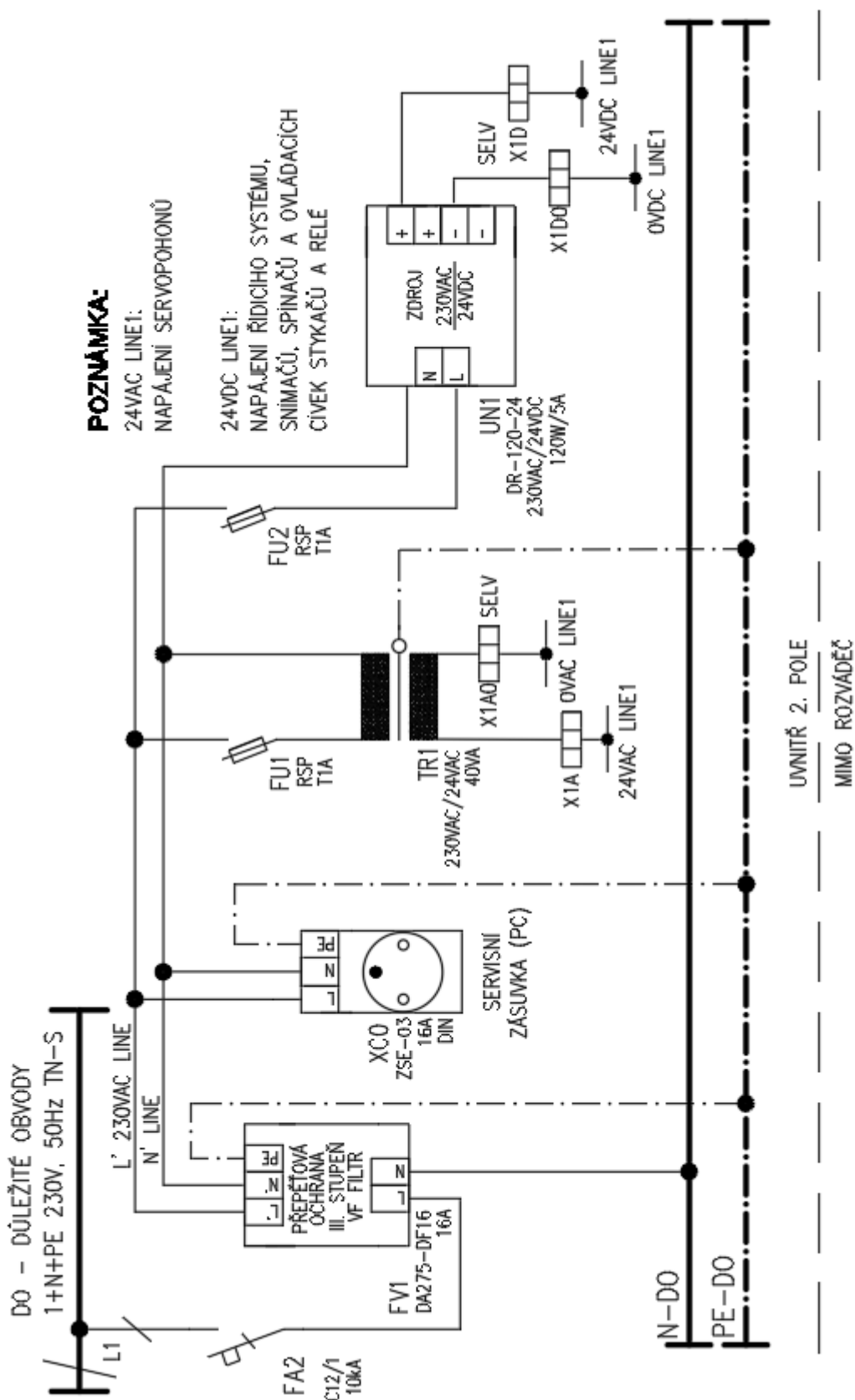
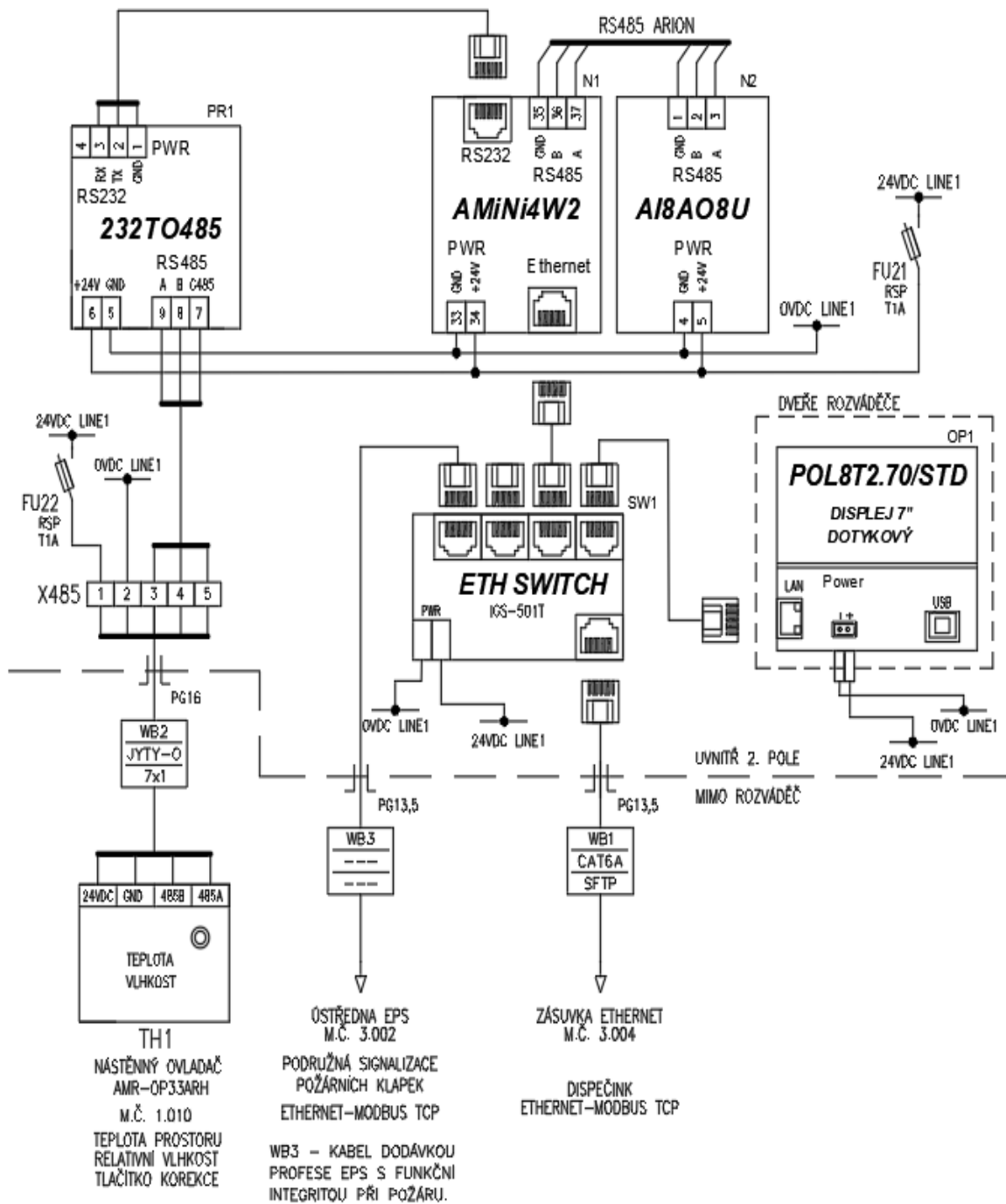
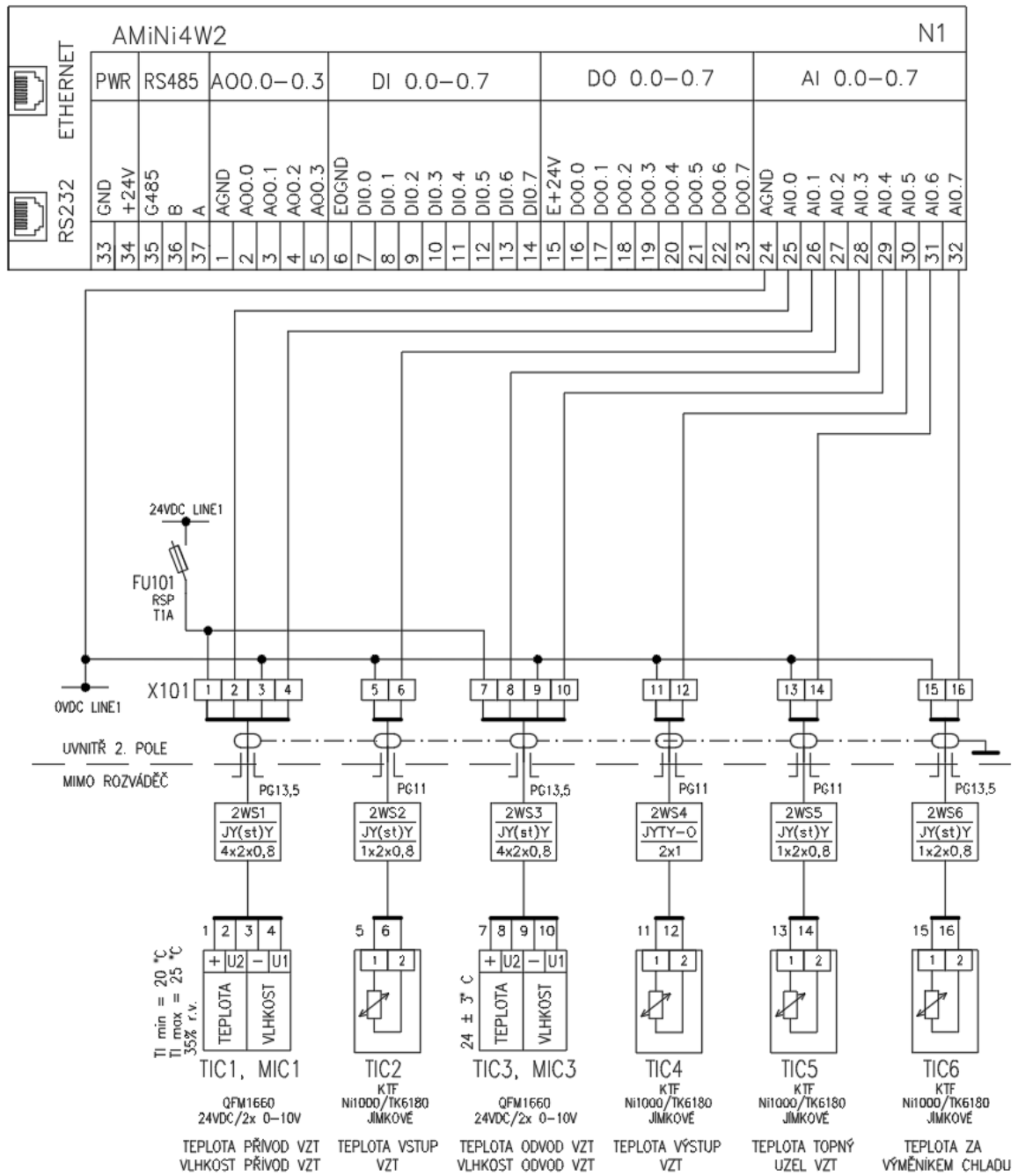


Schéma zapojení řídicího systému včetně jeho vazeb.

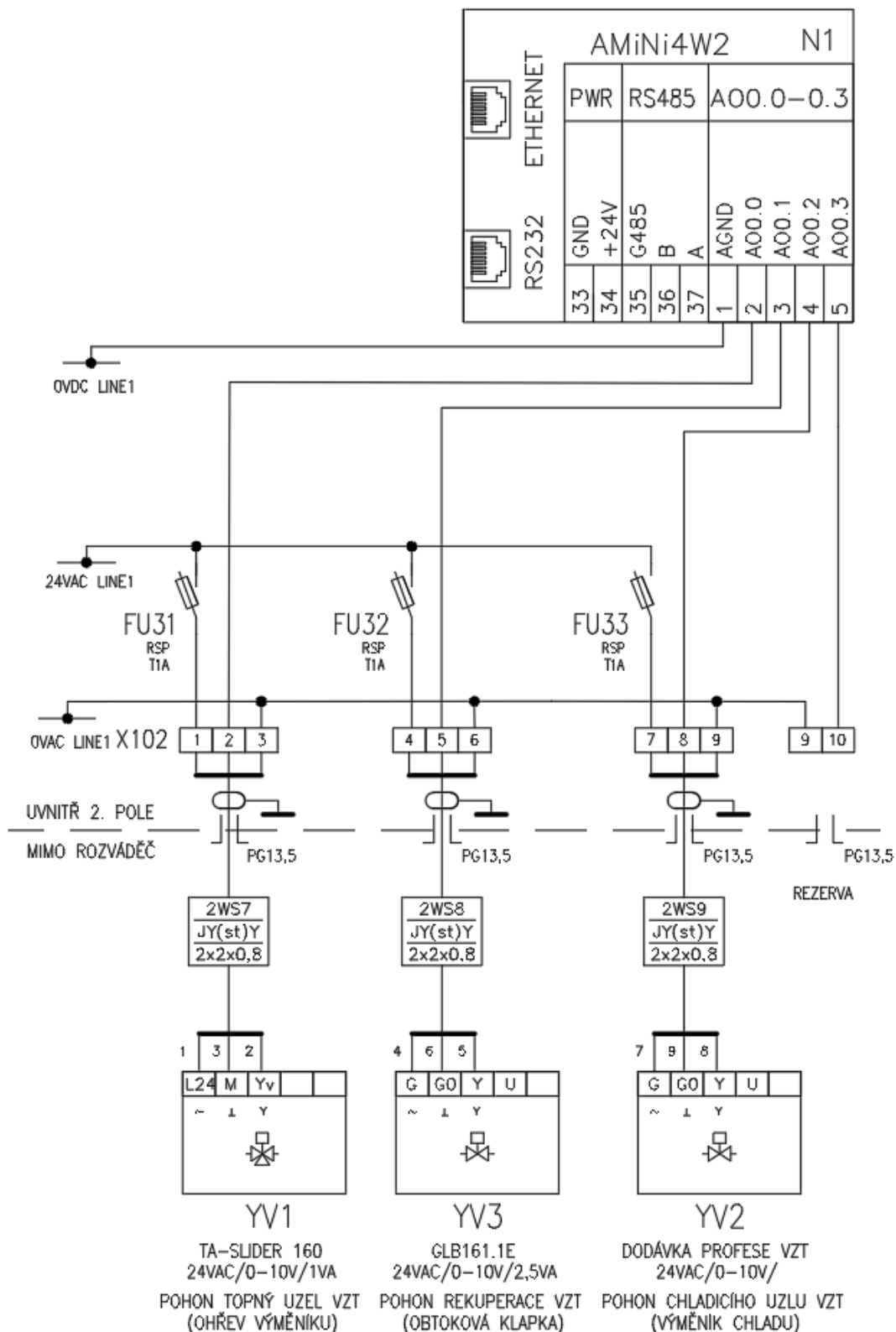


Blokové schéma AMiNi4W2 s veškerými vstupy a výstupy včetně připojovacích svorek.

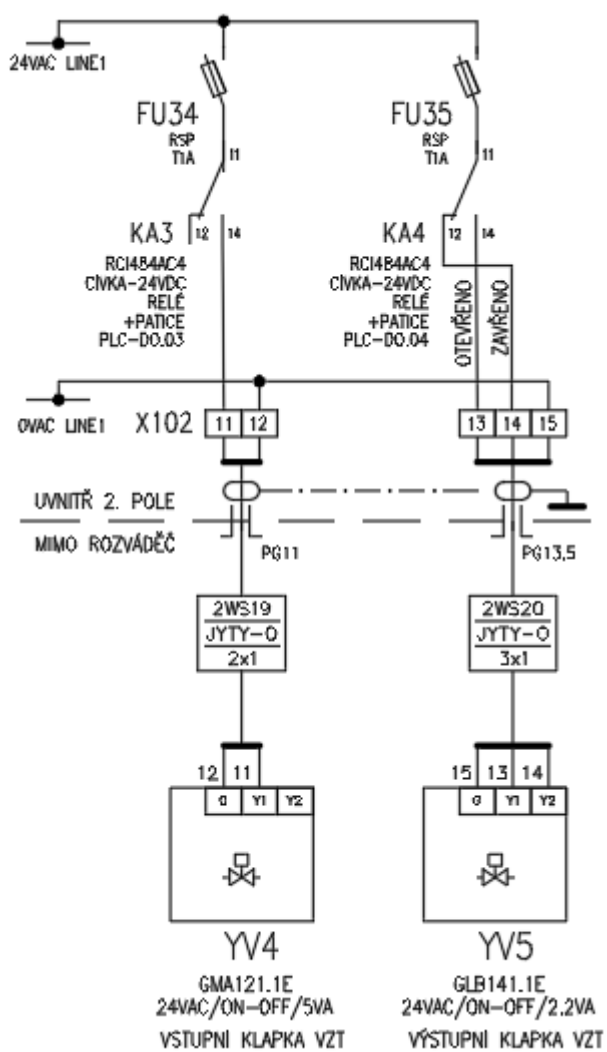
Níže jsou části polní instrumentace, jež jsou do PLC připojeny na analogové vstupy.



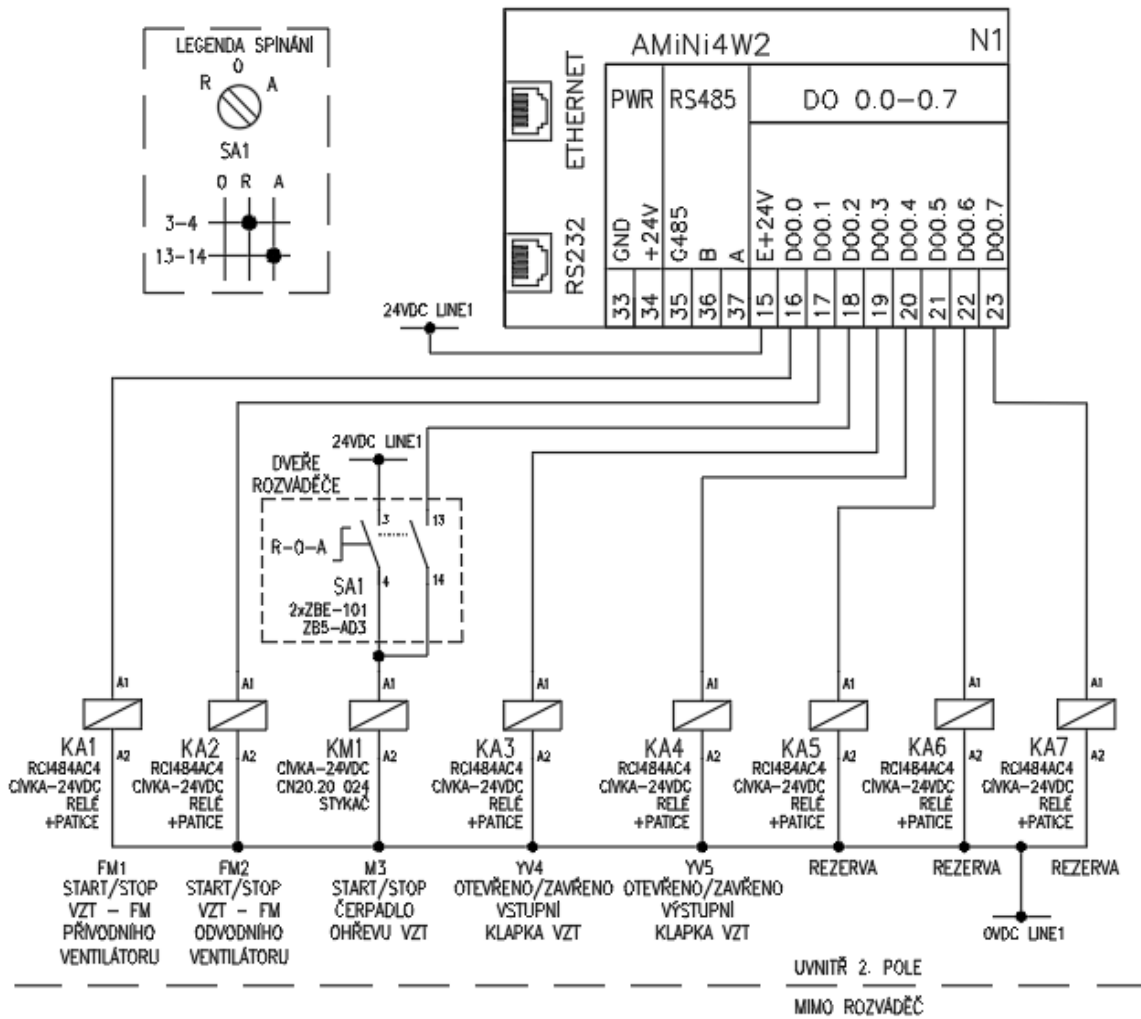
Zapojení servopohonu prostřednictvím analogových výstupů.



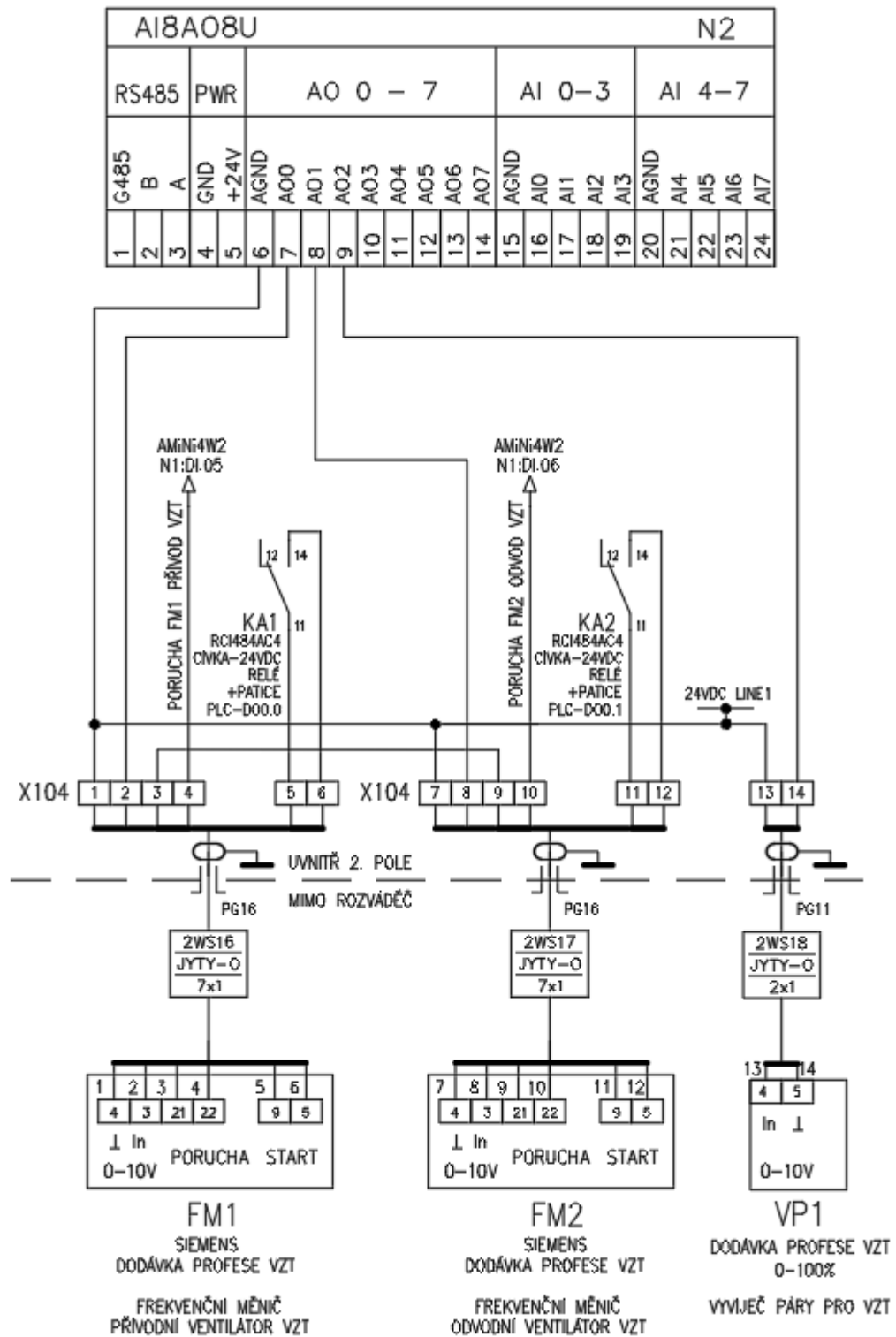
Servopohony klapek jsou spínány přes paticové relé „KA“. Cívka relé je ovládána přes digitální výstup z AMiNi4W2.



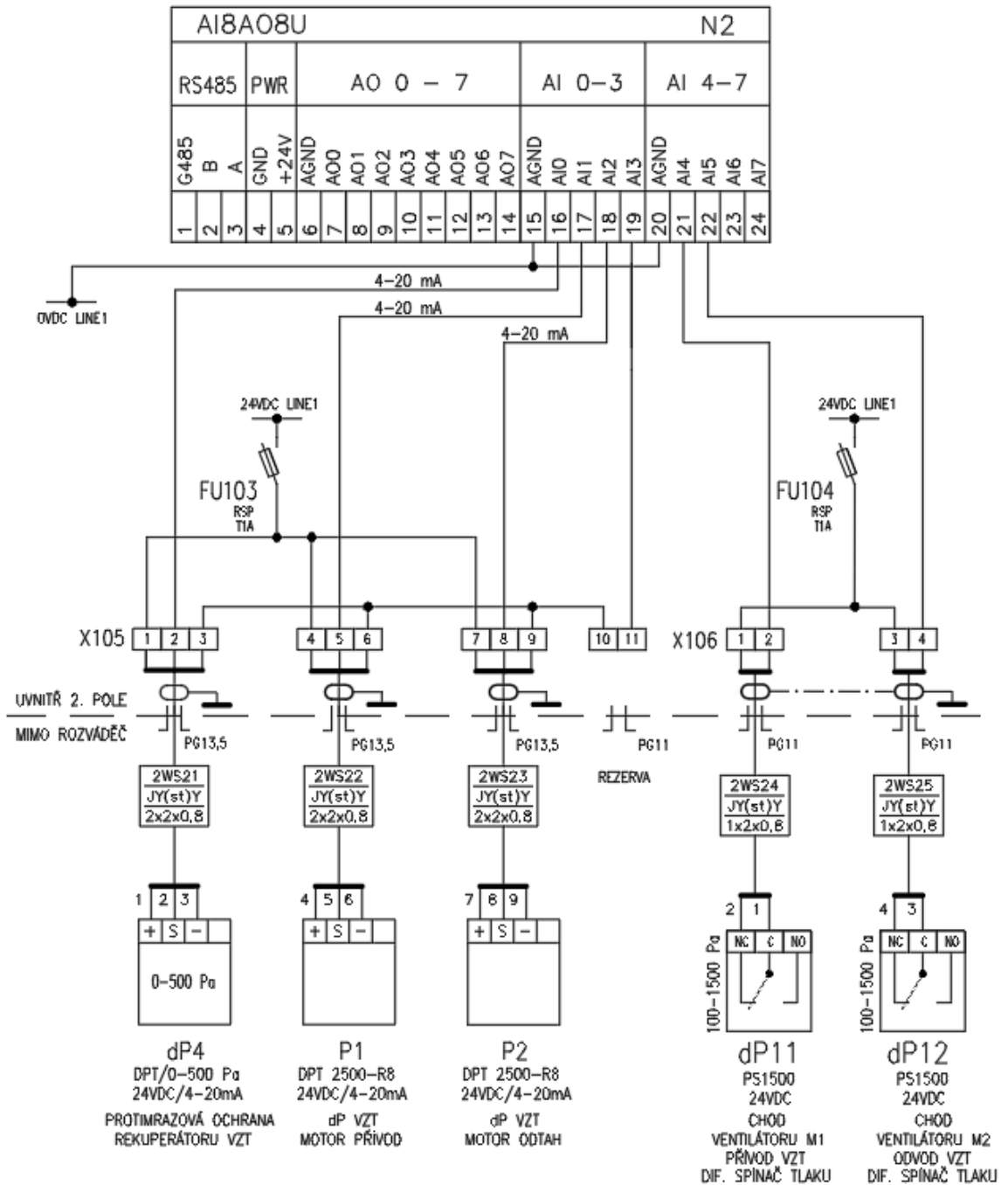
Ovládací část je navržena prostřednictvím cívek spínacích prvků. Legenda spínání slouží pro upřesnění poloh přepínače SA1.



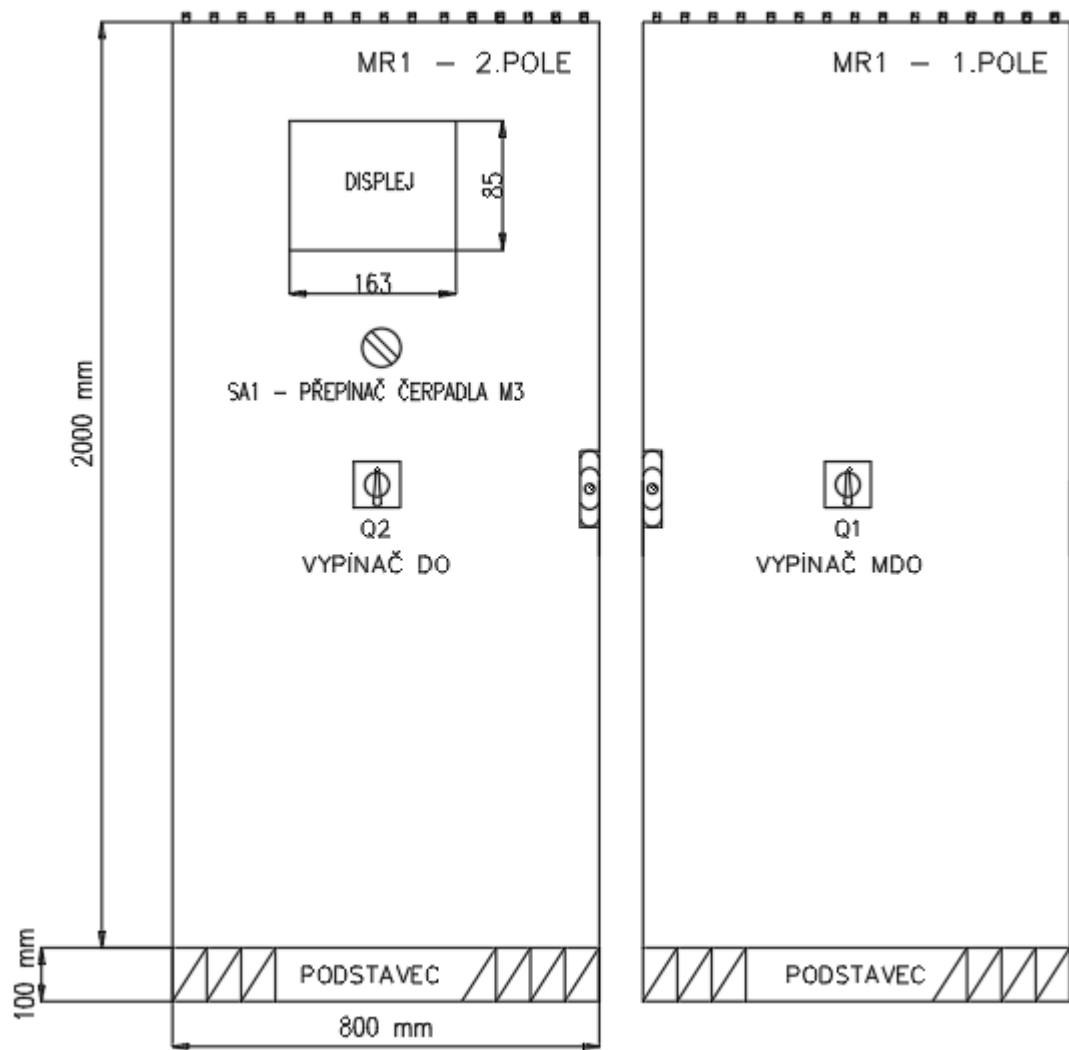
Řízení otáček ventilátorů přes frekvenční měniče je provedeno z analogových výstupů modulu AMRIO-AI8AO8U. Poruchové signály z frekvenčních měničů směřují na digitální vstupy AMiNi4W2, viz odkaz. Zapnutí frekvenčních měničů „START“ je umožněno přes paticové relé, viz digitální výstupy AMiNi4W2. Dále je řízen výkon parního vyvíječe.



Připojení polní instrumentace na univerzální vstupy rozšiřujícího modulu AI8AO8U.



Osazení dveří jednotlivých polí. Směr otevírání dveří: 2. pole - doleva, 1. pole - doprava.



PŘÍLOHA P V: KABELOVÝ SEZNAM MR1

POLNÍ INSTRUMENTACE				
OZNAČENÍ	TYP KABELU	ODKUD	KAM	POZNÁMKA
2WS1	JY(st)Y 4x2x0,8	MR1 - 2. pole	TIC1, MIC1	Snímač teploty, vlhkost přívod VZT
2WS2	JY(st)Y 1x2x0,8	MR1 - 2. pole	TIC2	Snímač teploty vstup VZT
2WS3	JY(st)Y 4x2x0,8	MR1 - 2. pole	TIC3, MIC3	Snímač teploty, vlhkost odvod VZT
2WS4	JYTY-O 2x1	MR1 - 2. pole	TIC4	Snímač teploty výstup VZT
2WS5	JY(st)Y 1x2x0,8	MR1 - 2. pole	TIC5	Snímač teploty topný uzel VZT
2WS6	JY(st)Y 1x2x0,8	MR1 - 2. pole	TIC6	Snímač teploty za výměníkem chladu
2WS7	JY(st)Y 2x2x0,8	MR1 - 2. pole	YV1	Pohon ventilu topného uzlu VZT
2WS8	JY(st)Y 2x2x0,8	MR1 - 2. pole	YV3	Pohon rekuperátoru VZT
2WS9	JY(st)Y 2x2x0,8	MR1 - 2. pole	YV2	Pohon ventilu chladicího uzlu VZT
2WS10	JY(st)Y 1x2x0,8	MR1 - 2. pole	dP1	Diferenční spínač tlaku - filtr vstup
2WS11	JY(st)Y 1x2x0,8	MR1 - 2. pole	dP2	Diferenční spínač tlaku - filtr přívod
2WS12	JY(st)Y 1x2x0,8	MR1 - 2. pole	dP3	Diferenční spínač tlaku - filtr odvod
2WS13	JY(st)Y 2x2x0,8	MR1 - 2. pole	RH1	Hygrostat přívod VZT
2WS14	JY(st)Y 2x2x0,8	MR1 - 2. pole	PMO1	Protimrazová ochrana ohřívače VZT
2WS15	dodávka EPS	EPS ústředna	MR1 - 2. pole	Signál z EPS pro blokaci chodu VZT
2WS16	JYTY-O 7x1	MR1 - 2. pole	FM1	Start/stop, řízení a porucha z FM
2WS17	JYTY-O 7x1	MR1 - 2. pole	FM2	Start/stop, řízení a porucha z FM
2WS18	JYTY-O 2x1	MR1 - 2. pole	VP1	Řízení výkonu parního vyvíječe
2WS19	JYTY-O 2x1	MR1 - 2. pole	YV4	Pohon vstupní klapky VZT
2WS20	JYTY-O 3x1	MR1 - 2. pole	YV5	Pohon výstupní klapky VZT
2WS21	JY(st)Y 2x2x0,8	MR1 - 2. pole	dP4	Dif. Snímač rekuperátoru VZT
2WS22	JY(st)Y 2x2x0,8	MR1 - 2. pole	P1	Dif. snímač tlaku VZT - motor přívod
2WS23	JY(st)Y 2x2x0,8	MR1 - 2. pole	P2	Dif. snímač tlaku VZT - motor odtah
2WS24	JY(st)Y 1x2x0,8	MR1 - 2. pole	dP11	Dif. snímač tlaku - ventilátor přívod
2WS25	JY(st)Y 1x2x0,8	MR1 - 2. pole	dP12	Dif. snímač tlaku - ventilátor odvod

KOMUNIKAČNÍ PŘÍPOJKY				
OZNAČENÍ	TYP KABELU	ODKUD	KAM	POZNÁMKA
WB1	SFTP CAT6A	MR1 - 2. pole	ETH zásuvka	Připojení rozváděče na dispečink
WB2	JYTY-O 7x1	MR1 - 2. pole	TH1	Připojení nástěnného ovladače
WB3	dodávka EPS	EPS ústředna	MR1 - 2. pole	Modbus TCP polohy požárních klapek

PŘIPOJENÍ SILOVÝCH ČÁSTÍ A UZEMNĚNÍ				
OZNAČENÍ	TYP KABELU	ODKUD	KAM	POZNÁMKA
1WL0	CYKY-J 5x4	MDO - sil.	MR1 - 1. pole	MDO přívod ze silového rozváděče
2WL0	CYKY-J 3x2,5	DO - sil.	MR1 - 2. pole	DO přívod ze silového rozváděče
WL-Z1	H07V-K 6	MR1 - 1. pole	EPS2	Uzemnění rozváděče do EPS2
WL-Z2	H07V-K 6	EPS2	vodivé části	Doplňkové ochranné pospojování
1WL1	CYKY-J 4x2,5	MR1 - 1. pole	FM1	Připojení frekvenčního měniče
1WL1.1	CYKFY-J 4x2,5	FM1	M1	Připojení ventilátoru k FM
1WL1.2	CYKY-O 2x1,5	M1	FM1	Termistorová ochrana motoru
1WL1.3	H07V-K 10	FM1	EPS2	Pospojování FM do EPS2
1WL2	CYKY-J 4x1,5	MR1 - 1. pole	FM2	Připojení frekvenčního měniče
1WL2.1	CYKFY-J 4x1,5	FM2	M2	Připojení ventilátoru k FM
1WL2.2	CYKY-O 2x1,5	M2	FM2	Termistorová ochrana motoru
1WL2.3	H07V-K 10	FM2	EPS2	Pospojování FM do EPS2
1WL3	CYKY-J 3x1,5	MR1 - 1. pole	M3	Připojení čerpadla ohřevu VZT