

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Návrh telemetrického rozvaděče
pro plynovou regulační stanici**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2020/2021

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

Jméno a příjmení: **Bc. Karel NOVÁK**
Osobní číslo: **E18N0012K**
Studijní program: **N2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Téma práce: **Návrh telemetrického rozvaděče pro plynovou regulační stanici**
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky**

Zásady pro vypracování

1. Popište funkci telemetrického rozvaděče v souvislosti s regulační stanicí plynu. Uveďte dříve používané varianty rozvaděčů.
2. Navrhněte telemetrický rozvaděč pro regulační stanici plynu.
3. Zkonstruujte a připravte rozvaděč pro provoz v konkrétní regulační stanici.
4. Ověřte parametry rozvaděče při nasazení v regulační stanici.
5. Zhodnoťte výsledky provozu telemetrického rozvaděče.


Rozsah diplomové práce: **40 – 60 stran**
Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Patranabis: Telemetry Principles. Tata McGraw-Hill Education, 1999. ISBN 9780074637951
2. Dilip Patel: Introduction Practical PLC (Programmable Logic Controller) Programming. GRIN Verlag, 2018. ISBN 9783668649378

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Zdeněk Kubík, Ph.D.**
Katedra elektroniky a informačních technologií

Datum zadání diplomové práce: **9. října 2020**
Termín odevzdání diplomové práce: **27. května 2021**



Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
děkan





Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 9. října 2020

Anotace

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na návrh telemetrického rozvaděče pro regulační stanici plynu, včetně celého řídicího systému, který je jeho nedílnou součástí. Práce je rozdělena do čtyř částí; první popisuje distribuční soustavu, druhy regulačních stanic a uvádí dříve používané varianty telemetrických rozvaděčů. Druhá část uvádí návrh rozvaděče, požadavky na rozvaděč, dokumentaci a softwarové vybavení rozvaděče. Třetí část popisuje výrobu a oživení rozvaděče. Čtvrtá část se pak zaměřuje na nasazení rozvaděče v reálném provozu na konkrétní regulační stanici plynu.

Klíčová slova

Telemetrie, telemetrický rozvaděč, návrh rozvaděče, regulační stanice plynu, dálkové sledování dat na regulační stanici

Abstract

The presented diploma thesis is focused on the design of a telemetry switchgear for a gas control station, including the entire control system, which is an integral part of it. The work is divided into four parts; the first describes the gas distribution system, types of gas control stations and lists previously used variants of telemetry switchgears. The second part presents design of the new switchgear, requirements for the switchgear, documentation and software for the switchgear. The third part describes the production of the switchgear and shows the uploading of control software to the switchgear. The fourth part focuses on the installation of the switchgear in a standard operation mode at a specific gas control station.

Key words

Telemetry, telemetry switchgear, switchgear design, gas control station, remote data monitoring at the control station

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 27.5.2021

Karel Novák

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému zaměstnavateli, společnosti MPC System, spol. s r.o., za umožnění vytvoření této práce.

Také bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Zdeňkovi Kubíkovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

1	ÚVOD	1
2	TEORIE, POPIS FUNKCE A PŘEDCHOZÍ VARIANTY ROZVADĚČE	2
2.1	TYPY REGULAČNÍCH STANIC PLYNU.....	2
2.1.1	VTL RS.....	8
2.1.2	STL RS.....	11
2.2	POPIS FUNKCE ROZVADĚČE.....	13
2.3	PŘEDCHOZÍ VARIANTY ROZVADĚČE	13
2.3.1	První varianta rozvaděče – 2000 až 2007.....	15
2.3.2	Druhá varianta rozvaděče – 2007 až 2017	18
3	NÁVRH TELEMETRICKÉHO ROZVADĚČE	21
3.1	ZADÁNÍ – POŽADAVKY	21
3.2	REALIZACE NÁVRHU.....	25
3.3	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ.....	26
3.3.1	Dokumentace.....	27
3.3.2	Seznam vstupů a výstupů.....	29
3.3.3	Schéma zapojení.....	30
3.3.4	Konstrukční řešení rozvaděče.....	30
3.3.5	Technologické schéma.....	32
3.4	SW VYBAVENÍ ROZVADĚČE.....	33
3.4.1	Definice proměnných k ukládání.....	35
3.4.2	Regulace teploty plynu	35
3.4.3	Způsob snímání analogových signálů (tlak a teplota).....	37
3.4.4	Měření průtoku plynu	37
4	KONSTRUKCE TELEMETRICKÉHO ROZVADĚČE	39
4.1	VÝROBA ROZVADĚČE	39
4.1.1	Příprava výroby.....	39
4.1.2	Osazení plechu	40
4.1.3	Drátování rozvaděče	41
4.1.4	Kompletace rozvaděče.....	41
4.2	OŽIVENÍ ROZVADĚČE.....	43
5	REÁLNÉ NASAZENÍ ROZVADĚČE DO PROVOZU	45
5.1	MONTÁŽ.....	46
5.1.1	Montáž rozvaděče.....	47
5.1.2	Připojení snímačů.....	48
5.1.3	Snímání polohy bezpečnostních klapek	49
5.1.4	Snímání hodnot tlaku.....	50
5.1.5	Snímání hodnot teploty.....	51
5.1.6	Přepětíové ochrany	51
5.1.7	Ochrana proti nebezpečí výbuchu v prostředí zóny 2	52
5.1.8	Uzemnění.....	53
5.2	ZKOUŠKY A UVEDENÍ DO PROVOZU	53
6	ZÁVĚR	58
	SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	60

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	61
SEZNAM OBRÁZKŮ	62
SEZNAM TABULEK	62
PŘÍLOHY	63

1 Úvod

Regulační stanice plynu je strategicky důležité místo pro provozovatele distribuční sítě plynu, o kterém je potřeba mít aktuální informace z mnoha různých důvodů. Na takovéto stanici se sleduje řada proměnných, například tlak, teplota, průtok plynu a poloha bezpečnostních uzávěrů.

Návrh celého telemetrického systému, který je určený pro sledování údajů na regulační stanici, je předmětem této práce. Společnost MPC System, spol s r.o. tyto systémy dodává provozovateli distribuční sítě plynu více než dvacet let. Za tuto dobu už se telemetrický rozvaděč, včetně operačního systému, několikrát inovoval a tato práce je zaměřená na návrh nejnovější aktuálně používané varianty, která se začala nasazovat v roce 2018.

2 Teorie, popis funkce a předchozí varianty rozvaděče

V této kapitole jsou podrobněji popsány regulační stanice plynu jako takové, jejich základní typy a jejich účel v distribuční síti plynu. Jako vzorová síť byla vybrána distribuční síť Jihočeského kraje v současné době provozovaná společností EG.D, a.s. Dále bude uveden podrobnější popis funkce telemetrického systému a ukázka předchozích používaných variant rozvaděče.

2.1 Typy regulačních stanic plynu

Distribuční síť zemního plynu se provozuje na úrovních nízkého tlaku (NTL – 0 až 5,0 kPa), středního tlaku (STL – 5,0 kPa až 400 kPa), vysokého tlaku (VTL – 0,4 MPa až 4,0 MPa) a velmi vysokého tlaku (VVTL – nad 4,0 MPa).



Obrázek 2.1 Distribuční síť zemního plynu na mapě, převzato z [2]

VVTL distribuční soustava je tvořena převážně předávacími regulačními stanicemi (PRS), které slouží jako předávací místo mezi tranzitním plynovodem NET4GAS, s.r.o. a distribučním plynovodem EG.D, a.s.

Tabulka 2.1 Velikost všech PRS dle maximálního možného průtoku [1]

Název stanice	Max. možný průtok
PRS Dub	200 000 m ³ /hod
PRS Lodhěřov	200 000 m ³ /hod
PRS Zvěrkovice	29 500 m ³ /hod
PRS Žišov	50 000 m ³ /hod
PRS Bělčice	1 200 m ³ /hod
PRS Lnáře	2 000 m ³ /hod
PRS Březí u Blatné	1 200 m ³ /hod

Dále je distribuční soustava také částečně zásobována pomocí měřících stanic (MS), potažmo předávacími místy (PM) mezi distribučními soustavami EG.D, a.s. a RWE GasNet, s.r.o.

Tabulka 2.2 Velikost MS a PM dle maximálního možného průtoku [1]

Název stanice	Max. možný průtok
MS Velký Pěčín	10 000 m ³ /hod
MS Čečelovice	1 200 m ³ /hod
MS Šebířov	40 000 m ³ /hod
PM Kasejovice	15 000 m ³ /hod

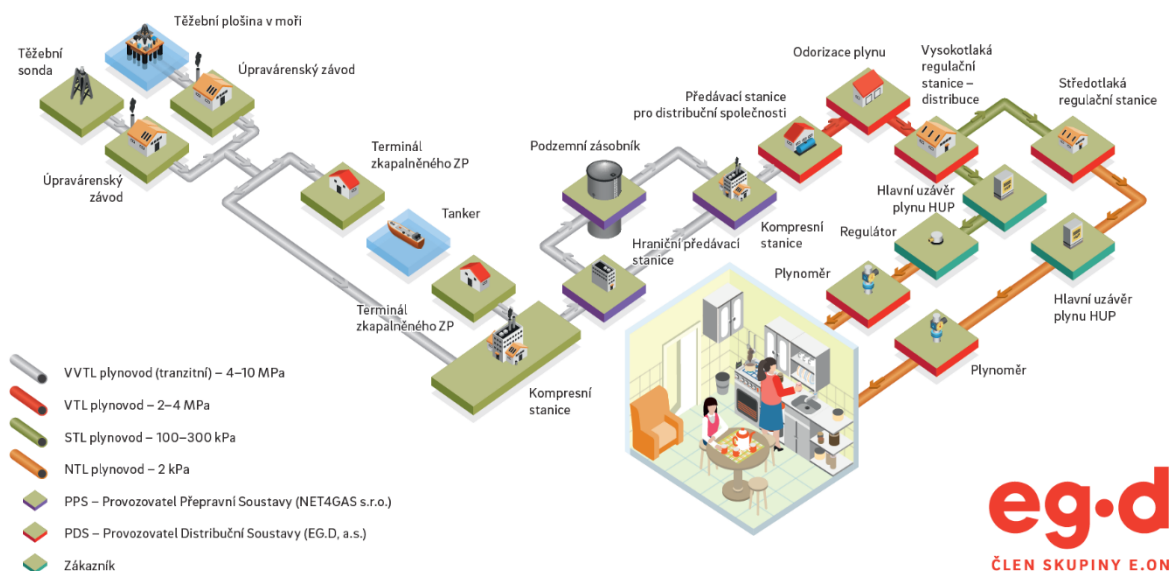
Z toho MS Šebířov a PM Kasejovice se používají pouze ve výjimečných havarijních, nebo výpomocných dodávkách mezi distribučními soustavami.

VTL distribuční soustava se dělí z provozního hlediska na tři samostatné VTL okruhy. První VTL okruh tvoří většina všech VTL plynovodů na území EG.D, a.s. a je zásobován třemi předávacími stanicemi – PRS Dub, PRS Lodhěřov a PRS Zvěrkovice. Druhý VTL okruh je lokální a nachází se v regionu Jindřichův Hradec. Tento okruh je zásobován jednou měřící stanicí – MS Velký Pěčín. Třetí VTL okruh, který zásobuje PRS Žišov, se nachází v regionu Tábor. Všechny plynovody VTL jsou chráněné ochranou proti korozi prostřednictvím stanic katodové ochrany (SKAO). Nedílnou součástí vysokotlaké distribuční soustavy jsou VTL regulační stanice, které zásobují STL distribuční soustavy.

STL distribuční soustavy jsou ve většině případů zásobovány plynem z vysokotlakých regulačních stanic plynu (VTL / STL). Bývá zvykem, že jedna VTL regulační stanice zásobuje ucelenou lokalitu. Výjimkou jsou města s větším počtem obyvatel nebo STL soustavy, ve kterých jsou průmyslové závody s velkou spotřebou zemního plynu.

NTL distribuční soustavy jsou napájeny plynem ze středotlakých regulačních stanic (STL / NTL). Takovéto sítě se nacházejí nejčastěji v historických centrech krajských měst a na rozsáhlejších sídlištích.

Distribuční síť – plyn



Obrázek 2.2 Schématický nákres cesty zemního plynu, převzato z [3]

Tabulka 2.3 Rozdělení distribuční soustavy zemního plynu EG.D, a.s. [1]

Číslo okruhu	Soustava	Zdroje
1	VTL	PRS Dub, PRS Lodhéřov, PRS Zvěrkovice
2	VTL	PRS Žišov
3	VTL	MS Velký Pěčín
4	STL	PRS Březí u Blatné
5	STL	PRS Lnáře
6	STL	PRS Bělčice
7	STL	MS Čechelovice

Rozsah distribučních zařízení EG.D, a.s. platné ke konci roku 2019 je následující [1]:

- VVTL / VTL stanice – 4 ks,
- VTL / STL stanice – 282 ks,
- STL / NTL stanice – 51 ks,
- SKAO – 68 ks,
- Plynovody VTL – 1221 km,
- Plynovody STL – 2407 km,
- Plynovody NTL – 275 km.

Rozvaděče pro telemetrické sledování na regulačních stanicích jsou tedy převážně dodávány na VTL a STL RS. VTL RS mají vysokotlaký vstup a probíhá v nich snižování tlaku plynu z vysokotlakého na středotlaký pomocí k tomu určených regulátorů. Středotlaké stanice pak mají středotlaký vstup a výstup nízkotlaký, takovýchto stanic je méně než vysokotlakých stanic.

Tlak plynu může být udáván a měřen v relativní nebo absolutní hodnotě. Relativní tlak znamená, že vyjadřuje tlak plynu vůči tlaku atmosférickému, tedy tlaku okolního vzduchu. Absolutní tlak plynu znamená, že hodnota je vztažena vůči tlaku vakua. V tomto případě je tedy hodnota absolutního tlaku přibližně o 100 kPa větší než relativní.

Každá regulační stanice má dvě řady plynového potrubí. Jedna je provozní a druhá záložní. Na každé řadě je regulátor, který zajišťuje již zmíněnou redukci tlaku plynu. Na každé řadě jsou také dva bezpečnostní uzávěry, které v případě poklesu tlaku v potrubí úplně uzavřou potrubí. U starších typů je regulátor samostatné zařízení na potrubí namontované v sérii se dvěma bezpečnostními uzávěry. Jiné často používané provedení regulátoru má jeden bezpečnostní uzávěr přímo v sobě a druhý uzávěr je na potrubí v sérii s ním. Bezpečnostní uzávěry je nutné průběžně sledovat, protože v případě jejich funkčního uzavření a při spotřebování zbývajících plynu v uzavřené části potrubí hrozí zavzdušnění. V takovém případě je nutné obejít všechny koncové odběratele napojené na tuto část potrubí a na každém konci potrubí odzdušnit. Obě řady jsou otevřené a natlakované stejně, pouze záložní řada má nastavené BU a regulátor na jiné tlaky. Obecně na širší pracovní pásmo. Primárně tedy plyn protéká pouze přes provozní řadu. Při poklesu tlaku pod určitou hodnotu, nebo pokud tlak stoupne nad nastavenou hodnotu, BU na provozní řadě uzavřou potrubí

a záložní řada přebírá funkci a plyn protéká dále přes ní. Pokud tlak plynu poklesne nebo přesáhne nastavené hodnoty komponentů i na záložní řadě, BU zafungují i zde a potrubí se uzavře úplně.



Obrázek 2.3 Pohled na místnost technologie [archiv autora]

Na *Obrázku 2.3* jsou vidět u zadní stěny dvě řady potrubí, spodní je provozní a druhá nad ní je záložní. Spodní řada je provozní z praktického důvodu, při průtoku plynu se potrubí může rosit a voda odkapává na zem, kde ničemu nevádí. Kdyby byla provozní horní řada, voda by odkapávala na potrubí pod ní a časem by mohlo potrubí degradovat a korodovat. Na každé řadě jsou po směru toku plynu (zleva doprava) za sebou dva bezpečnostní uzávěry a za nimi jeden regulátor. Na vstupu je vysoký tlak, za regulátorem je již plyn ve středním tlaku. Úplně vlevo u stěny je na této konkrétní stanici elektrický přehřev a na pravé straně lze vidět v cestě výstupního potrubí plynoměr.



Obrázek 2.4 Jiný typ bezpečnostního uzávěru s regulátorem [archiv autora]

Na Obrázku 2.4 je vidět jiný druh bezpečnostních uzávěrů, kde druhý uzávěr je přímo v jednom těle s regulátorem. V tomto případě tedy plyn protéká zprava doleva, převod VTL na STL.

Regulační stanicí protéká zemní plyn, uvnitř stanice je tedy nebezpečné prostředí. Takové prostředí se v tomto případě označuje značkou Ex – prostředí s nebezpečím výbuchu (dále uváděno jako zóna 2). Přesný typ výbušné zóny určuje protokol o určení vnějších vlivů, který bývá vypracován jako součást dokumentace pro provádění stavby. To znamená, že veškerá zařízení, umístěná uvnitř RS v místnosti s potrubím, musí mít certifikát na použití v příslušné zóně. Veškerá světla, vypínače, přechodové instalační krabice musí být pro toto použití přímo určené a jsou díky tomu také násobně dražší než zařízení s určením do normálního prostředí. Místnost s potrubím je odvětrávána několika průduchy ven, kolem těchto průduchů je do určité vzdálenosti ještě ochranná zóna. Na ostatních místech zvenku RS již výbušné prostředí není. Stejně tak ostatní místnosti, pokud jsou součástí RS, jsou již klasifikovány jako normální prostory. Pokud je ale potřeba propojit kabelově, či jinak takovouto místnost s prostorem, kde je umístěna technologie, musí být vstup plynotěsný a opět s příslušným Ex certifikátem. Uvnitř místnosti s potrubím se tedy nachází prakticky

jen osvětlení, které se ovládá zvenku stanice – mimo nebezpečnou zónu, a příslušné snímače pro měření všech nutných veličin.

Jelikož je zemní plyn standardně bez zápachu a není tedy čichem jednoduše zaznamatelný, nachází se na předávacích regulačních stanicích také tzv. odorizační stanice. K plynu se zde přidává odorant, který zajistí, aby byl plyn čichem rozpoznatelný. To je bezpečnostní opatření, aby se dal únik plynu snáze rozpoznat.



Obrázek 2.5 Jedna z možných variant odorizační stanice, převzato z [4]

2.1.1 VTL RS

Vysokotlaké regulační stanice plynu mohou být různě velké, rozlišují se podle množství plynu, které stanicí proteče, respektive jaké největší množství plynu může stanicí protéci. Množství protečeného plynu se udává v metrech krychlových. VTL RS mohou mít i více středotlakých výstupů, případně mohou zastávat funkci i STL RS a mít tedy i nízkotlaký výstup. VTL RS bývá na okraji obce, dle velikosti obce a počtu odběrných míst pak mohou mít obce regulačních stanic i více. Větší města mívají více regulačních stanic v různých částech města. Je možné, že se taková stanice nachází i přímo v centru. Větší podniky mohou mít takovou stanici postavenou přímo pro sebe.

Na VTL RS je vždy osazen plynoměr. Ten může být jak na VTL části, tak na STL části plynové stanice. V případě STL rozvodu plynu mají koncoví odběratelé regulátor na NTL přímo před plynoměrem u sebe v objektu. Při NTL rozvodu plynu už žádný regulátor není potřeba a každé odměrné místo má už pouze svůj plynoměr.

Při snižování tlaku regulátorem z VTL na STL dochází k velkému ochlazení plynu a při nižších venkovních teplotách hrozí omrzání potrubí a hlavně regulátoru, což je nežádoucí jev z hlediska funkčnosti regulátoru. Proto je v zimním období na VTL RS nutné plyn ohřívat. To ve většině případů zajišťují plynové kondenzační kotle pomocí výměníku umístěném na VTL části potrubí ještě před regulátorem. Kotel je napájen plynem přímo z dané RS. V případě RS s větším průtokem může být kotlů více. Kotel se nachází v kotelně, která je součástí RS. Pro kotelnu je připravena NTL odbočka plynu s vlastním plynoměrem, pro sledování spotřeby. V ojedinělých případech zajišťují vyhřívání regulátoru a okolního potrubí topné kabely. V poslední době se také stále více realizuje ohřev plynu pomocí elektrického předehřevu. Standardně se teplota plynu reguluje na 5 °C na výstupu. Podle aktuálního průtoku plynu se reguluje na kolik stupňů na zpětném potrubí s vodou má kotel topit, protože teplota plynu závisí na množství plynu, které stanicí protéká. Při menším průtoku není třeba topit tolik a naopak.



Obrázek 2.6 Omrzlé potrubí, topný kabel na regulátoru [archiv autora]

Na základních VTL stanicích se typicky měří tlak plynu na vstupu, u plynoměru, na výstupu a také na NTL odbočce pro kotelnu. Měření tlaku plynu u hlavního plynoměru musí být absolutní, kvůli výpočtu přepočteného množství proteklého plynu z provozních podmínek na vztažné, což je fakturační údaj. Dále se měří teplota před plynoměrem a na výstupu. Teplota plynu je důležitá informace pro ovládání kotle. U kotle se také měří teplota vody na potrubí, které se vrací zpět z výměníku do kotle. Dále se snímá poloha bezpečnostních uzávěrů, typicky celkem čtyř kusů na dvou řadách. Je to mechanický snímač polohy, který při změně polohy uzávěru přepne kontakt. Poslední a velmi důležité měření je měření množství plynu, které RS proteče. Plynoměr má kontakt, který spíná při konkrétním proteklém množství plynu, zpravidla se jeden pulz rovná jednomu metru krychlovému plynu. Plynoměr má na sobě šroubovací konektor, na který je třeba připájet vodiče kabelu a jelikož je plynoměr v nebezpečné zóně, musí být snímání pulzů plynoměru řešeno jiskrově bezpečným obvodem. Tento obvod je řešený příslušným modulem v rozvaděči a je také značen modrým kabelem.

Ve VTL RS bývají elektrické rozvaděče, včetně telemetrického, umístěné právě v kotelně, která je klasifikována jako normální prostředí, bez nebezpečí výbuchu.



Obrázek 2.7 Místnost kotelny [archiv autora]

2.1.2 STL RS

Středotlaké regulační stanice plynu mohou mít také různou velikost, je jich ale výrazně méně než vysokotlakých. Nejběžnější je ale takováto stanice v bezprostřední blízkosti většímu množství koncových odběrných míst, například v obytných zónách a v blízkosti bytových domů.

Na těchto stanicích zpravidla plynoměr nebývá, i když možnost instalace tu k dispozici je. Na odběrných místech již není třeba žádné regulace, jelikož na výstupu stanice je plyn v nízkotlaké úrovni. Tyto stanice mají vstup plynu ve středotlaké úrovni a při snižování tlaku regulátorem na nízkotlakou úroveň nedochází k tak výraznému ochlazení plynu, tudíž není třeba plyn v těchto stanicích ohřívat. V důsledku toho se na těchto RS nemusí žádná kotelna vyskytovat, ani žádná jiná místnost mimo té s technologií. Rozvaděče jsou v takovém případě umístěné zvenku na zdi stanice.



Obrázek 2.8 Venkovní instalace na RS [archiv autora]

Z popisu stanice vyplývá, že se zde neměří tolik veličin jako na VTL RS. Při běžné velikost STL RS se měří, mimo čtyř bezpečnostních uzávěrů, pouze tlak plynu na vstupu a výstupu a teplota plynu na výstupu.

2.2 Popis funkce rozvaděče

Telemetrický systém pro regulační stanici plynu zastává stěžejní roli ve fungování a provozování regulační stanice. Přenáší všechny naměřené údaje na DŘS (dispečerský řídicí systém) v online režimu. Komunikace s DŘS probíhá pomocí sítě mobilního operátora (LTE routeru v rozvaděči). Každý takový komunikační modul (interní nebo externí) má jednu nebo více SIM karet. Pokud takový telemetrický systém na regulační stanici není nebo nefunguje, z bezpečnostních důvodů je nutný osobní dohled pracovníka. Je nutné kontrolovat stavy bezpečnostních uzávěrů a hodnoty tlaků. Systém je tedy schopen v reálném čase snímat příslušné tlaky a teploty plynu, bezpečností uzávěry na potrubí, průtok plynu, výpadek napájení a stavy přepětových ochran. V rozvaděči je také přítomen snímač otevření dveří pro hlášení neoprávněného otevření. Nedílnou součástí rozvaděče jsou také baterie, právě pro případ výpadku napájení. Celý systém by měl být schopen vydržet fungovat přibližně jeden den bez napájení. Toto platí v případě, že jsou baterie nové s plnou kapacitou.

Telemetrický systém je součástí komunikační sítě provozovatele, naměřená data archivuje, hlídá odchylky (alarmy), provádí adekvátní zásahy a vysílá data či odpovídá na dotaz z nadřazené vrstvy systému (DŘS). Je zde také dostupný webový server, takže každý oprávněný účastník sítě může sledovat a ovládat příslušné prvky stanice.

2.3 Předchozí varianty rozvaděče

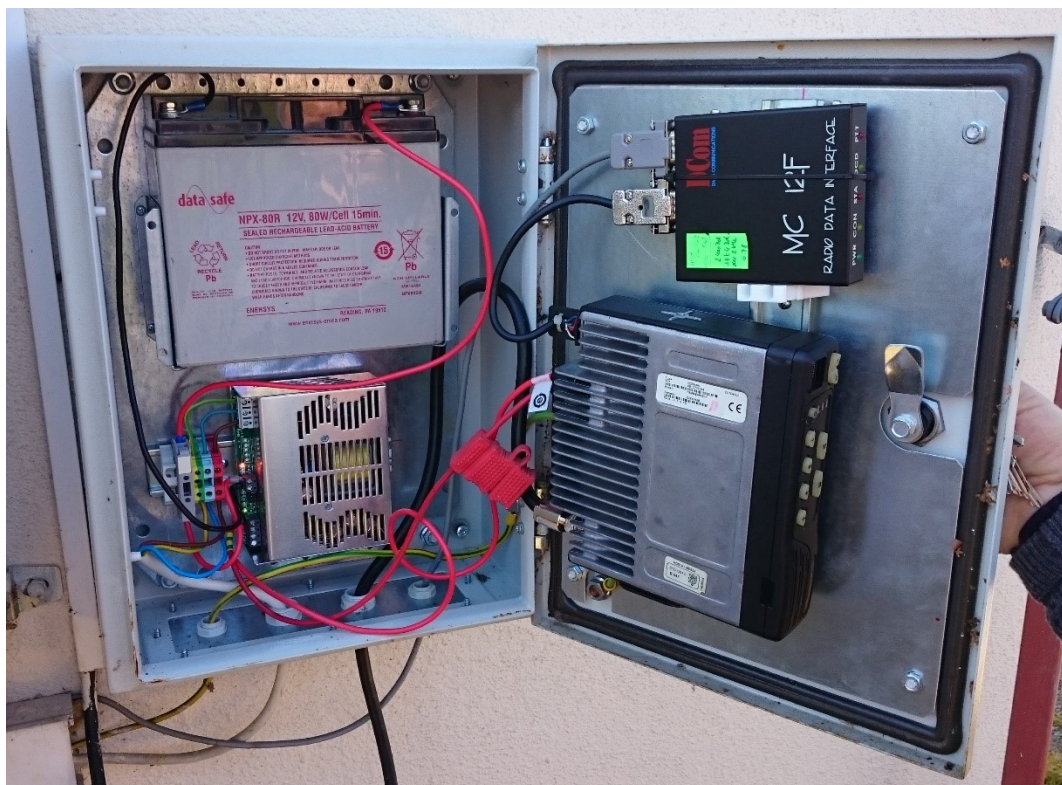
Za 20 let co firma MPC System, spol. s r.o. tyto rozvaděče vyrábí a dodává, došlo v různě aktualizovaných verzích na celkem tři varianty telemetrického rozvaděče. Třetí varianta je poslední a nejnovější a o jejím návrhu je tato práce. Tato část tedy uvádí historii a vývoj rozvaděčů. První dvě varianty byly podobné a založené na stejném principu průmyslového PC. Rozvaděče se vždy navrhovaly s důrazem na životnost, protože součástí objednávky je i pětiletá záruka a předpokládaná doba funkčnosti rozvaděče v provozu je 15 let.

Byl kladen důraz na celkové galvanické oddělení všech napájecích a vstupních obvodů. Komunikační a napájecí návaznosti byly navíc chráněné proti přepětí a VF rušení ochranami 2. a 3. stupně. Napájení v rámci celé RS se chrání přepětovou ochranou 1. a 2. stupně.

Rozvaděče byly vyráběny v jednotném provedení s krytím IP65 pro vnitřní i venkovní použití. Vzhledem ke snaze co nejvíce snížit spotřebu a zároveň tím i prodloužit možnou dobu provozu při výpadku napájení nebylo úmyslně použito vyhřívání ani větrání. Všechny komponenty byly vybrány tak, aby byly provozuschopné v záporných i vysokých kladných teplotách.

SW řešení poskytovalo možnost zobrazování hodnot a stavů na externím monitoru, nebo na připojeném servisním notebooku. Měřené hodnoty se zobrazovaly přímo v aktuálním technologickém schématu, bylo možné sledovat historii průběhů hodnot měřených veličin v grafech, také hlášení alarmů včetně časů vzniku a zániku události apod. Veškerý přenos dat mezi rozvaděčem a DŘS byl prováděn standardním protokolem Reliance v definovaných časových intervalech. Přenášela se okamžitá i archivovaná data, set pointy a povely z DŘS. Konfigurace všech parametrů bylo možné místně z připojeného notebooku, nebo dálkově pomocí aplikace typu Remote Desktop (např. VNC).

Ke komunikaci se nejdříve používaly telefonní modemy, telemetrie přijímala telefonní hovor z DŘS, uměla poslat aktuální informace. Na dotazy na časové řezy odpovídala analogovými daty, která se periodicky po 6 minutách snímala a uchovávala v paměti. Poruchy se také ukládaly do paměti s časem vzniku a zániku. V případě poruchy stanice uměla sama zavolat na DŘS. Poté se postupně začaly používat radiomodemy, které po 6 minutách jednotlivé stanice obvolávaly. V roce 2003 se začaly používat také GPRS routery, ty se chovaly obdobně jako radiomodemy, jen byly rychlejší a spolehlivější. V současné době se i na starších stanicích s LTE routery snížila perioda obvolávání asi na 10 vteřin. [5][6]



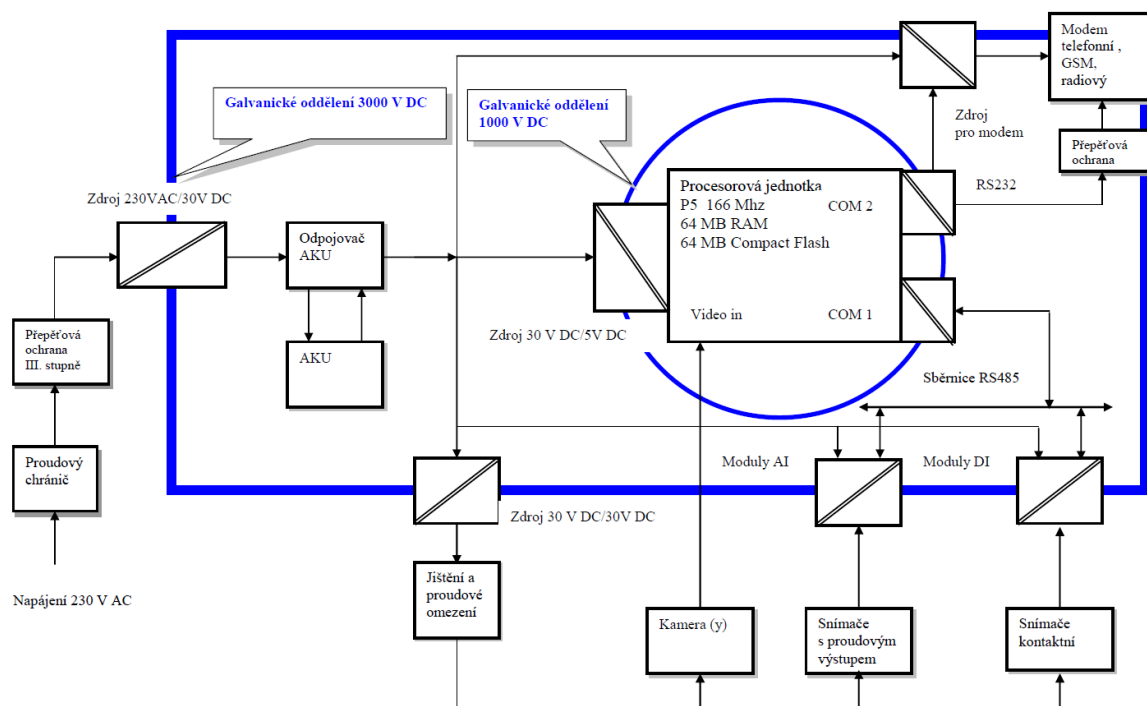
Obrázek 2.9 Radiomodem [archiv autora]

2.3.1 První varianta rozvaděče – 2000 až 2007

První typ telemetrického rozvaděče se nasazoval přibližně od roku 2000 do roku 2007, vyrobilo se přibližně 180 kusů a dodnes ještě na některých RS pracují poslední nasazené kusy.

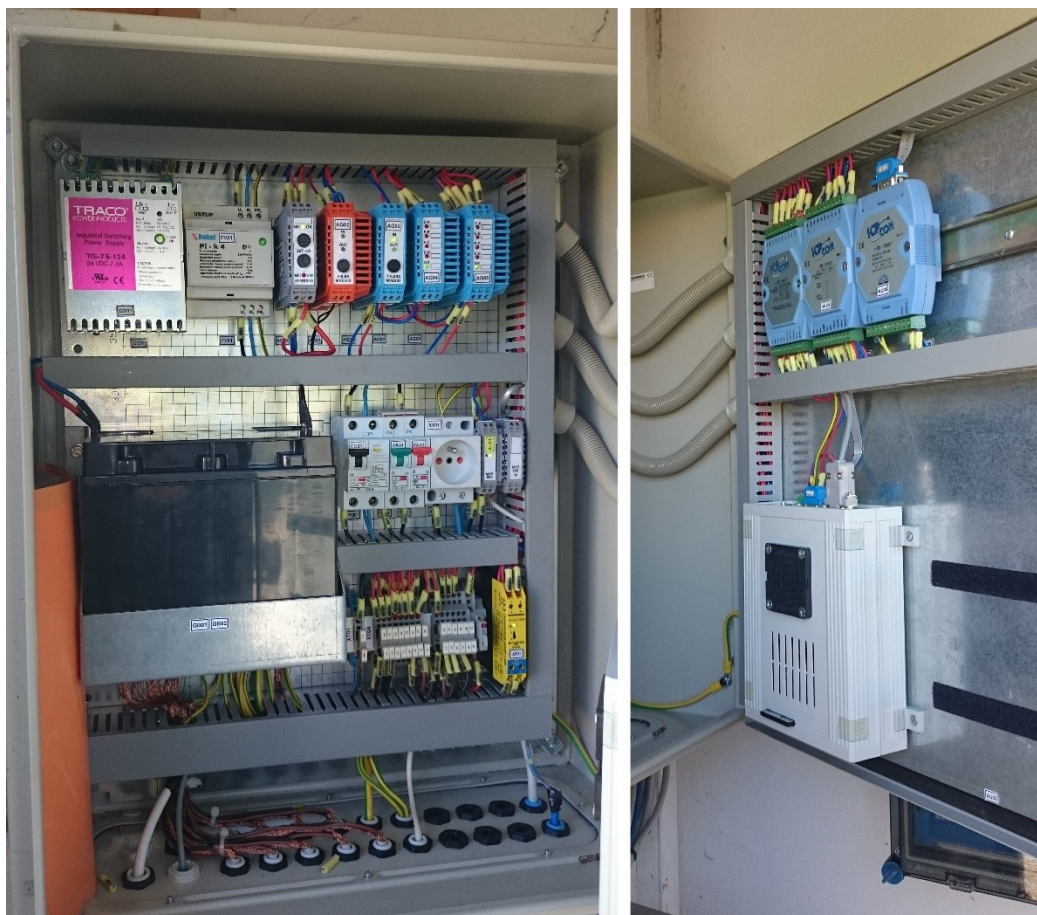
Rozvaděč byl vybaven průmyslovým PC s operačním systémem Windows NT Embedded. Tato verze systému měla nižší nároky na paměť (místo 150 MB pouze 32 MB, celková kapacita byla 64 MB) a úmyslně nepředpokládala použití klasických pevných disků (HDD), ale paměti Compact FLASH. Tento typ paměti společně s průmyslovým PC měly hlavní vliv na vyšší stabilitu a pohotovost celého systému. Jako systémový SW pro telemetrickou stanici byl použit SCADA systém Reliance 3. Aplikační SW byl tvořen prostředky tohoto systému, to znamená konfigurací a psaním scriptů v jazyku Visual Basic. Jedinou výjimku tvořil výpočet kompresibilního faktoru, který byl řešen ojedinělou formou výpočtu pomocí COM serveru.

Blokové schéma PTS



Obrázek 2.10 Blokové schéma PTS první varianta [5]

Průmyslové PC bylo kompletované v dodavatelské firmě MPC System, spol. s r.o., kupovala se do něj deska MSMP5SE a cenově vyšlo v té době, díky vlastní výrobě/kompletaci, mnohonásobně levněji než průmyslové PC kupované jako hotový celek. Průmyslové PC v miniaturním provedení mělo definovanou střední dobu mezi poruchami 22 let v pracovních teplotách -30 až +50 °C. Vstupní binární a analogové I/O strany (řešeno prostřednictvím ICP modulů) byly připojeny přes komunikační sériové rozhraní RS485 standardním protokolem. Jednotlivé vstupy byly galvanicky odděleny pro případ poškození vlivem přepětí. Všechny vstupy byly oddělené s udávanou napěťovou pevností 3 kV AC. Snímače a jejich proudové smyčky byly napájené ze zdrojů s proudovým omezením, tudíž při zkratu na jednom ze snímačů nedocházelo k závadě na dalších. [5][7]



Obrázek 2.11 První varianta rozvaděče [archiv autora]

Na Obrázku 2.11 je vidět první varianta telemetrického rozvaděče, která se montovala od roku 2000. V horní řadě zleva je vidět zdroj Traco 230 V AC / 24 V DC, 3. stupeň přepět'ové ochrany 230 V AC Hakel, modul pro odpojení baterií MVE 901B (ochrana proti destruktivnímu vybití AKU), dva oddělovací zdroje MVE 931 (DC/DC měnič) a dva ochranné moduly MVE 920D (zkratu vzdorný zdroj) pro napájení snímačů s proudovým omezením. Tyto moduly byly také navrženy a kompletovány v dodavatelské firmě. V prostřední řadě je zleva chránič, dva jističe, zásuvka a dvě přepět'ové ochrany pro komunikaci. Ve spodní řadě pak svorky a spínací zesilovač Turck pro jiskrově bezpečný obvod plynoměru. Největší část pak zabírají dvě 12 V baterie zapojené do série, které slouží jako záložní zdroj 24 V DC při výpadku napájení. Na dveřích rozvaděče je ve spodní části vidět průmyslové PC a nad ním vstupní moduly ICP.



Obrázek 2.12 Otevřená průmyslová PC [archiv autora]

2.3.2 Druhá varianta rozvaděče – 2007 až 2017

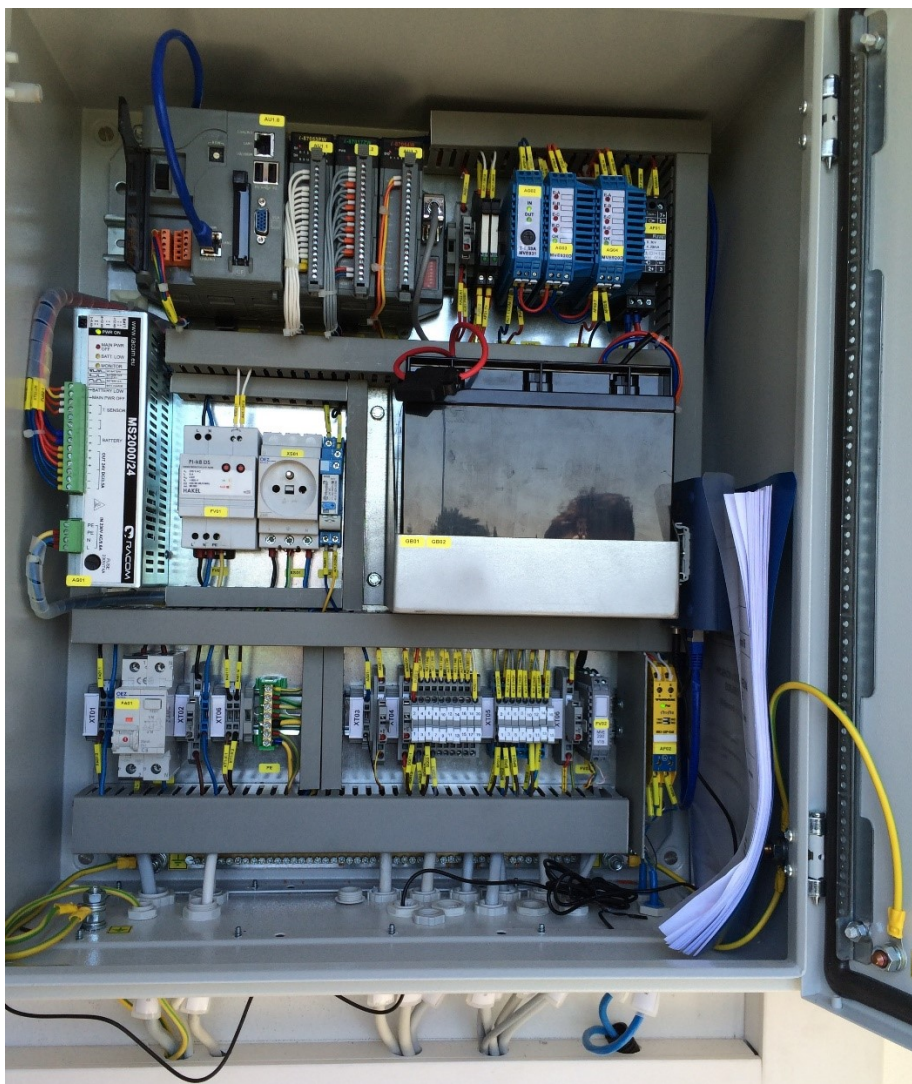
Druhý typ telemetrického rozvaděče byl navržen na stejném principu průmyslového PC, šlo o upgrade na novější a výkonnější komponenty a zjednodušení výroby. Tato druhá varianta prošla za dobu své životnosti několika inovacemi, jako například lepší napájecí zdroj, který uměl obsluhovat i baterie, takže již nebyl potřeba speciální modul.

Jádrem rozvaděče bylo průmyslové PC s označením XPAC-8000, které obsahovalo procesor AMD LX 800 CPU (500 MHz). Pracoval pod operačním systémem Windows Embedded Standard 2009 a obsahoval kromě standardní počítačové konektivity i sloty pro I/O moduly pro připojení prakticky všech průmyslových signálů. Místo HDD obsahoval taktéž paměti typu FLASH v průmyslovém provedení, interní systémovou (disk C:\),

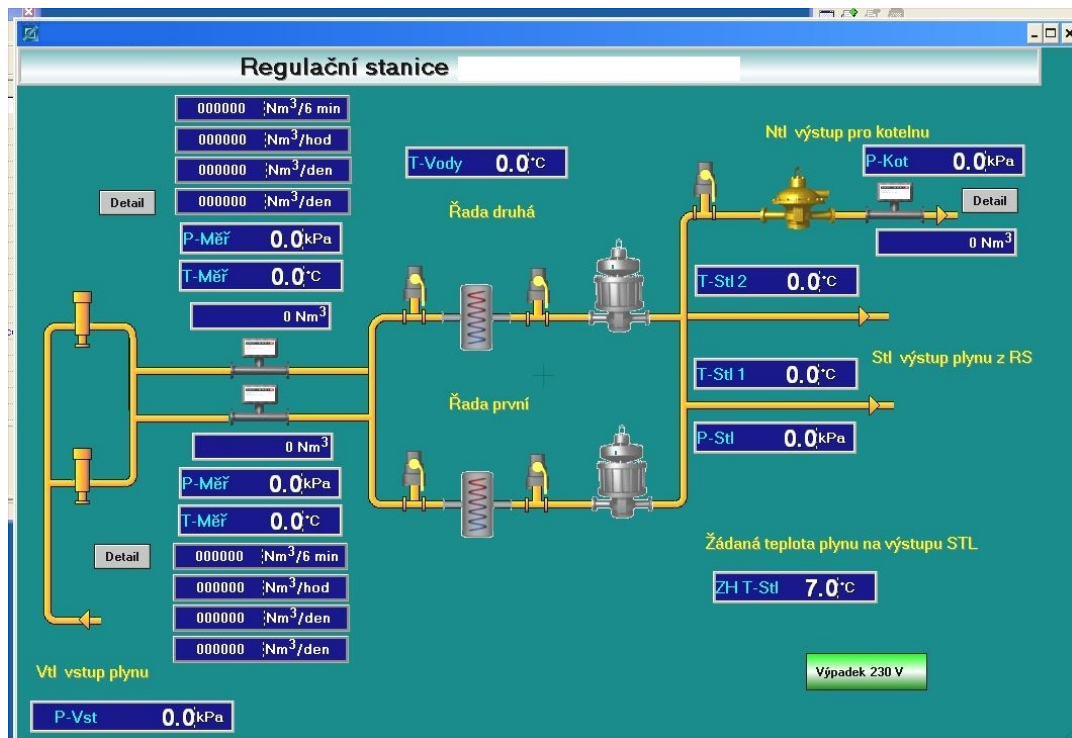
na které je operační systém a vyjímatelnou uživatelskou paměť (disk D:\) typu Compact FLASH.

Jako systémový SW pro telemetrickou stanici byl i zde použit SCADA systém Reliance 3.

Průmyslové PC XPAC-8000 je v kompaktním provedení, určené pro práci v pracovních venkovních teplotách -25 až $+75$ °C. Vstupní binární a analogové I/O moduly byly připojeny po interní komunikační sériové sběrnici RS485 standardním protokolem. Jednotlivé vstupy byly i zde galvanicky odděleny s napětovou pevností 3 kV AC. Snímače byly napájeny ze stejných zdrojů s proudovým omezením, aby při zkratu na jednom snímači nedošlo k závadě na dalších. [7]



Obrázek 2.13 Druhá varianta telemetrického rozvaděče [archiv autora]



Obrázek 2.14 Ukázka vizualizace RS v prostředí Reliance 3 [archiv autora]

3 Návrh telemetrického rozvaděče

Při řešení a navrhování úplně nového telemetrického rozvaděče se po domluvě s objednatelem zavrhl možnost postavit rozvaděč opět na bázi průmyslového PC, v té době dostupným s Windows XP. Z hlediska kybernetické bezpečnosti a také z důvodu možných dalších nařízení a rozšíření v budoucnu, bylo zvoleno modulární průmyslové PLC.

3.1 Zadání – požadavky

Telemetrická stanice bude snímat analogové a binární hodnoty z procesu na RS a bude je přenášet do DŘS objednatele. Stanice bude provádět přepočty průtoku zemního plynu na vztažné podmínky (viz kapitola 3.4.4). Proměnné potřebné pro přepočty zemního plynu CO, N₂ a hustota budou do stanice přenášeny z DŘS formou set pointů. Stanice bude měřit a monitorovat stav akumulátorů formou analogového měření napětí AKU. Pomocí RTU bude možné regulovat plynové kotle osazené na RS a řídit pomocí těchto kotlů výstupní teplotu plynu. Formou set pointů posílaných z DŘS, bude RTU nastavovat alarmové meze pro jednotlivé hodnoty. Alarmové stavy se budou v RTU generovat formou zápisu do deníku. Připojení na DŘS objednatele bude realizováno pomocí externího LTE routeru a protokolu IEC870-5-104.

Z důvodu návaznosti na interní systémy pro účely monitorování a group config managementu je požadováno dodání RTU od výrobce WAGO a komunikační LTE router od výrobce Mikrotik. Obě komponenty jsou běžně k dostání na lokálním trhu.

Obecné požadavky:

- Zařízení musí plně vyhovovat trvalému provozu 7 x 24 h.
- Pro všechny instalace je požadováno nasazení stejné produktové řady zařízení modulárního RTU. Dle jednotlivých typů RS může být systém modulárně rozšiřitelný o další vstupně-výstupní jednotky.
- Celý systém bude dodáván v celokovovém rozvaděči s možností osadit systém bezpečností půlvložkou.
- Rozměry rozvaděče nesmějí přesáhnout 600 x 600 x 300 mm (šířka, výška, hloubka).
- Rozvaděč musí mít stupeň krytí IP 64 nebo vyšší.

- Rozvaděč bude opatřen čidlem pro snímání polohy dveří. Signál otevření dveře rozvaděče bude přenášen do DŘS.
- Vnitřní provedení rozvaděče je přípustné formou umístění na DIN lišty.
- Zařízení RTU i router musí podporovat hromadnou správu účtů pomocí SSH connect vůči centrálnímu systému.

Umístění systému:

- Rozvaděč RTU bude umístěn v objektu RS plynu v místnosti kotelny s nevýbušným prostředím, oddělené od strojního zařízení, nebo na venkovní straně objektu RS formou nástěnné instalace.
- Čidla a ovládací prvky připojené k RTU mohou být připojené přes kabeláž do zóny 2 (výbušné prostředí – Ex).
- RTU bude umístěno mimo zónu 2 a nebude potřeba certifikace ATEX.
- Pro instalaci systému uvnitř objektu je provozní teplota celého systému požadována v rozpětí -20 až +50 °C.
- Pro instalaci systému na venkovní stěnu je provozní teplota celého systému požadována v rozpětí -20 až +70 °C.
- Z pohledu EMC musí zařízení vyhovovat normě EN 61000-6-2.

Napájení:

- Telemetrie bude napájena z nezálohovaného elektrického okruhu.
- Napájecí zdroj bude mít vnější vizuální signalizaci pomocí diody.
- Ze zdroje budou přenášeny na DŘS pomocí RTU „IEC-104“ hodnoty: nabíjecí napětí a proud, výstupní napětí a proud, teplota zdroje a napětí AKU.
- Záložní akumulátory budou nabíjeny přímo ze zdroje telemetrické stanice. Přídavné nabíječe nebo další zdroje nejsou povoleny.
- Akumulátory musí být v rozvaděči umístěny tak, aby bylo možné jejich jednoduché vyjmutí z rozvaděče.
- Telemetrická stanice musí být osazena záložními akumulátory, které zajistí chod všech komponent stanice v případě výpadku napájení po dobu minimálně 24 hodin v době nasazení. Baterie jsou součástí dodávky.
- V rozvaděči telemetrie musí být ponechány volné připojovací svorky na zálohované akumulátorové napájení 24 V DC.

- Rozvaděč telemetrického systému bude opatřen hlavním vypínačem.
- Jističe a proudové chrániče budou umístěny mimo rozvaděč telemetrie.
- RTU bude monitorovat stavy všech typů ochran a jejich stav bude přenášet do DŘS.

HW konfigurace RTU:

- Provedení musí být kompletně bez rotujících částí, tedy např. bez ventilátorů nebo HDD.
- RTU bude modulární systém s možností rozšíření.
- Nesmí obsahovat rozhraní USB.
- Všechny vstupní a výstupní obvody RTU musí být galvanicky odděleny, aby nedocházelo k poškození vnitřních obvodů RTU vlivem zatažení přepětí přes binární a analogové vstupy.
- RTU musí umět zpracovat minimálně 150 datových bodů. Za datový bod se považuje adresovaný binární či analogový výstup. Ovládaný prvek se signalizační adresou se považuje za dva datové body.
- Pro binární vstupy je požadováno:
 - Binární vstupy musí být proudově navrženy tak, aby byly ochráněny proti odskakování kontaktů a záporným napětím.
 - Výkonová spotřeba nesmí být vyšší než 1 W na vstup nepřetržitě.
 - Všechny signalizační vstupy musí být opatřeny signalizační diodou.
 - Galvanické oddělené vstupy s el. pevností 2,5 kV.
- Připojení analogových čidel k RTU bude realizováno proudovou smyčkou 4-20 mA. Snímače jsou součástí poptávky a budou dodány dodavatelem. Pro analogové vstupy je požadováno:
 - Analogové vstupy 4-20 mA.
 - Analogové vstupy na čidla PT100.
 - Třída přesnosti 0,5 % z jmenovitého rozsahu a vyšší.
 - Uživatelsky nastavitelné integrální delta kritéria (definice změny měřené veličiny, která má vyvolat její přenos do komunikace), odděleně pro každý analogový vstup.
- Pro povelové výstupy je požadováno:
 - Nastavitelný čas sepnutí výstupního relé.

- Galvanicky oddělené reléové výstupy pro dálkové ovládání.
- Všechny signalizační výstupy RTU musí být opatřeny signalizační diodou.
- Pro analogové výstupy je požadováno:
 - Výstupní napětí 0-10 V.
 - Výstupní proud 0(4)-20 mA.

Automatizační funkce RTU:

- Součástí dodávky RTU jsou i dodavatelem naprogramované, otestované a zprovozněné SW automatizační algoritmy, které budou řídit technologické procesy na stanici.
- RTU musí umožnit periodické testování stavu akumulátorů s možností vynutit test uživatelsky správcem.
- RTU bude provádět na RS přepočty zemního plynu na základě analogových hodnot a snímaných pulzů z připojených plynoměrů.
- RTU bude ovládat spínání kotle na základě měřených hodnot a průtoku.
- V případě umístění na stanici s odorizační stanicí, bude RTU povolovat žádanou hodnotu odorantu z nadřazeného DŘS.

Interní HMI:

- Interní HMI bude vnitřní funkcionalita RTU.
- Součástí dodávky bude i vytvoření grafického zobrazení technologií v jednotlivých RS. Konkrétní zakres grafického zobrazení musí být navržen dodavatelem a odsouhlasen objednatelem.
- HMI musí zajistit grafické zobrazení všech měřených, vypočítaných, provozních i poruchových stavů.
- Grafická vizualizace formou schématických značek.
- Rozhraní HMI bude dostupné pouze přes rozhraní RJ45.
- Pomocí rozhraní HMI bude moci obsluha provádět parametrizaci měřených a počítaných hodnot.

Deníky a alarmy:

- HMI musí umožnit definici alespoň jednoho deníku.

- Záznam událostí přijatých z reálného procesu se musí zaznamenat do deníku.
- Za události musí být považovány nejenom spontánní změny signálů, ale i překročení analogových limit z reálného procesu.
- RTU bude ukládat záznamy do deníku s 30denní hloubkou, kde po dosažení plné kapacity bude RTU při zápisu každého nového záznamu odmazávat ten nejstarší.

Komunikace:

- HMI musí umožnit připojení systémů třetích stran pomocí komunikačních rozhraní. Konfigurace komunikačních rozhraní na jednotlivých RS mohou být rozdílné, proto RTU musí být vybaveno minimálně dvěma porty IEEE 802.3 (Ethernet 10/100Mbps – RJ45).
- V případě potřeby musí být do RTU možno doplnit další komunikační rozhraní – RS232 nebo RS485.
- RTU musí přenášet události v reálném čase.
- RTU bude využívat v rámci systémového prostředí komunikační protokol IEC870-5-104.
- Do RTU musí být možno v průběhu životnosti implementovat další protokoly: Modbus, Modbus RTU, Modbus TCP/IP, Profibus.
- RTU musí umožnit buffered i unbuffered reporting. Buffered reporting znamená, že při výpadku komunikace se nedeslaná data ukládají do bufferu. Po obnovení komunikace dojde k vyčtení bufferu a následnému odeslání dat v rámci generálního dotazu. Je požadováno, aby tyto funkce bylo možné uživatelsky nastavit. [8]

3.2 Realizace návrhu

Dle zadání bylo potřeba se s rozměrem rozvaděče vejít do rozměru 600 x 600 x 300 mm (výška, šířka, hloubka). Z praxe je ale známo, že na některých RS je i tento rozměr příliš a je nutné vše vměstnat do rozvaděče velikosti 600 x 500 mm. Historicky se telemetrie umísťovala do rozvaděče výrobce SHRACK ve velikosti 600 x 500 x 250 mm. Další důležité nové požadavky ze zadání na rozvaděč je koncový spínač otevření dveří a možnost vložení bezpečnostní zámkové vložky, a tedy zamykání rozvaděče vlastním klíčem. Tuto možnost výrobce SHRACK neumožňoval, další výrobce skříní rozvaděčů RITTAL má v nabídce rozsáhlé montážní příslušenství, ale rozměr skříně 600 x 500 mm nemá

v nabídce. Zbyl výrobce Schneider Electric, který má v nabídce potřebný rozměr rozvaděče (600 x 500 x 250 mm) včetně příslušenství, které bylo potřeba pro splnění zadání.

Výběr ostatních komponentů se odvíjel od zadaného PLC výrobce WAGO. S tímto výrobcem jsou dlouholeté zkušenosti a byl zde oboustranný zájem použít od něj i ostatní prvky rozvaděče. Kvůli teplotním nárokům byl vybrán model PLC v odolnějším XTR provedení. V návaznosti na PLC byly použity od stejného výrobce svorkové přípojovací moduly řady 857 a k nim originální propojovací příslušenství k PLC. Zdroj a nabíječ baterií v jednom zařízení také od výrobce WAGO. Oddělovací DC/DC měniče výrobce TRACO jsou léty ověřené produkty, bylo třeba jen vybrat adekvátní typy. Přepět'ové ochrany se používají převážně od společnosti SALTEK díky spolehlivosti, ceně a zákaznické podpoře. Další důležitý požadavek je použití v rozvaděči telemetrie pouze vypínač a proudový chránič s jističem jako předhradné jištění v elektro rozvaděči na RS. To je z důvodu nahodilé události, která by způsobila zareagování chrániče, nebo jističe, kdy vyjíždí na RS provozní technik, který ovšem nemá přístup do telemetrického rozvaděče. Aby mohl opět nahodit příslušné jištění a nemusel na RS vyjet také další technik, který přístup do telemetrického rozvaděče má.

Když byl zvolen rozvaděč a jeho velikost, bylo možné začít navrhovat rozmístění komponentů. Nebyl to snadný proces, protože se několikrát měnily typy jednotlivých prvků rozvaděče a bylo potřeba přeorganizovat uspořádání. Dominantní a největší prvek je držák baterií a samotné baterie. U baterií je třeba dbát na snadnou manipulaci při výměně, přívodní vodiče k bateriím tedy musejí být dostatečně dlouhé, aby bylo možné baterie jednu po druhé vyndat a odpojit. Pro odpojení baterií je nutné je odjistit, v tomto případě pojistkovými svorkami. Velká snaha byla co nejvíce oddělit 230 V AC silovou část od 24 V DC napájecí a signálové části. Zajistit co nejmenší souběh těchto dvou potenciálů. Proto je celá silová část v levém dolním rohu rozvaděče.

3.3 Technické řešení

Regulační stanice se odlišují pouze počtem analogových a binárních vstupů a dle způsobu vytápění. Podle způsobu vytápění je použit analogový nebo binární výstup. Základní osazení telemetrického rozvaděče pokrývá počtem vstupů většinu typů regulačních stanic. V případě větších RS se musejí osadit další vstupní karty a oddělovací moduly,

výjimečně je nutné i zvětšit rozvaděč. Dle způsobu vytápění se dále rozlišují RS s plynovými kondenzačními kotli, nebo s elektrickým přehřevem. Kotle se mohou ovládat analogově (0–10 V), nebo jen binárním povel. Elektrický přehřev řídí dva binární výstupy, které spínají dvě SSR v silovém rozvaděči. Jedna fáze je do elektrického přehřevu připojena trvale a dvě SSR připínají podle potřeby druhou a třetí fázi. Řízení je řešeno pomocí PWM.

Pro následující část diplomové práce jsem vybral konkrétní telemetrický rozvaděč nasazený na regulační stanici, která se realizovala jako nová stavba v roce 2020.

3.3.1 Dokumentace

Telemetrická stanice provádí měření tlaků a teplot, korekci protečeného množství plynu na vztažné podmínky, snímání stavu koncových snímačů na technologii a přenos dat na DŘS protokolem IEC60870-5-104.

Jádrem telemetrické stanice je průmyslový PLC automat (RTU) Wago 705 XTR s kontrolérem PFC200 CS 2ETH RS/XTR kódové označení 750-8202/040-000. K němu jsou po sběrnici připojeny zasouvací přídavné I/O moduly pro připojení průmyslových signálů. Obsahuje paměti typu FLASH v průmyslovém provedení. Je bez aktivních chladících prvků (ventilátorů) i točivých harddisků (HDD). Neobsahuje rozhraní USB. Obsahuje 2x rozhraní IEEE 802.3 (Ethernet 10/100 Mbps – RJ45) a 1x RS232/485.

RTU je v kompaktním provedení, je určené pro práci v pracovních teplotách -40 až +70 °C. Vstupní binární a analogové I/O moduly jsou připojeny po interní komunikační sériové sběrnici RS485 standardním protokolem K-bus. Binární i analogové I/O moduly mají galvanické oddělení proti sběrnici a tím i kontroléru s napětovou pevností 1,5 kV AC, 50 Hz, 1 min. Doplňující galvanické oddělení realizované ve svorkových modulech JUMPFLEX má napětovou pevnost 2,5 kV AC, 50 Hz, 1 min. Navíc jsou analogové signály oddělené i vzájemně mezi sebou pro vyloučení vzájemného ovlivňování a zabránění šíření vnějšího přepětí.

Snímače tlaků a teplot jsou napájeny ze zdrojů s proudovým omezením, takže při zkratu na jednom snímači nedojde k závadě na dalších. Vzájemné galvanické oddělení jednotlivých smyček zabrání vzniku vyrovnávacích zemních proudů.

Při konstrukci a návrhu telemetrické stanice byl kladen velký důraz na celkové galvanické oddělení všech napájecích obvodů, vstupních obvodů, aby při eventuálním vnějším zásahu byla vyřazena co nejmenší část. Veškeré návaznosti vně regulační stanice na polní instrumentace jsou napájeny galvanicky odděleným zdrojem.

Technické řešení splňuje nejmodernější požadavky na toto zařízení, je otevřené budoucím nárokům a rozšířením a je navrženo především s ohledem na dlouhodobou stabilitu provozu v daných pracovních podmínkách. Zařízení je odolné jak proti klimatickým podmínkám (nízké záporné i vysoké kladné teploty), tak proti přepětí a rušení, přicházejících ze všech předpokládaných směrů (po napájecí síti, po potrubí). Jsou ošetřeny všechny předpokládané situace, zařízení je navrženo na dlouhodobou stabilitu provozu ve venkovních podmínkách, nejsou zásadně použity prvky s degradací funkce v jakémkoliv provozním stavu. Zařízení je nejen schopno provozu v extrémních záporných teplotách (provozem se zahřívá), dokáže v nich po předchozím výpadku napájení a vychlazení na venkovní teplotu i nastartovat. Zařízení je schopné pracovat bez vytápění.

Pro nabíjení akumulátorů je použit procesorem řízený nabíječ ve zdroji, který zajistí šetrné nabíjení. Komunikace se zdrojem je po sběrnici RS232 a umožní kompletní přenos informace o stavu zdroje a nabíječe. Je použito automatické testování akumulátorů. V nastavitelném intervalu odpojí napájení zdroje a telemetrie je napájena pouze z akumulátorů. Po snížení napětí na akumulátorech na nastavitelnou mez se test ukončí a provede se záznam do textového souboru. V případě nedostatečného napětí na akumulátorech se test odloží, v případě výpadku napájení 230 V AC se test přeruší a odloží.

Telemetrie realizuje regulaci teploty plynu na STL výstupu na žádanou hodnotu. Dle typu kotle se řízení provádí analogovým nebo binárním výstupem. V tomto případě se řídí dva kotle dvěma binárními výstupy.

3.3.2 Seznam vstupů a výstupů

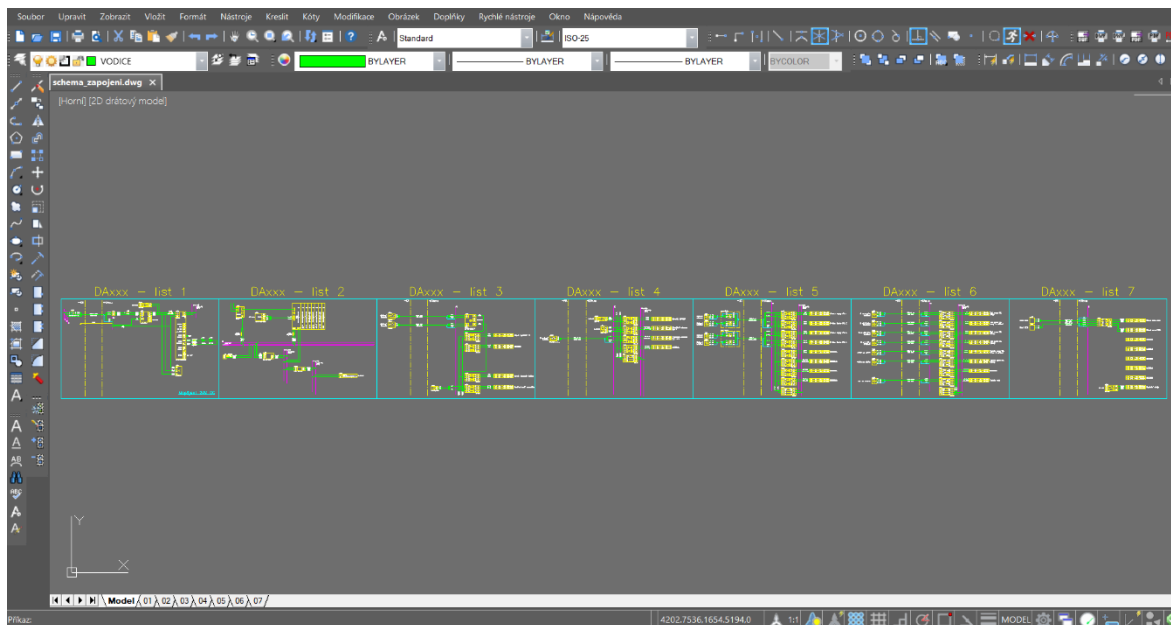
Tabulka 3.1 Seznam vstupů a výstupů [9]

OZNAČENÍ	POPIS	ROZSAH MĚŘENÍ
-BP01	Tlak plynu VTL vstup	0 až 6 MPa - Relativní
-BP02	Tlak plynu VTL vstup + měření	0 až 6 MPa - Absolutní
-BP03	Tlak plynu STL výstup	0 až 600 kPa - Relativní
-BP04	Tlak plynu NTL výstup	1 až 6 kPa - Relativní
-BT01	Teplota plynu VTL vstup + měření	-50 °C až +50 °C
-BT02	Teplota plynu STL výstup	-50 °C až +50 °C
REZ	REZERVA	Rezerva
-BT04	Teplota vody ohřev	0 °C až +150 °C
-BE01	Impuls plynoměr VTL vstup	Spínací kontakt - Impuls
REZ	REZERVA	Rezerva
-BE02	Impuls plynoměr kotelna	Spínací kontakt - Impuls
-SQ00	Dveřní kontakt	Spínací kontakt
-KA02	Přítomnost napájení 230 V AC	Spínací kontakt
-FV01	Porucha přep. Ochrany typ 3	Rozpínací kontakt
-RFV01	Porucha přep. Ochrany typ 1 + 2	Rozpínací kontakt
REZ	REZERVA	Rezerva
-SQ01	Poloha klapky STL 1	Spínací kontakt
-SQ02	Poloha klapky STL 2	Spínací kontakt
-SQ03	Poloha klapky STL 3	Spínací kontakt
-SQ04	Poloha klapky STL 4	Spínací kontakt
REZ	REZERVA	Rezerva
REZ	REZERVA	Rezerva
REZ	REZERVA	Rezerva
REZ	REZERVA	Rezerva
-KT1-H1	Řízení kotle KT1	Spínací kontakt
-KT1-H2	Řízení kotle KT2	Spínací kontakt
REZ	REZERVA	Rezerva
REZ	REZERVA	Rezerva
REZ	REZERVA	Rezerva
REZ	REZERVA	Rezerva
REZ	REZERVA	Rezerva
-KA01	Odpínání zdroje při testu AKU	Rozpínací kontakt

V Tabulce 3.1 jsou oranžově označeny analogové vstupy, modře všechny binární vstupy a zeleně binární výstupy.

3.3.3 Schéma zapojení

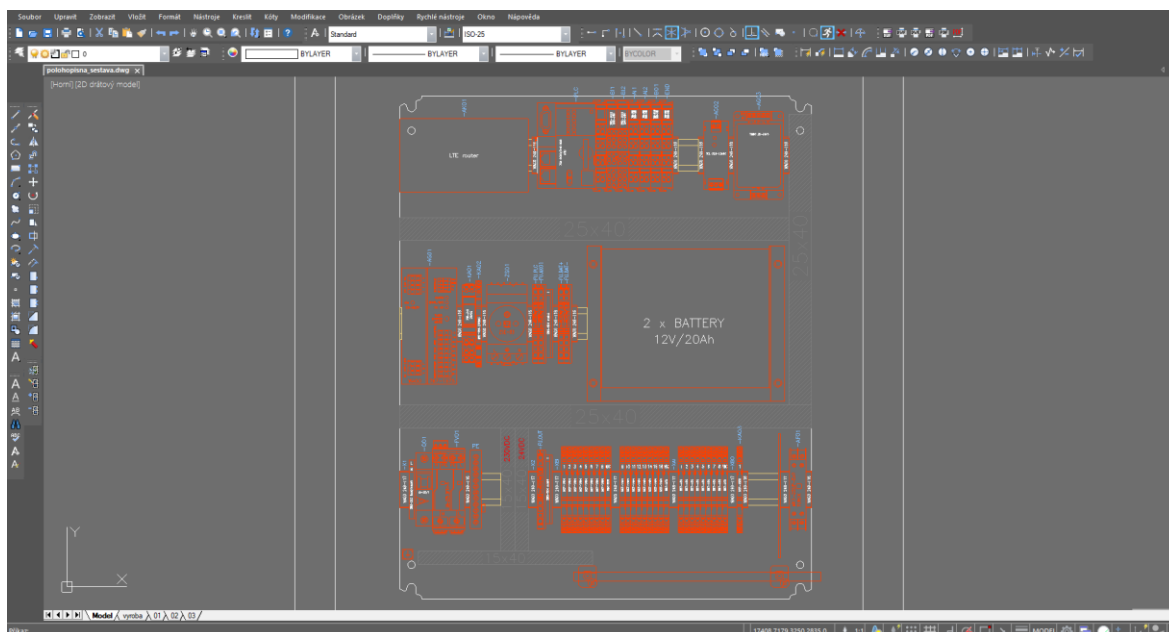
Schéma zapojení je nakresleno v programu ProgeCAD a je dostupné v příloze (Příloha B). Vychází ze zapojení předchozích verzí telemetrických rozvaděčů.



Obrázek 3.1 Schéma zapojení v prostředí programu ProgeCAD [archiv autora]

3.3.4 Konstrukční řešení rozvaděče

Rozmístění komponentů – polohopisná sestava – je také kreslena v programu ProgeCAD jako 2D model. Prvky jsou v reálném měřítku a umísťují se na přesný model základového plechu. Některé prvky jsou dostupné od výrobců přímo ve správných použitelných formátech, pokud ne, je třeba základní rozměrový model vytvořit. Kompletní náčrt je dostupný v příloze (Příloha A).



Obrázek 3.2 Rozmístění komponentů na montážním plechu – ProgeCAD [archiv autora]

Zařízení telemetrické stanice je v oceloplechové skříni Schneider Electric o rozměrech 500 x 600 x 250 mm v nástěnném provedení s krytím IP 65. Rozvaděč je také opatřen bezpečností zámkovou vložkou, aby ho mohl otevřít pouze pověřený pracovník. Pověření pracovníci jsou v tomto případě pracovníci provozovatele distribuční soustavy, kterým byla svěřena správa telemetrického systému a popřípadě externí dodavatelé provádějící servisní úkony dle požadavku provozovatele. Bezpečnostní vložku si dodává provozovatel DS sám.

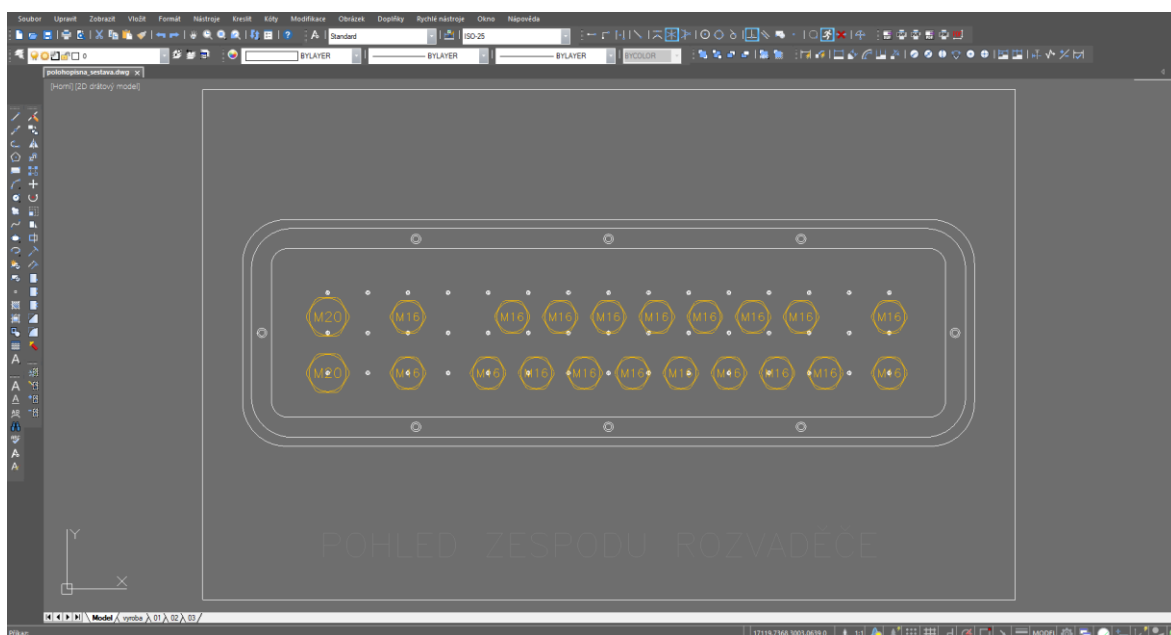
Na horní liště TS 35 jsou zleva umístěn LTE router Mikrotik, RTU Wago se všemi I/O moduly a dva DC/DC měniče pro napájení galvanicky oddělených částí vstupních obvodů zapojené v kaskádě, z důvodu dalšího oddělení napájení vnějších připojení. Jeden je pro napájení I/O modulů RTU a analogových oddělovacích modulů JUMPFLEX a druhý je pro napájení vstupních binárních modulů JUMPFLEX.

Na prostřední liště je zdroj 230 V AC / 24 V DC, 3,5 A / 84 W typ 787-1675 od firmy Wago (hlavní napájecí zdroj), který pracuje současně jako nabíječ, ochrana a hlídání stavu akumulátorů. Dále jsou na liště relé pro hlídání přítomnosti napájení 230 V AC a pro ovládání testu akumulátorů. Další je zásuvka a vedle ní jsou pojistkové svorky pro jištění routeru a PLC. Poslední jsou pojistkové svorky pro odjištění akumulátorů. Vpravo jsou umístěny v robustním držáku záložní akumulátorové baterie – olovené uzavřené bezúdržbové (24 V / 20 Ah).

Na dolní liště jsou zleva vstupní napájecí svorky, vypínač, přepět'ová ochrana 3. stupně se signalizačním kontaktem a zemnicí můstek. Dále je kabelovými žlaby oddělená 24 V část, kde jsou volné výstupní svorky s napětím 24 V DC SELV. Následují oddělovací svorkovnicové I/O moduly JUMPFLEX pro připojení vnějších návazností. Každý binární nebo analogový modul má svůj samostatný modul. Jako poslední na liště vpravo je osazen oddělovací jiskrově bezpečný spínací zesilovač TURCK pro připojení binárních signálů z impulsních vysílačů plynoměrů. Ve spodní části skříně jsou kabelové průchodky.

Vodiče jsou uloženy do kabelových žlabů. Průchodky pro kabely jiskrově bezpečných obvodů jsou modré barvy. Pro vnější kabelové návaznosti jsou navrženy stíněné kabely CMFM, jejich stínění bude jednostranně připojeno na PE lištu na základovém panelu. Silový přívod pro rozvaděč má rozdělený nulový a ochranný vodič.

Při návrhu je kladen důraz na logické uspořádání prvků a také na optické a prostorové oddělení 230 V části od 24 V části rozvaděče. Je třeba brát ohled i na zapojování a stínění kabelů při montáži.

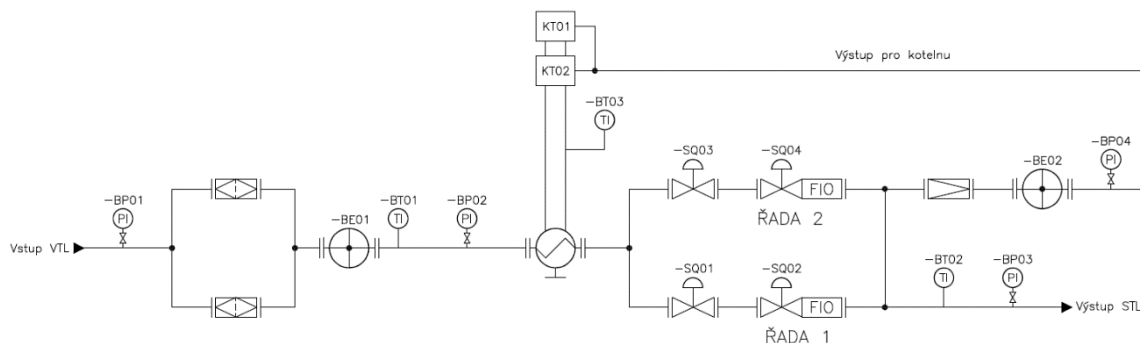


Obrázek 3.3 Rozmístění vývodů na přírubě rozvaděče [archiv autora]

3.3.5 Technologické schéma

Na *Obrázku 3.4* je vidět technologické schéma RS. Zleva na VTL vstupu je jako první snímač tlaku BP01, následují plynové filtry, hlavní plynoměr, snímač teploty BT01 a snímač absolutního tlaku BP02. V cestě je dále tepelný výměník, do kterého jde teplá voda ze dvou

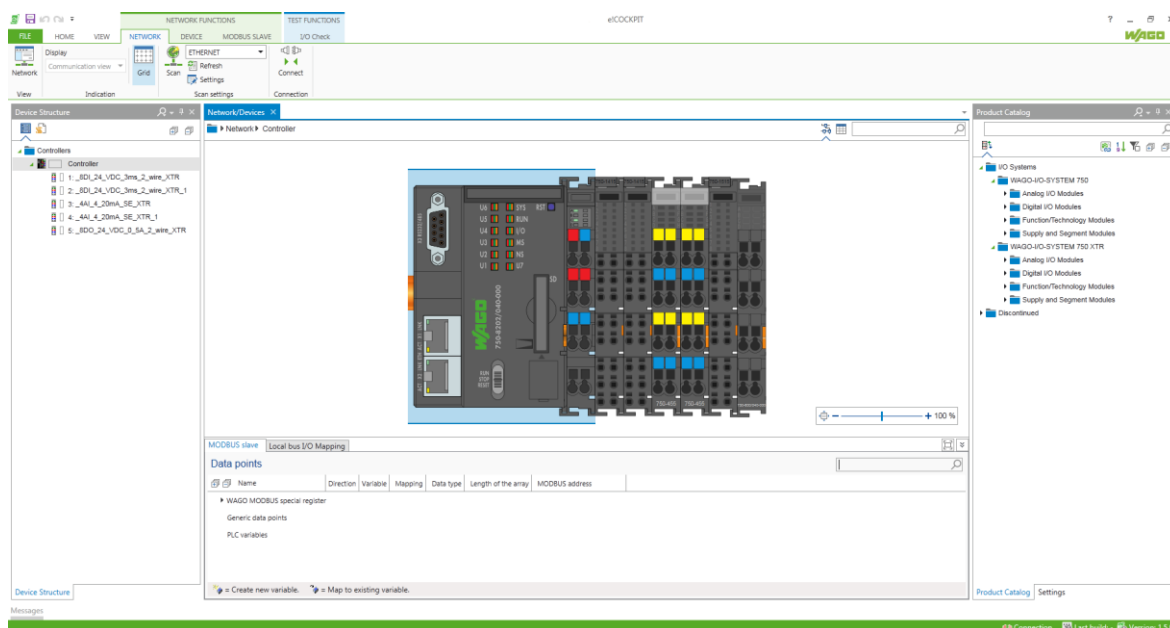
kotlů KT01 a KT02, na vratném potrubí vody je snímač teploty BT03. Pokračují pak dvě řady s bezpečnostními uzávěry a regulátory. Za nimi je odbočka s regulátorem na NTL, plynoměr a snímač tlaku BP04 pro kotelnu. Na výstupu ze stanice na STL se nachází snímač teploty BT02 a tlaku BP03.



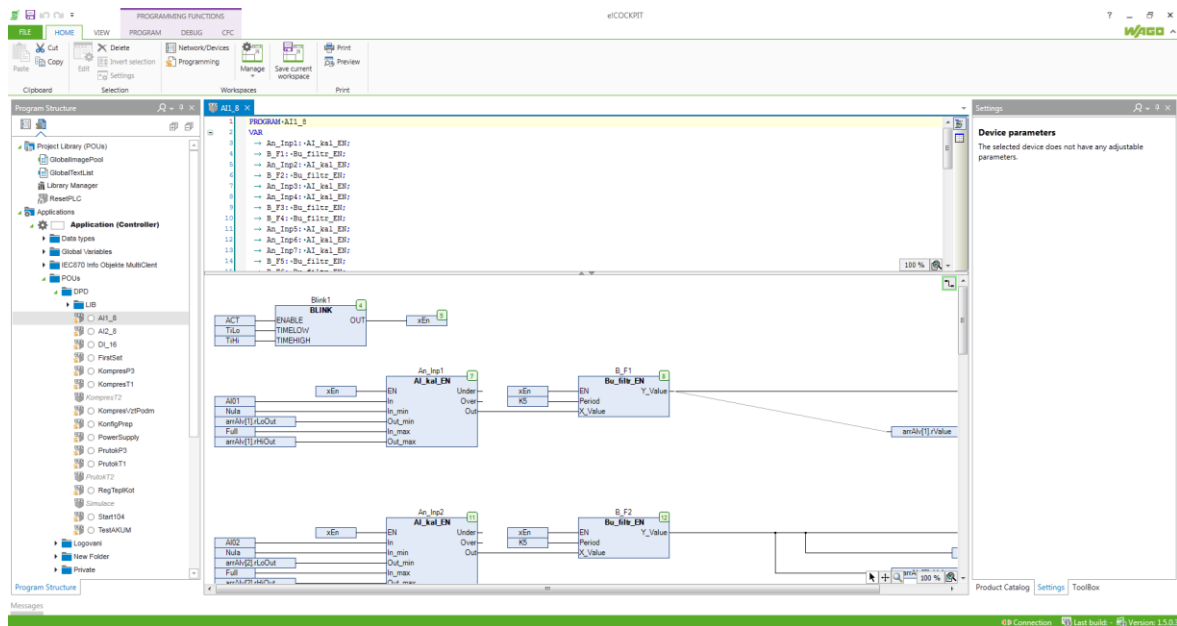
Obrázek 3.4 Technologické schéma RS [9]

3.4 SW vybavení rozvaděče

Jako systémový SW stanice je použit FW e!RUNTIME na bázi Linuxu. Aplikační SW je vyvíjen v návrhovém programovém systému e!COCKPIT.

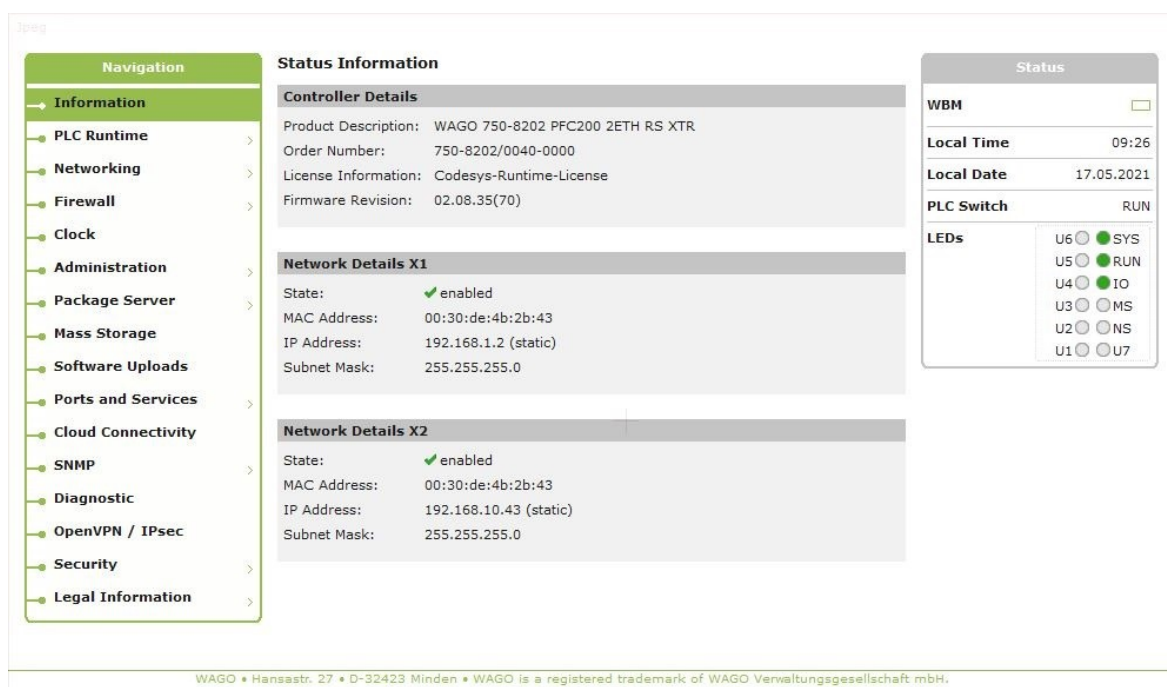


Obrázek 3.5 HW konfigurace v prostředí programu WAGO e!COCKPIT [archiv autora]



Obrázek 3.6 Prostředí programu WAGO e!COCKPIT [archiv autora]

Ve vývojovém prostředí e!COCKPIT je možné tvořit program jak textovou formou psaním příkazů, tak pomocí vkládání funkčních bloků. Programové řešení kromě telemetrických funkcí poskytuje i funkci HMI formou zabezpečeného webového rozhraní (WebVisu) jak místní, tak vzdálenou správou. HMI zajišťuje grafické zobrazení všech měřených, vypočtených provozních i poruchových stavů a měření dle nastavených parametrů. Pomocí rozhraní HMI může obsluha provádět základní parametrizaci měřených a počítaných hodnot. Překročení zadaných mezí u analogových vstupů, poruchové stavy na binárních vstupech a systémové události jsou zaznamenávány do souboru. [9]



Obrázek 3.7 Web-Based Management WAGO PLC [archiv autora]

3.4.1 Definice proměnných k ukládání

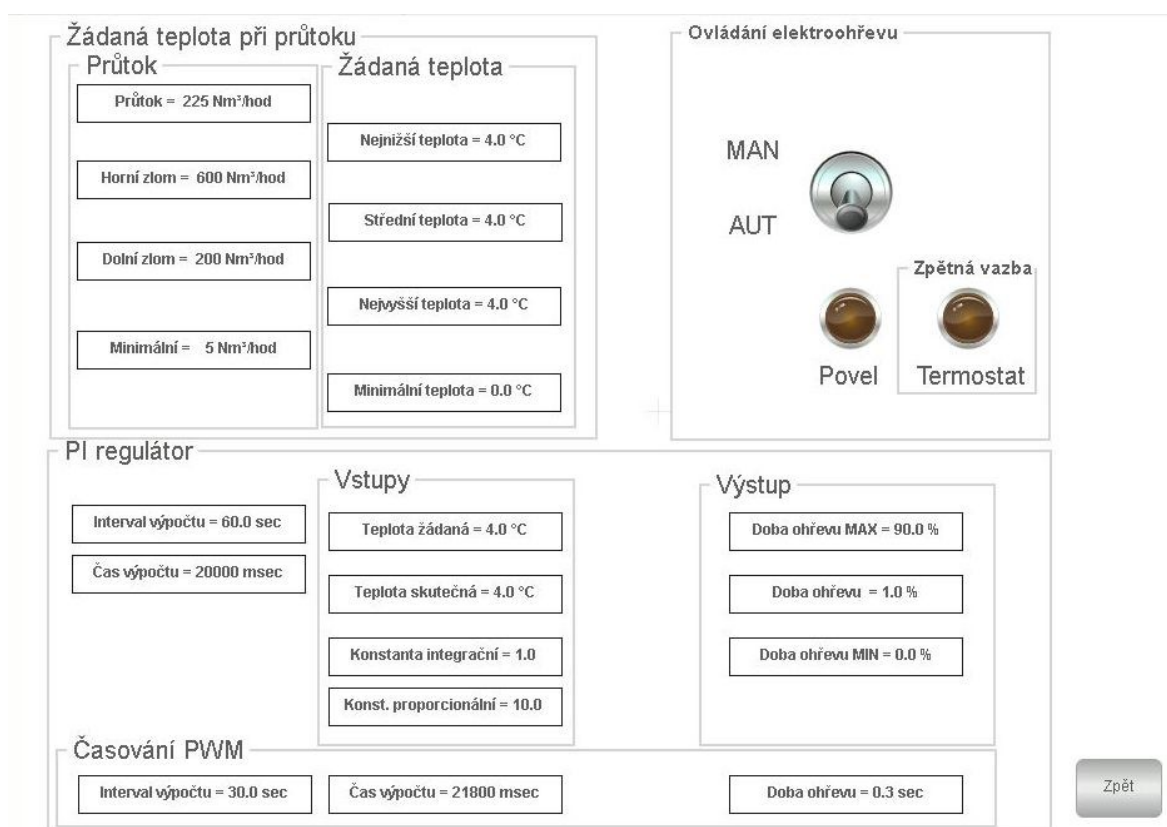
Ukládání proměnných do logu se provádí lokálně a slouží k záznamu chování technologického procesu, respektive jeho vybočení z normálního provozu. V logovacím souboru se zaznamenává chování po dobu jednoho měsíce. K jeho smazání dojde po jednom měsíci od ukončení záznamu. V paměti jsou tedy dva soubory, jeden aktuální a druhý z minulého měsíce. Ve specifickém souboru (soubor MS Office s příponou .csv) se definuje, které proměnné se mají ukládat a s jakými parametry (meze a hystereze) v konkrétní stanici. Soubor se nahrává do adresáře PLC pomocí SFTP klienta.

3.4.2 Regulace teploty plynu

Žádaná teplota plynu na výstupu z RS se odvozuje od hodinového přepočteného průtoku, který se počítá jako 10 x 6minutový přepočtený průtok. Obvykle se volí při vyšších průtocích nižší požadovaná teplota, při nižších průtocích vyšší teplota a při nulovém průtoku pak zadaná minimální teplota. Nulový průtok může nastat i při poruše plynoměru nebo jeho snímání. Toto by mělo být dispečinkem, hlavně v zimních měsících, rozpoznáno a identifikováno jako závada. Při poruše plynoměru v zimních měsících je možné nastavit minimální teplotu na normálně používanou žádanou teplotu. Na tuto hodnotu pak kotel, nebo kotle regulují i bez průtoku. Po odstranění poruchy snímání průtoku je nutné tuto hodnotu vrátit (aby se netopilo i při již pravdivém nulovém průtoku).

Žádaná hodnota a skutečná hodnota vstupují do PI regulátoru. Parametry regulátoru se zadávají proporcionální a integrační konstanta a statické omezení výstupu regulátoru. Dalšími vstupy regulátoru lze omezit integrační složku regulátoru v obou směrech. To se použije, pokud je dostupná informace, že akční veličinu nelze realizovat. Interval výpočtu je zvolen 60 vteřin, tomu odpovídá proporcionální konstanta cca 10 a integrační cca 1. PI regulátor má také vstup pro ruční zadání výstupní hodnoty, který se přenáší na výstup regulátoru v případě aktivace vstupu – přepínač do manuálního ovládání. Po deaktivaci vstupu vrací PI regulátor beznárazově svůj výstup na požadovanou hodnotu.

V případě ohřevu plynu pomocí elektrického předehřevu má výstup regulátoru význam požadovaného výkonu topení (0-100 %) a převádí se na PWM, která ovládá silové prvky v silovém rozvaděči RS. Funkčně je zakomponováno i ruční ovládání. Elektrický předehřev má termostat, který vypíná topení a jako další bezpečnostní stupeň ještě tavnou pojistku. Oba binární signály jsou snímány. Regulace by měla pracovat tak, aby k rozpínání topení termostatem nedocházelo. Termostat je použitý také na omezení integrační složky pro její narůstání, protože pokud zapůsobí, není možné akční veličinu realizovat.



Obrázek 3.8 Ukázka obrazovky parametrů elektro-ohřevu [archiv autora]

U ohřevu s kotlem ovládaným binárním signálem má výstup regulátoru význam požadované teploty vody na výstupu z kotle. Výstup regulátoru (žádaná hodnota teploty výstupní vody) se porovnává se skutečnou hodnotou teploty vody a pokud je skutečná teplota o „parametr“ nižší, kotel se zapíná a pokud vyšší, kotel se vypíná. Tímto parametrem lze ovlivňovat frekvenci zapínání kotle a také kolísání teploty plynu.

Regulátor u analogově řízeného kotle má význam požadované teploty vody na výstupu z kotle. Pro ovládání kondenzačního kotle je doplněno omezení zvyšování integrační složky regulátoru v případě přiblížení teploty na vratné vodě ke kondenzační teplotě (45 °C, při které má kotel maximální účinnost) při teplotě 42 °C a zrušení omezení při poklesu pod 40 °C. [10]

3.4.3 Způsob snímání analogových signálů (tlak a teplota)

Pasivní dvou vodičový snímač je připojený na galvanický oddělovací zesilovač WAGO 857-420, který snímač napájí a zároveň přenáší analogový signál do vstupní karty PLC WAGO 750-455/040-000 při zachování vzájemného galvanického oddělení. PLC cyklicky vyčítá analogovou hodnotu, před zobrazením hodnoty je zde ještě vřazený SW filtr s Butterworthovou aproximací. Jedná se o filtr, který se vyznačuje maximálně plochou amplitudovou charakteristikou v propustném pásmu a nejmenším fázovým zkreslením.

3.4.4 Měření průtoku plynu

Zemní plyn má hlavní složku metan, další složky s menším podílem jsou dusík, oxid uhličitý, etan, propan a vyšší uhlovodíky. Používá se nejčastěji k vytápění, výrobě el. energie, vaření, případně pro pohon vozidel.

Složení zemního plynu se stanovuje procesním plynovým chromatografem na předávacích stanicích. Objem plynu se měří clonovými, hmotnostními, ultrazvukovými nebo turbínovými průtokoměry. Ze změřeného objemu plynu za provozních podmínek se pomocí kompresibilitního faktoru vypočítá množství proteklého plynu za vztažných podmínek.

Se zemním plynem se obchoduje v energetických jednotkách – kilowatthodinách. Energetický obsah Q [kWh] se vypočítá vynásobením spalného tepla H_s [kWh/m³] a objemu

plynu V [m³] za vztažných podmínek za daný čas:

$$Q = H_S \cdot V . \quad (1)$$

Spalné teplo a objem zemního plynu jsou závislé na provozních podmínkách. Na hodnotu spalného tepla má navíc významný vliv obsah jednotlivých složek zemního plynu.

Stavová rovnice reálného plynu

U reálného plynu je nutné zohlednit objem molekul i jejich vzájemné silové působení, proto je nutné pro stavovou rovnici reálného plynu zavést korekci. Tzv. kompresibilitní faktor z [-] je zdánlivě nejjednodušší korekce.

$$pV_m = zRT , \quad (2)$$

kde p je absolutní tlak [Pa], V_m je molární objem [m³], R je univerzální plynová konstanta [Jmol⁻¹K⁻¹] a T je termodynamická teplota [K]. Kompresibilitní faktor slouží k posouzení odchylek chování ideálního plynu na rozdíl od reálného. U čistých látek je kompresibilitní faktor funkcí teploty a tlaku nebo teploty a molekulárního objemu. V případě směsí je také funkcí složení.

Kompresibilitní faktor výrazně ovlivňuje přepočtení objemu plynu a dodané energie v zemním plynu za vztažných podmínek. V současnosti jsou pro výpočet kompresibilitního faktoru používány výpočtové metody dle normy ČSN EN ISO 12 213. Tyto metody mají rovnice AGA8 – DC92 a SGERG 88, které vycházejí z viriálního rozvoje stavové rovnice. [12]

Různí distributoři mohou používat jinou rovnici pro výpočet kompresibilitního faktoru. Telemetrický systém tedy počítá dle příchozích pulzů z plynoměru objem plynu za provozních podmínek, pak kompresibilitu dle rovnice, kterou používá distributor, pomocí dat o složení plynu, které také poskytuje distributor. Díky tomu může telemetrický systém počítat přepočtené množství objemu plynu.

4 Konstrukce telemetrického rozvaděče

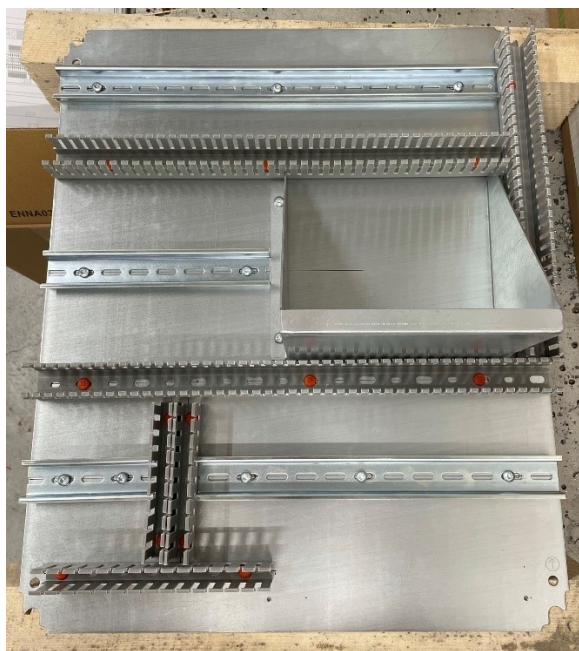
Je třeba vypracovat výkresy rozvaděče pro příslušnou RS. Po nakreslení schématu zapojení a vytvoření polohopisné sestavy rozvaděče následuje vypsání specifikace a dle ní se objedná materiál. Pokud je veškerý potřebný materiál naskladněn, může začít výroba rozvaděče dle firemního plánu výroby.

4.1 Výroba rozvaděče

Pro drátování rozvaděče se používají slané vodiče. Do šroubových svorek se na vodiče lisují dutinky, do pružinových svorek se vodiče dávají neupravené bez dutinek. Průřezy vodičů se volí standardně dle proudového zatížení, případně podle schématu zapojení, pokud jsou v něm průřezy vodičů uvedeny.

4.1.1 Příprava výroby

- Příprava montážního plechu dle polohopisného výkresu – rozmístění kabelových žlabů, DIN lišt a držáku baterií.
- Nákres rozmístění žlabů a lišt na montážní plech.
- Úprava rozměrů kabelových žlabů a DIN lišt dle výkresu.
- Vrtání montážních otvorů do plechu.
- Prostřihování plechové příruby pro vývodky dle výkresu.



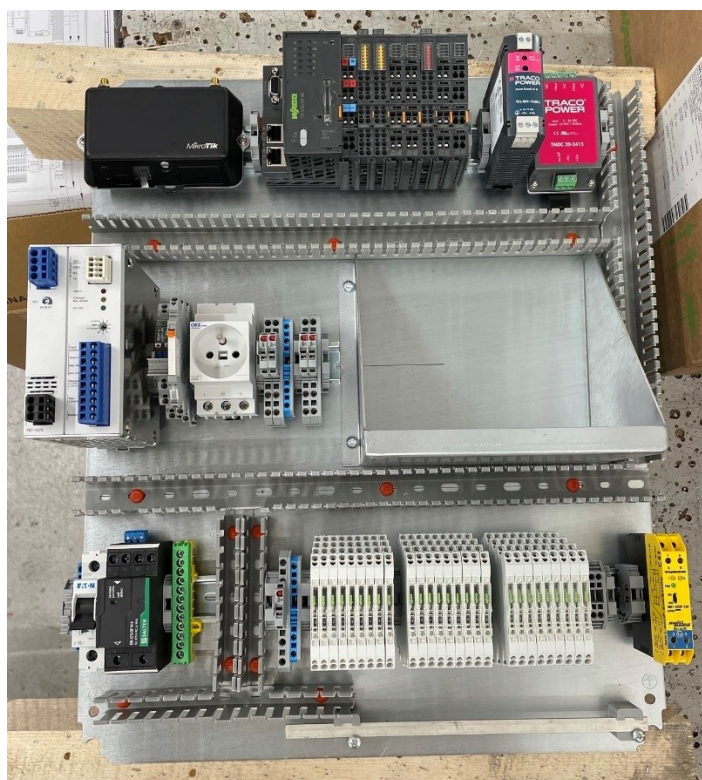
Obrázek 4.1 Montážní plech, osazené DIN lišty a kabelové žlaby [archiv autora]



Obrázek 4.2 Příruba rozvaděče s již osazenými vývodkami [archiv autora]

4.1.2 Osazení plechu

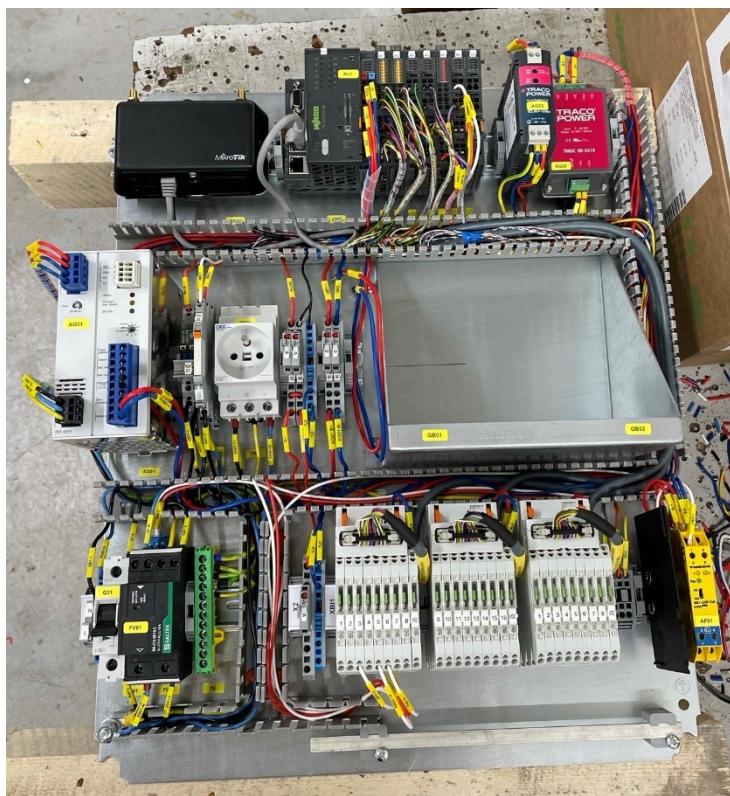
- Montáž DIN lišt k montážnímu plechu.
- Nýtování kabelových žlabů.
- Kompletace komponentů rozvaděče (pokud je třeba před osazením).
- Osazení všech prvků na DIN lišty dle výkresu.
- Upevnění popisků a štítků pro všechny komponenty a svorky rozvaděče.



Obrázek 4.3 Montážní plech osazený přístroji [archiv autora]

4.1.3 Drátování rozvaděče

- Příprava značení pro drátové spoje (návlčky) dle schématu zapojení.
- Kontrola a začistění všech prostupů a ostrých hran mezi kabelovými lištami.
- Označení a instalace drátových spojů do připravených kabelových žlabů – připojení na koncové svorky komponentů dle schématu zapojení.
- Připojení zemnění všech komponentů, které to vyžadují, na zemnicí můstek.



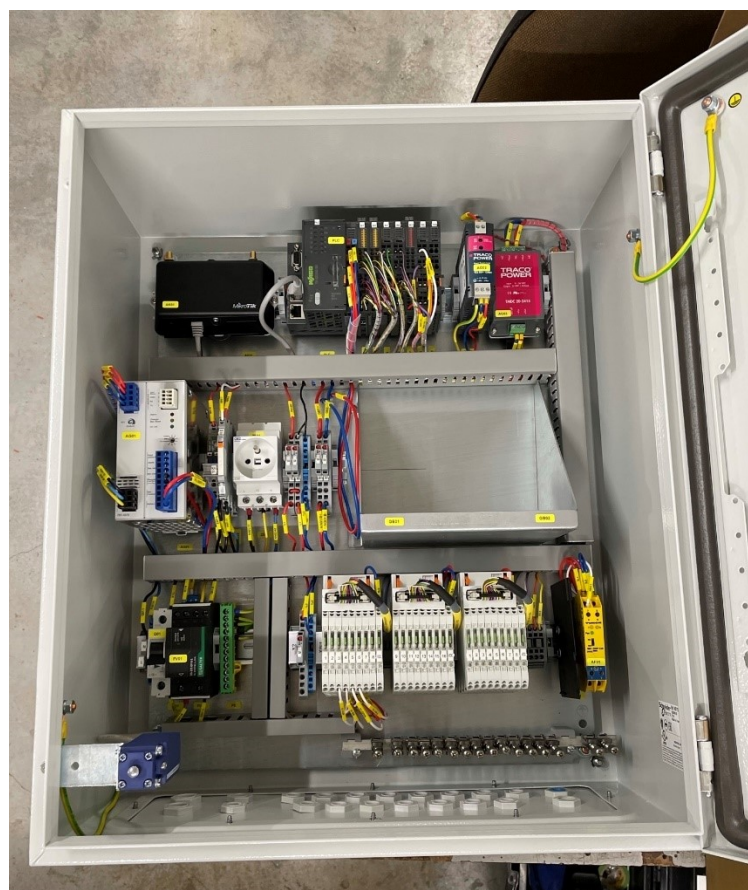
Obrázek 4.4 Montážní plech se zapojenými komponenty [archiv autora]

4.1.4 Kompletace rozvaděče

- Instalace závěsných ok pro budoucí uchycení na stěnu.
- Polepení rozvaděče (firemní štítek, označení rozvaděče, výstražný polep).
- Instalace kompletně osazeného montážního plechu do skříně rozvaděče.
- Instalace příruby s vývodkami.
- Připojení všech zemnicích bodů (dveře rozvaděče, skříň rozvaděče, montážní plech) na můstek umístěný na montážním plechu.



Obrázek 4.5 Rozvaděčová skříň [archiv autora]

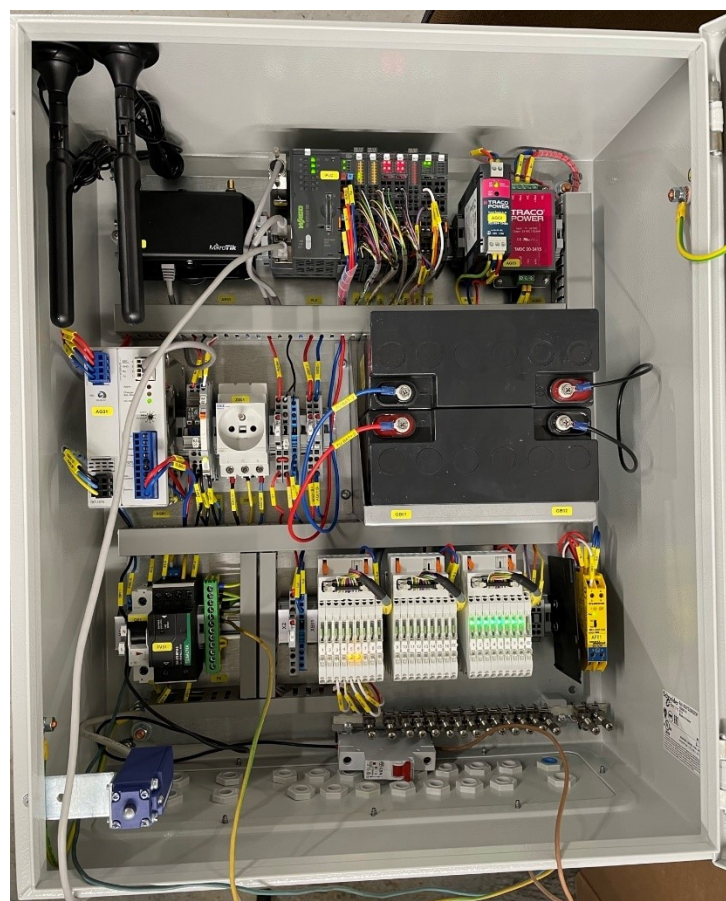


Obrázek 4.6 Kompletní rozvaděč [archiv autora]

4.2 Oživení rozvaděče

Po dokončení výroby rozvaděč dostane do rukou zkušební technik, který rozvaděč vyzkouší, má na starosti zkušební protokol, prohlášení o shodě a také vytvoření a nalepení výrobního štítku. Takto hotový rozvaděč je připravený k nahrání SW a vyzkoušení funkčnosti všech vstupů a výstupů. Oživení rozvaděče probíhá dle následujících bodů:

- Opětovná kontrola drátových spojů a svorek.
- Kontrola správného označení všech přístrojů na montážním plechu.
- Kontrola správného zapojení signálových vodičů – barvy vodičů dle schématu.
- Připojení rozvaděče pod napětí, zatím bez pojistek pro PLC a router.
- Kontrola stavu komponentů pod napětím.
- Připojení baterií.
- Vložení SD karty se security FW do PLC a zapnutí PLC příslušnou pojistkou.
- Připojení se k PLC pomocí ethernet kabelu, ovládání PLC přes webové rozhraní.
- Nahrání security FW do PLC. Po nahrání vypnutí PLC a vyndání SD karty.
- Start PLC, nahrání a spuštění projektu pomocí SW WAGO e!COCKPIT.
- Nahrání logovacího souboru do příslušného adresáře PLC pomocí SFTP.
- Kontrola funkčnosti všech binárních vstupů – vizuální kontrola na HW rozvaděče (LED na vstupní kartě PLC) a zároveň ve webové vizualizaci projektu.
- Kontrola funkčnosti všech analogových vstupů, simulace proudových smyček. Zda příslušné vstupy ukazují adekvátní hodnoty tlaků a teplot ve vizualizaci.
- Vyzkoušení povelů, spuštění testu baterií, ruční ovládání kotlů.



Obrázek 4.7 Připojený zkušební rozvaděč [archiv autora]



Obrázek 4.8 Nahrávání a zkoušení rozvaděče [archiv autora]

5 Reálné nasazení rozvaděče do provozu

V případě nově postavené RS se čeká na pokyn stavitele, kdy je možné namontovat telemetrii. Samotná montáž telemetrie je hotová do dvou dnů. Je vhodné, aby při montáži telemetrie již byla namontována celá elektroinstalace regulační stanice včetně přívodního kabelu do RS, kterou zajišťuje externí společnost. Je tak možné rovnou připojit rozvaděč k napájení a přímo po montáži změřit údaje potřebné pro revizi. Následně se počká na termín komplexních zkoušek, kdy se regulační stanice uvádí do provozu, tzn. pustí se přes ní plyn a uvádí se do provozu i samotná telemetrie. Jelikož se jedná o instalaci v nebezpečném prostředí, je nutné montáž nahlásit na Technickou inspekci České republiky (TIČR). Po dokončení montáže se v domluveném termínu dostaví technik z TIČR na RS, proběhne kontrola, případně měření a pokud je vše bez závad, vystaví technik stanovisko.



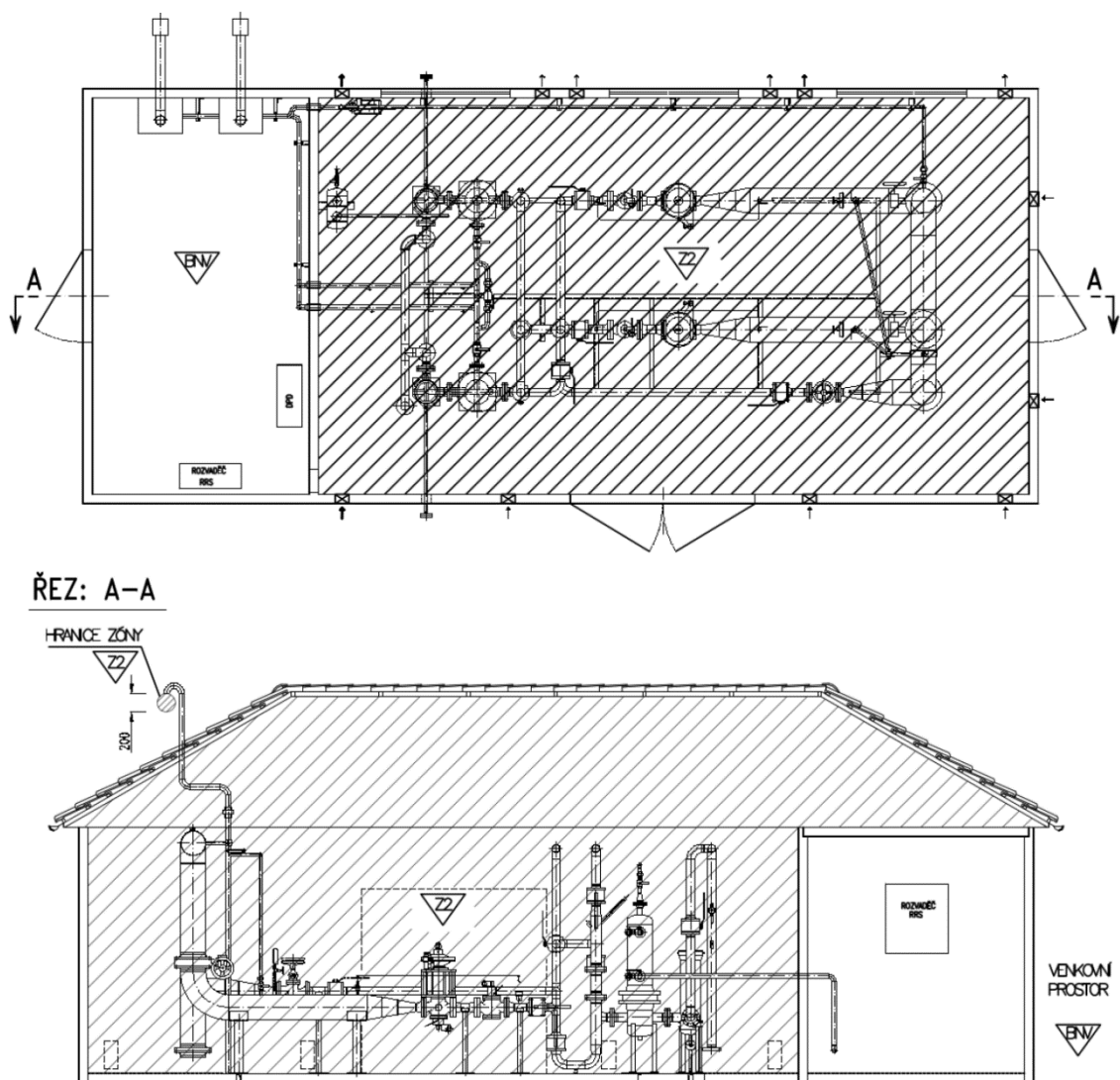
Obrázek 5.1 Pohled na místnost technologie RS [archiv autora]



Obrázek 5.2 Pohled na místnost kotelny RS [archiv autora]

5.1 Montáž

Regulační stanice je obvykle rozdělena na místnost technologie a místnost kotelny. Jako prostup kabelů z kotelny do místnosti technologie bude použit příslušný prostup od firmy Roxtec (ATEX – zóna 2). Kabelové trasy uvnitř technologie budou převážně tvořeny žlaby MARS 50 x 62 mm, odbočky k sensorům svislým vedením v elektroinstalační trubce.



Obrázek 5.3 Výkres rozsahu nebezpečných zón [11]

5.1.1 Montáž rozvaděče

Rozvaděč telemetrie bude v kotelně uchycen prostřednictvím originálních montážních ok na stěnu ve výši cca 1,5 m. Způsob kotvení rozvaděče závisí na typu materiálu, ze kterého je stěna RS postavena. U novějších stanic to bývá pórobeton, tam se mohou používat například chemické kotvy. U starších stanic, které mají zdi z betonu se používají klasické ocelové kotvy. Pokud to prostor umožňuje, montuje se rozvaděč v dostatečné vzdálenosti od okolních rozvaděčů a jiných zařízení, aby byl kolem dostatek místa pro otevření dveří nebo obsluhu ostatních zařízení. V případě venkovní instalace je namontována na rozvaděči originální stříška. Rozvaděč se zemní slaněným žlutozeleným vodičem o průřezu 6 mm² na nejbližší uzemňovací bod RS. Takový bod bývá v bezprostřední blízkosti vstupních přepěťových ochran 1. a 2. stupně. Kabelové přívody návazností budou zavedeny spodní

částí rozvaděče přes plastové vývodky IP 65. Jako trasy pro kabely v místnosti kotelny se mohou použít standardní plastové lišty, nebo také plechové žlaby, jako se používají v místnosti technologie.



Obrázek 5.4 Rozvaděč na zdi v místnosti kotelny [archiv autora]

5.1.2 Připojení snímačů

Pro přívod vstupních analogových signálů jsou použity kabely stíněné se stáčenými žilami CMFM. Přístroje, které nejsou pevně a elektricky vodivě spojené s uzemněnou konstrukcí, jsou spojeny s ochranným vodičem PE a vzájemně spojeny vodičem CYA ZZ. Kabely jsou ukončeny přímo na modulech JUMPFLEX (strana telemetrické stanice) a ve svorkovnicových patičkách či hlavicích senzorů (strana polní instrumentace). Výjimku tvoří snímače polohy bezpečnostních uzávěrů, které jsou přepojovány v technologii v Ex krabicových rozvodkách. Kabely k přístrojům připojeným přes jiskrově bezpečné oddělovače jsou barevně odlišené od ostatních (včetně průchodek) modrou barvou a budou uloženy do flexibilních chrániček ve žlabech. Kabelový rozvod je uložen ve žlabech MARS upevněných na zdi, nebo ve žlabech a trubkách zavěšených na stropní konstrukci nebo konstrukci technologie. Mezi žlabem a přístrojem jsou kabely ukládány do pevných

nebo flexibilních chrániček. Pro všechny kabely procházející plynotěsnou stěnou mezi prostředím zóny 2 v regulační stanici a prostředním základním telemetrického rozvaděče platí, že jejich průchody jsou plynotěsné.



Obrázek 5.5 Plynotěsný průstup mezi technologií a kotelnou ROXTEC [archiv autora]

5.1.3 Snímání polohy bezpečnostních klapek

Bezpečnostní klapky jsou osazeny koncovými spínači v provedení do zóny 2. Pro montáž jsou použity pouze montážní otvory na tělese klapky. Pokud je kabel součástí koncového spínače, je spínač napojen na kabelový přívod z rozvaděče telemetrie v odbočné krabici v provedení do prostředí zóny 2.



Obrázek 5.6 Bezpečnostní uzávěry včetně snímačů [archiv autora]

5.1.4 Snímání hodnot tlaku

Pro snímání tlaku (absolutního i relativního) jsou navrženy senzory z produkce BD Sensors Uherské Hradiště DMP. Provedení do zóny 2. Snímače budou osazeny na připravené návarky na potrubí, prostřednictvím zkušební ventilu ZPA Nová Paka. Uvažované typy snímačů tlaku typového provedení DMP 331, 333 a 343.



Obrázek 5.7 Snímač tlaku plynu [archiv autora]

5.1.5 Snímání hodnot teploty

Pro snímání teploty byly navrženy senzory z produkce JSP Nová Paka. Provedení do zóny 2. Pro snímání teplot ohřevu vody je použit standardní senzor teploty v provedení příložném do prostoru kotelny s prostředím základním, který se montuje na zpáteční potrubí. Uvažované typy snímačů typového provedení T1070 s převodníkem P5310 (Pt 100, teplota plynu) a SENSIT – NS 540 (teplota vody).



Obrázek 5.8 Snímač teploty plynu [archiv autora]

5.1.6 Přepět'ové ochrany

Silový přívod je jištěn mimo skřín telemetrie jedno-fázovým kombinovaným jističem s chráničem. Ve skříní telemetrie je pouze vypínač. Zdroje mají zabudovanou vnitřní ochranu proti překročení odběru. Proti přepětí v síti je telemetrie chráněna přepět'ovou ochranou typu 3 s VF filtrem. Pro účinnou ochranu musí být vybaven také elektro rozvaděč, ze kterého je připojena telemetrie, přepět'ovou ochranou typu 1 a 2.

U nových investičních staveb je již ochrana 1. a 2. stupně součástí elektro rozvaděče RS, který dodává jiný dodavatel a ze kterého se připojuje telemetrický rozvaděč. Na starších RS se při rekonstrukci dodává nový rozvaděč s touto přepět'ovou ochranou, který se začlení do přívodního kabelu na vstupu do RS.



Obrázek 5.9 Rozvaděč s přepětovou ochranou [archiv autora]

5.1.7 Ochrana proti nebezpečí výbuchu v prostředí zóny 2

Přístroje a snímače, obsahující elektronické obvody (indukčnosti a kapacity), jsou schválené pro použití v prostředí zóny 2. V daném případě jsou použity snímače teploty, tlaku a polohy schválené pro prostředí zóny 2. Snímače impulsů plynoměřů jsou odděleny jiskrově bezpečnými převodníky signálů v rozvaděči telemetrie.



Obrázek 5.10 Hlavní plynoměr [archiv autora]

5.1.8 Uzemnění

Zemnicí můstek ve skříní rozvaděče je nejkratší cestou spojen s ochranou zemnicí soustavou v budově slaněným izolovaným vodičem o dostatečně malém přechodovém odporu (CYA 6).

Všechny přístupné a vnější neživé vodivé části jsou uvedeny na shodný potenciál ochranným pospojováním. Systém pospojování zahrnuje ochranné vodiče, kovová potrubní vedení, kovové pláště kabelů a kovové pláště přístrojů. [9]

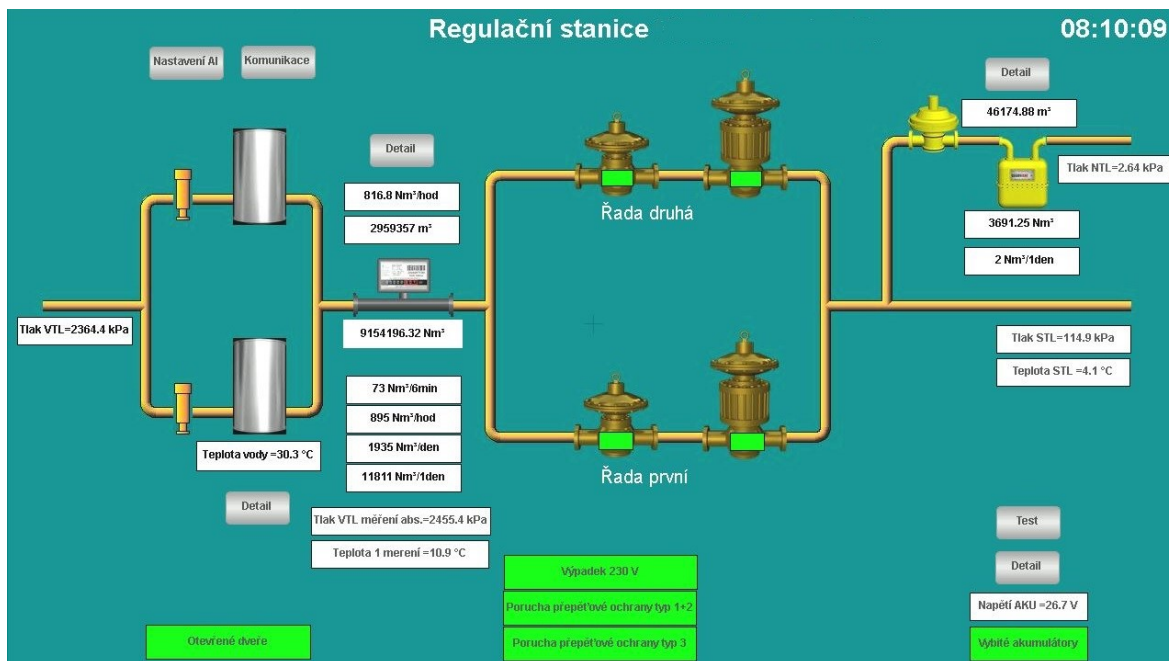
5.2 Zkoušky a uvedení do provozu

Celý telemetrický systém se uvádí do provozu při komplexních zkouškách na RS. V době komplexních zkoušek bývají na staveništi přítomni všichni dodavatelé, kteří se na stavbě RS podílejí.

Zkoušení telemetrie se provádí dle následujících bodů:

- Odvzdušnění potrubí pomocí zemního plynu.
- Zkouška bezpečnostních uzávěrů.
- Test jednotlivých mezních stavů vůči PLC webové vizualizaci.
- Test jednotlivých mezních stavů vůči nadřazenému systému DŘS.

- Test průtokoměrů a výpočet/přepočítání do systému.
- Ovládání kotlů.
- Mechanická kontrola všech kontaktů rozvaděče a vnitřní instalace.



Obrázek 5.11 Web-vizualizace RS [archiv autora]

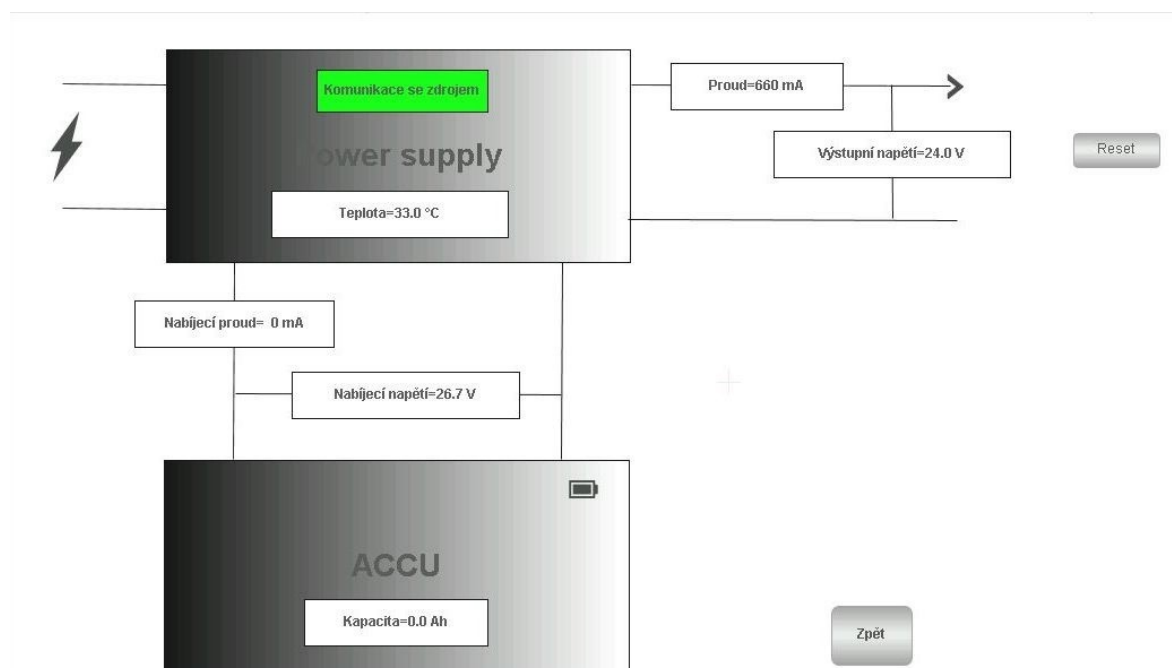


Obrázek 5.12 Obrazovka hlavního plynoměru [archiv autora]

	Name	Value	LoOUT	HiOUT	LoSetPoint	HiSetPoint
1	Pvtl	2364.356	0	6000	2100	2500
2	PvtlMer	2455.489	0	6000	2100	2500
3	Pstl1Mer	0	0	600	210	250
4	Pstl2Mer	0	0	600	210	250
5	Pstl	114.60506	0	600	210	250
6	Pntl	2.063509	0	6	2.1	2.5
7	Pres	0	0	600	210	250
8	OdoKonc	0	0	40	21	25
9	T1Mer	11.583818	-50	50	-10	30
10	T2Mer	0	-50	50	-10	30
11	Tstl	4.081825	-50	50	-10	30
12	Tstl2	0	-50	50	-10	30
13	Tntl	0	-50	50	-10	30
14	Tres	0	-50	50	-10	30
15	Tven	-50.08294	-50	50	-25	30
16	Tvody	27.92549	0	150	0	80
17		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
19		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0

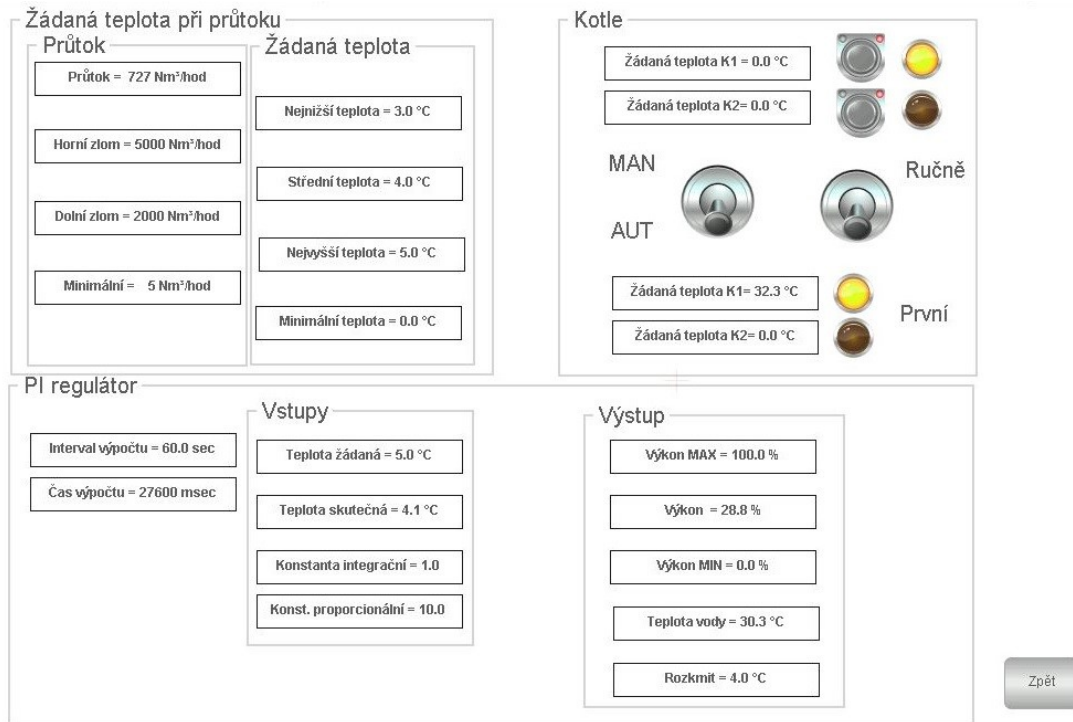
Zpět

Obrázek 5.13 Nastavení analogů, jejich rozsahů a set-pointů [archiv autora]



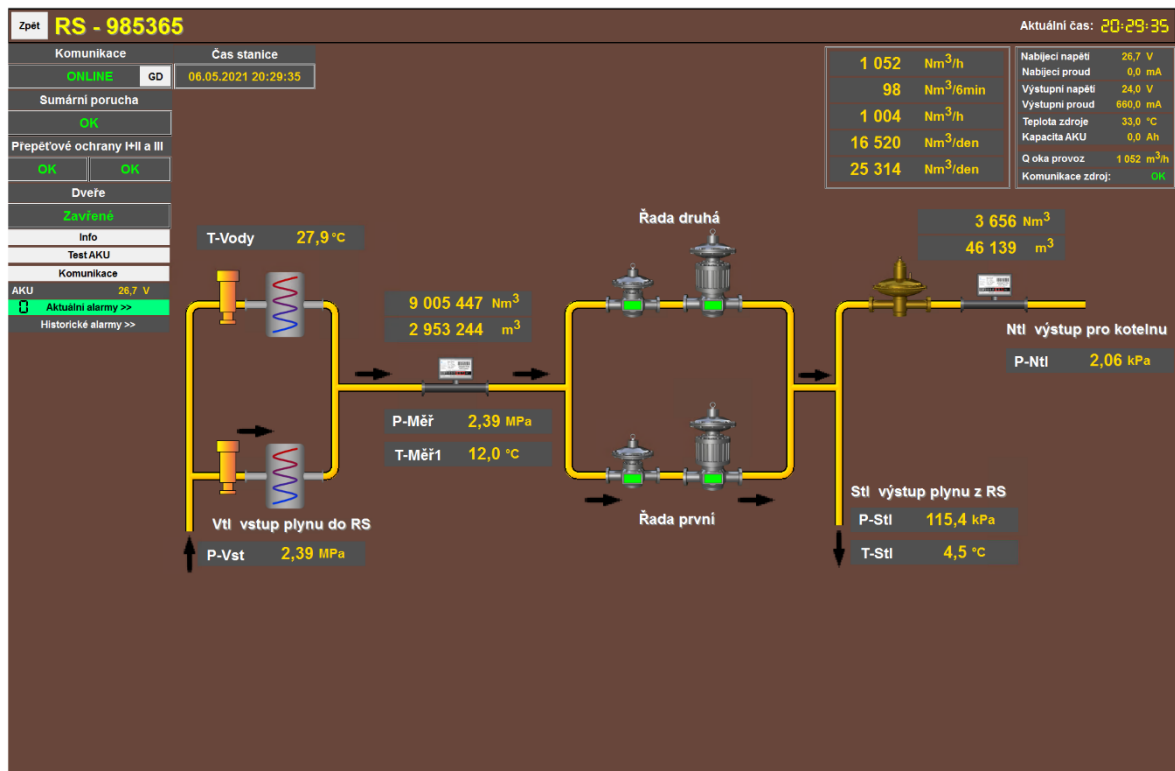
Zpět

Obrázek 5.14 Informace ze zdroje napájení [archiv autora]

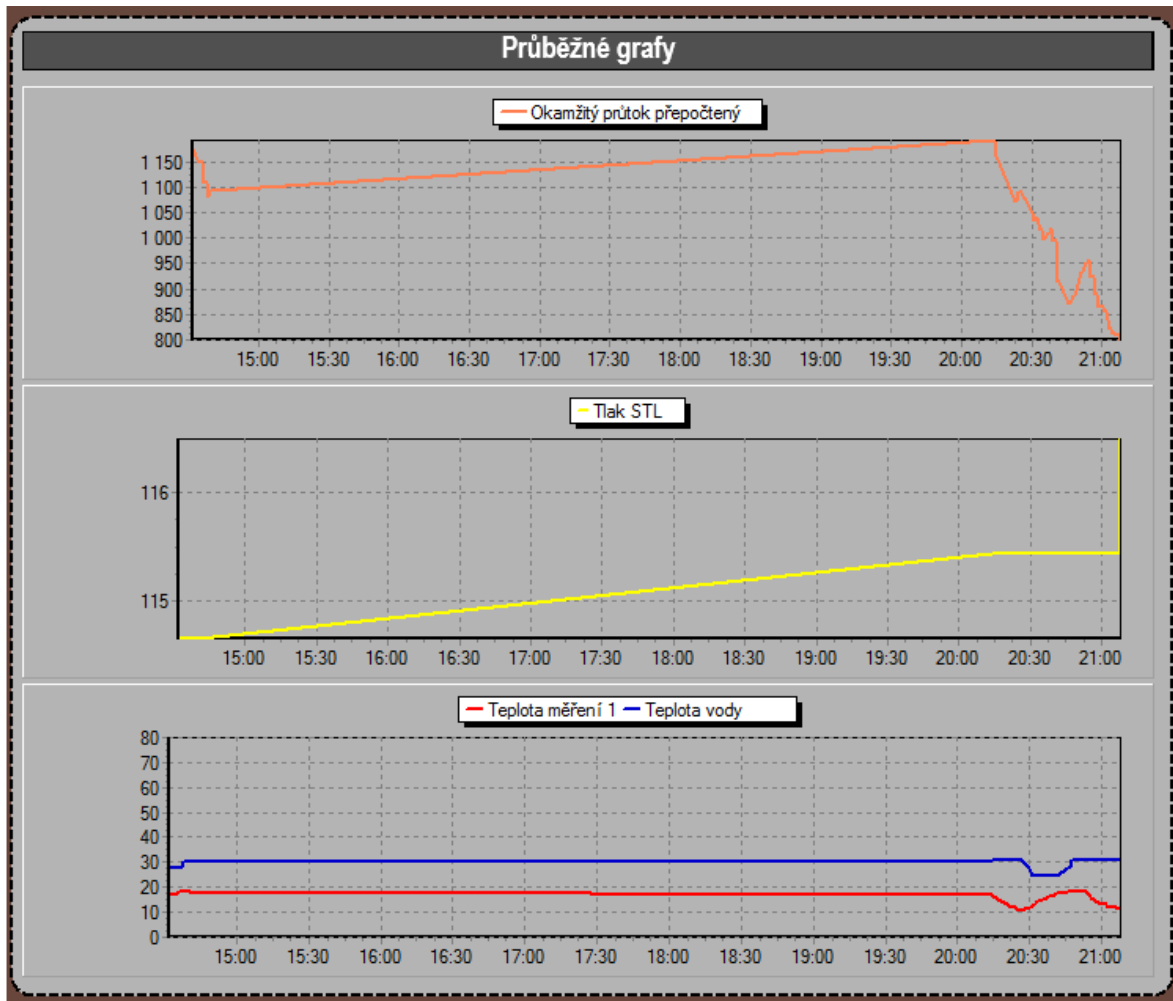


Obrázek 5.15 Ovládání kotlů – regulace [archiv autora]

Pro potřeby této diplomové práce byla připravena možná vizualizační okna znázorňující grafickou podobu na teoretickém dispečinku distributora plynu. Tato vizualizace byla připravena pomocí produktu SCADA/HMI Reliance 4 od tvůrce Geovap, s.r.o.



Obrázek 5.16 Ukázka možné podoby RS na DŘS [archiv autora]



Obrázek 5.17 Ukázka grafů snímaných hodnot z RS na DŘS [archiv autora]

6 Závěr

Cílem práce bylo navrhnout novou variantu rozvaděče s telemetrickým systémem pro regulační stanici plynu, která bude splňovat aktuální nároky a požadavky zadavatele a bude je splňovat i s výhledem do budoucna. Posléze takový rozvaděč vyrobít a nasadit v reálném provozu na regulační stanici a zhodnotit výsledky.

V kapitole 2 je popsána funkcionální distribuční soustava plynu u vybraného distributora a varianty objektů, do kterých je navržený rozvaděč a celkový telemetrický systém určen. V rámci bodu 2.3.1 a 2.3.2 jsou ukázána historická řešení telemetrických systémů, které byly v minulosti používány.

V kapitole 3 jsou uvedena kritéria rozvaděče a systému od zadavatele, které je potřeba splnit pro návrh a výrobu systému – jednotlivé kroky návrhu, realizace, tvorbu dokumentace, schématu zapojení a fyzického rozmístění komponentů uvnitř rozvaděče. Pro názornou ukázkou jsou zde přiloženy obrázky z vývojových prostředí.

Kapitola 4 pojednává o samotné výrobě telemetrického rozvaděče a oživení systému v něm.

Kapitola 5 je zaměřena na montáž telemetrického rozvaděče na RS, kabelových rozvodů, tras a montáže snímačů. Dále na uvedení celého systému do produkčního provozu. Také je zde uveden návrh vizualizace v rámci dispečerského řídicího systému.

Diplomová práce představuje návrh telemetrického rozvaděče a celého systému v něm uloženém, který je reálně nasazený a používán na regulačních stanicích plynu. Pro rozvaděč bylo vytvořeno schéma zapojení a nákres fyzického rozmístění komponentů ve skříni rozvaděče. V konečném řešení se podařilo do rozvaděče všechny komponenty logicky vměstnat tak, aby bylo možné rozvaděč relativně snadno vyrobít a následně i připojit na vnější návaznosti při montáži. Návrh a ladění celého systému probíhalo ve spolupráci se zadavatelem přibližně jeden rok a následně s jednou stanicí nasazenou jako zkušební. Od té doby (rok 2018) byl tento rozvaděč nasazen do ostrého provozu na přibližně 60 regulačních stanicích, převážně rekonstruovaných (výměna původního telemetrického systému za nový). Od počátku nasazení nového systému do provozu se stala pouze jediná

vážná závada, kdy přestal fungovat modul PLC – přibližně po roce provozu přestala fungovat telemetrie a zjistilo se, že je přerušena pojistka pro napájení PLC. Napájecí svorky procesorového modulu byly zkratované, problém se vyřešil záruční výměnou PLC jednotky za novou. Mimo tento problém byly potřeba pouze menší průběžné úpravy programu běžícího na stanicích.

V současné době se nasazují telemetrické rozvaděče tohoto typu i na stanice katodové ochrany (SKAO), sloužící jako ochrana produktovodů před korozi, aby měl provozovatel distribuční sítě přehled i nad těmito poměry na plynovém potrubí. Mezi sledované parametry na SKAO patří například výstupní DC napětí a proud řízeného usměrňovače (anoda kladný pól, potrubí záporný pól) a hodnota potenciálu, měřená mezi referenční elektrodou a chráněným potrubím.

Celý systém je přímo závislý na napájení, které musí mít regulační stanice přivedené, jinak se v podstatě vylučuje jeho použití. Tato skutečnost vede ke zkoušení nového řešení formou fotovoltaických panelů pro napájení telemetrického systému. Je to logický krok vzhledem k tomu, že na všech RS není přiveden napájecí kabel a přivedení kabelu může být velmi drahá a zdoluhavá záležitost, v závislosti na umístění stanice. Další možností snímání telemetrických údajů na stanicích bez napájení je využití technologií IoT.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Popis distribuční soustavy zemního plynu EG.D, a.s. [online]. 2019. [Cit. 10.3.2021]. Dostupné z: https://www.egd.cz/sites/default/files/2020-12/263_Popis_DS_plyn_2020.pdf
- [2] Distribuční síť zemního plynu EG.D, a.s. [online]. 2021. [Cit. 10.3.2021]. Dostupné z: https://www.egd.cz/sites/default/files/2018-09/232_EGD_schema_DS_ZP_02.pdf
- [3] Distribuční síť – plyn. [online]. 2021. [Cit. 10.3.2021]. Dostupné z: https://www.egd.cz/sites/default/files/2018-09/258_EGD_schema_II_DS_ZP_02.pdf
- [4] GridServices, Odorizační stanice MOS 6. [online]. 2021. [Cit. 11.4.2021]. Dostupné z: https://www.gasnet.cz/media/files/Grid_letak_MOS_6.pdf
- [5] Projekční dokumentace – první varianta telemetrie, archiv MPC System, spol. s r.o., Březnice, 2002
- [6] Projekční a dodavatelská dokumentace – druhá varianta telemetrie, archiv MPC System, spol. s r.o., Březnice, 2012
- [7] Výrobní předpis PCD-200 Základní deska průmyslového PC MPC-586, archiv MPC System, spol. s r.o., Březnice, 2000
- [8] Návrh dokumentace do výběrového řízení, Technická specifikace pro telemetrickou stanici WAGO na regulační stanice plynu, revize dokumentu 9.5, datum poslední aktualizace 11.11.2019, archiv MPC System, spol. s r.o., Březnice 2019
- [9] Projekční a dodavatelská dokumentace – nová telemetrie WAGO, archiv MPC System, spol. s r.o., Březnice, 2020
- [10] MPC System, spol. s r.o., Manuál – Modulární telemetrie pro plynové RS a SKAO s WAGO PFC 200, 2020
- [11] Protokol o určení vnějších vlivů, REGAMONT s.r.o., leden 2019
- [12] T. NÁVRÁTILOVÁ, T. HLINČÍK, Metody používané pro výpočet kompresibilitního faktoru zemního plynu. [online]. 2017. [Cit. 17.5.2021]. Dostupné z: <http://paliva.vscht.cz/cz/archiv-clanku/detail/35>

Seznam symbolů a zkratek

ATEX	Předpisy pro el. zařízení určených do prostředí s nebezpečím výbuchu
BU.....	Bezpečnostní uzávěr
DŘS	Dispečerský řídicí systém
FW	Firmware
GPRS	General Packet Radio Service
HDD	Hard Disk Drive – pevný magnetický disk
HMI	Human Machine Interface – místní ovládací a monitorovací pracoviště
IoT	Internet of things – Internet věcí
LTE.....	Long Term Evolution
MS	Měřicí stanice
NTL	Nízký tlak (0 až 5,0 kPa)
OS.....	Operační systém
PC	Osobní počítač
PLC.....	Programmable Logic Controller – programovatelný logický automat
PM	Předávací místo
PRS.....	Předávací regulační stanice
PTS	Procesní telemetrická stanice
PWM.....	Pulse Width Modulation – pulzně šířková modulace
RJ45	Konektor pro připojení rozhraní Ethernet
RS	Regulační stanice
RS232	Sériové komunikační rozhraní
RTU	Remote terminal unit – řídicí a monitorovací jednotka
SCADA.....	Supervisory Control And Data Acquisition - Dispečerské řízení a sběr dat
SFTP.....	Secure File Transfer Protocol – bezpečný přenos souborů
SKAO	Stanice katodové ochrany
SSH.....	Secure Shell
SSR.....	Solid State Relay – polovodičové relé
STL.....	Střední tlak (5,0 kPa až 400 kPa)
SW	Software
TIČR.....	Technická inspekce České republiky
VTL	Vysoký tlak (0,4 MPa až 4,0 MPa)
VVTL	Velmi vysoký tlak (nad 4,0 MPa)

Seznam obrázků

OBRÁZEK 2.1 DISTRIBUČNÍ SÍŤ ZEMNÍHO PLYNU NA MAPĚ, PŘEVZATO Z [2]	2
OBRÁZEK 2.2 SCHÉMATICKÝ NÁKRES CESTY ZEMNÍHO PLYNU, PŘEVZATO Z [3]	4
OBRÁZEK 2.3 POHLED NA MÍSTNOST TECHNOLOGIE [ARCHIV AUTORA]	6
OBRÁZEK 2.4 JINÝ TYP BEZPEČNOSTNÍHO UZÁVĚRU S REGULÁTOREM [ARCHIV AUTORA]	7
OBRÁZEK 2.5 JEDNA Z MOŽNÝCH VARIANT ODORIZAČNÍ STANICE, PŘEVZATO Z [4]	8
OBRÁZEK 2.6 OMRZLÉ POTRUBÍ, TOPNÝ KABEL NA REGULÁTORU [ARCHIV AUTORA]	9
OBRÁZEK 2.7 MÍSTNOST KOTELNY [ARCHIV AUTORA]	11
OBRÁZEK 2.8 VENKOVNÍ INSTALACE NA RS [ARCHIV AUTORA]	12
OBRÁZEK 2.9 RADIOMODEM [ARCHIV AUTORA]	15
OBRÁZEK 2.10 BLOKOVÉ SCHÉMA PTS PRVNÍ VARIANTA [5]	16
OBRÁZEK 2.11 PRVNÍ VARIANTA ROZVADĚČE [ARCHIV AUTORA]	17
OBRÁZEK 2.12 OTEVŘENÉ PRŮMYSLOVÉ PC [ARCHIV AUTORA]	18
OBRÁZEK 2.13 DRUHÁ VARIANTA TELEMETRICKÉHO ROZVADĚČE [ARCHIV AUTORA]	19
OBRÁZEK 2.14 UKÁZKA VIZUALIZACE RS V PROSTŘEDÍ RELIANCE 3 [ARCHIV AUTORA]	20
OBRÁZEK 3.1 SCHÉMA ZAPOJENÍ V PROSTŘEDÍ PROGRAMU PROGE CAD [ARCHIV AUTORA]	30
OBRÁZEK 3.2 ROZMÍSTĚNÍ KOMPONENTŮ NA MONTÁŽNÍM PLECHU – PROGE CAD [ARCHIV AUTORA]	31
OBRÁZEK 3.3 ROZMÍSTĚNÍ VÝVODKŮ NA PŘÍRUBĚ ROZVADĚČE [ARCHIV AUTORA]	32
OBRÁZEK 3.4 TECHNOLOGICKÉ SCHÉMA RS [9]	33
OBRÁZEK 3.5 HW KONFIGURACE V PROSTŘEDÍ PROGRAMU WAGO E!COCKPIT [ARCHIV AUTORA]	33
OBRÁZEK 3.6 PROSTŘEDÍ PROGRAMU WAGO E!COCKPIT [ARCHIV AUTORA]	34
OBRÁZEK 3.7 WEB-BASED MANAGEMENT WAGO PLC [ARCHIV AUTORA]	35
OBRÁZEK 3.8 UKÁZKA OBRAZOVKY PARAMETRŮ ELEKTRO-OHŘEVU [ARCHIV AUTORA]	36
OBRÁZEK 4.1 MONTÁŽNÍ PLECH, OSAZENÉ DIN LIŠTY A KABELOVÉ ŽLABY [ARCHIV AUTORA]	39
OBRÁZEK 4.2 PŘÍRUBA ROZVADĚČE S JIŽ OSAZENÝMI VÝVODKAMI [ARCHIV AUTORA]	40
OBRÁZEK 4.3 MONTÁŽNÍ PLECH OSAZENÝ PŘÍSTROJI [ARCHIV AUTORA]	40
OBRÁZEK 4.4 MONTÁŽNÍ PLECH SE ZAPOJENÝMI KOMPONENTY [ARCHIV AUTORA]	41
OBRÁZEK 4.5 ROZVADĚČOVÁ SKŘÍŇ [ARCHIV AUTORA]	42
OBRÁZEK 4.6 KOMPLETNÍ ROZVADĚČ [ARCHIV AUTORA]	42
OBRÁZEK 4.7 PŘIPOJENÝ ZKOUŠENÝ ROZVADĚČ [ARCHIV AUTORA]	44
OBRÁZEK 4.8 NAHRÁVÁNÍ A ZKOUŠENÍ ROZVADĚČE [ARCHIV AUTORA]	44
OBRÁZEK 5.1 POHLED NA MÍSTNOST TECHNOLOGIE RS [ARCHIV AUTORA]	45
OBRÁZEK 5.2 POHLED NA MÍSTNOST KOTELNY RS [ARCHIV AUTORA]	46
OBRÁZEK 5.3 VÝKRES ROZSAHU NEBEZPEČNÝCH ZÓN [11]	47
OBRÁZEK 5.4 ROZVADĚČ NA ZDI V MÍSTNOSTI KOTELNY [ARCHIV AUTORA]	48
OBRÁZEK 5.5 PLYNOTĚSNÝ PROSTUP MEZI TECHNOLOGIÍ A KOTELNOU ROXTEC [ARCHIV AUTORA]	49
OBRÁZEK 5.6 BEZPEČNOSTNÍ UZÁVĚRY VČETNĚ SNÍMAČŮ [ARCHIV AUTORA]	50
OBRÁZEK 5.7 SNÍMAČ TLAKU PLYNU [ARCHIV AUTORA]	50
OBRÁZEK 5.8 SNÍMAČ TEPLoty PLYNU [ARCHIV AUTORA]	51
OBRÁZEK 5.9 ROZVADĚČ S PŘEPĚŤOVOU OCHRANOU [ARCHIV AUTORA]	52
OBRÁZEK 5.10 HLAVNÍ PLYNOMĚR [ARCHIV AUTORA]	53
OBRÁZEK 5.11 WEB-VIZUALIZACE RS [ARCHIV AUTORA]	54
OBRÁZEK 5.12 OBRAZOVKA HLAVNÍHO PLYNOMĚRU [ARCHIV AUTORA]	54
OBRÁZEK 5.13 NASTAVENÍ ANALOGŮ, JEJICH ROZSAHŮ A SET-POINTŮ [ARCHIV AUTORA]	55
OBRÁZEK 5.14 INFORMACE ZE ZDROJE NAPÁJENÍ [ARCHIV AUTORA]	55
OBRÁZEK 5.15 OVLÁDÁNÍ KOTLŮ – REGULACE [ARCHIV AUTORA]	56
OBRÁZEK 5.16 UKÁZKA MOŽNÉ PODOBY RS NA DŘS [ARCHIV AUTORA]	56
OBRÁZEK 5.17 UKÁZKA GRAFŮ SNÍMANÝCH HODNOT Z RS NA DŘS [ARCHIV AUTORA]	57

Seznam tabulek





TABULKA 2.1 VELIKOST VŠECH PRS DLE MAXIMÁLNÍHO MOŽNÉHO PRŮTOKU [1]	3
TABULKA 2.2 VELIKOST MS A PM DLE MAXIMÁLNÍHO MOŽNÉHO PRŮTOKU [1]	3
TABULKA 2.3 ROZDĚLENÍ DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY ZEMNÍHO PLYNU EG.D, A.S. [1]	4
TABULKA 3.1 SEZNAM VSTUPŮ A VÝSTUPŮ [9]	29

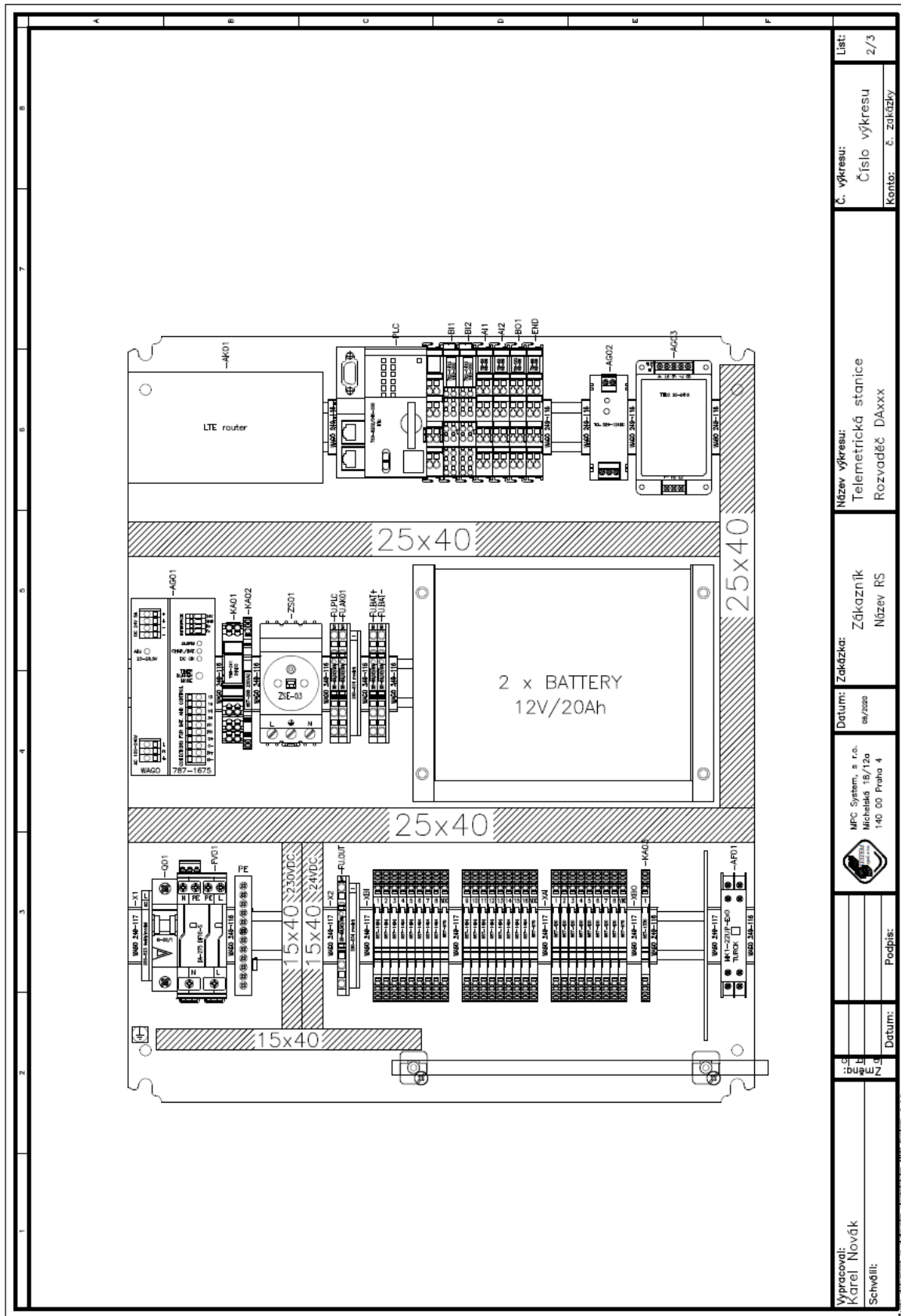
Přílohy

Příloha A – Polohopisná sestava – rozmístění komponentů

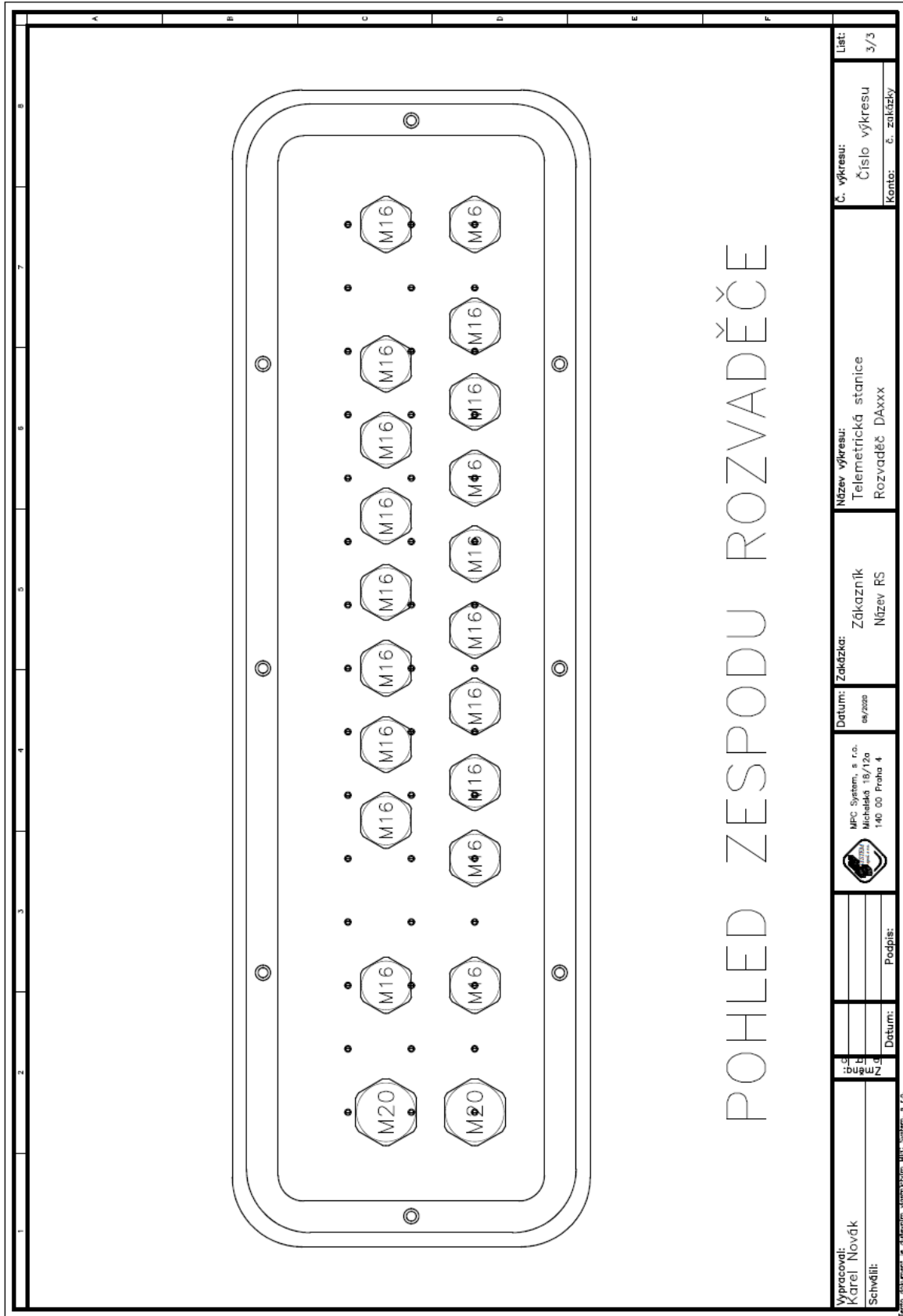
Příloha B – Schéma zapojení


Příloha A – Polohopisná sestava – rozmístění komponentů

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
 <p>Formální adresa: Pulchra 275, 26272 MICHLEC Tel: Fax: 228 682 985 WWW.MPC.CZ</p>						<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">DAXXX</div>		<p>Č. výkresu: Číslo výkresu</p> <p>Konto: č. zakázky</p>		<p>Název výkresu: Telemetrická stanice Rozvaděč DAXXX</p>		<p>Zakázka: Zákazník Název RS</p>		<p>Datum: 08/2020</p>		<p>MPC System, s. r. o. Michlečská 15/12a 140 00 Praha 4</p> 		<p>Podpis:</p>		<p>Datum:</p>		<p>Vypracoval: Karel Novák</p> <p>Schválil: Schválil:</p>		<p>Lišt: 1/3</p>																																																																											

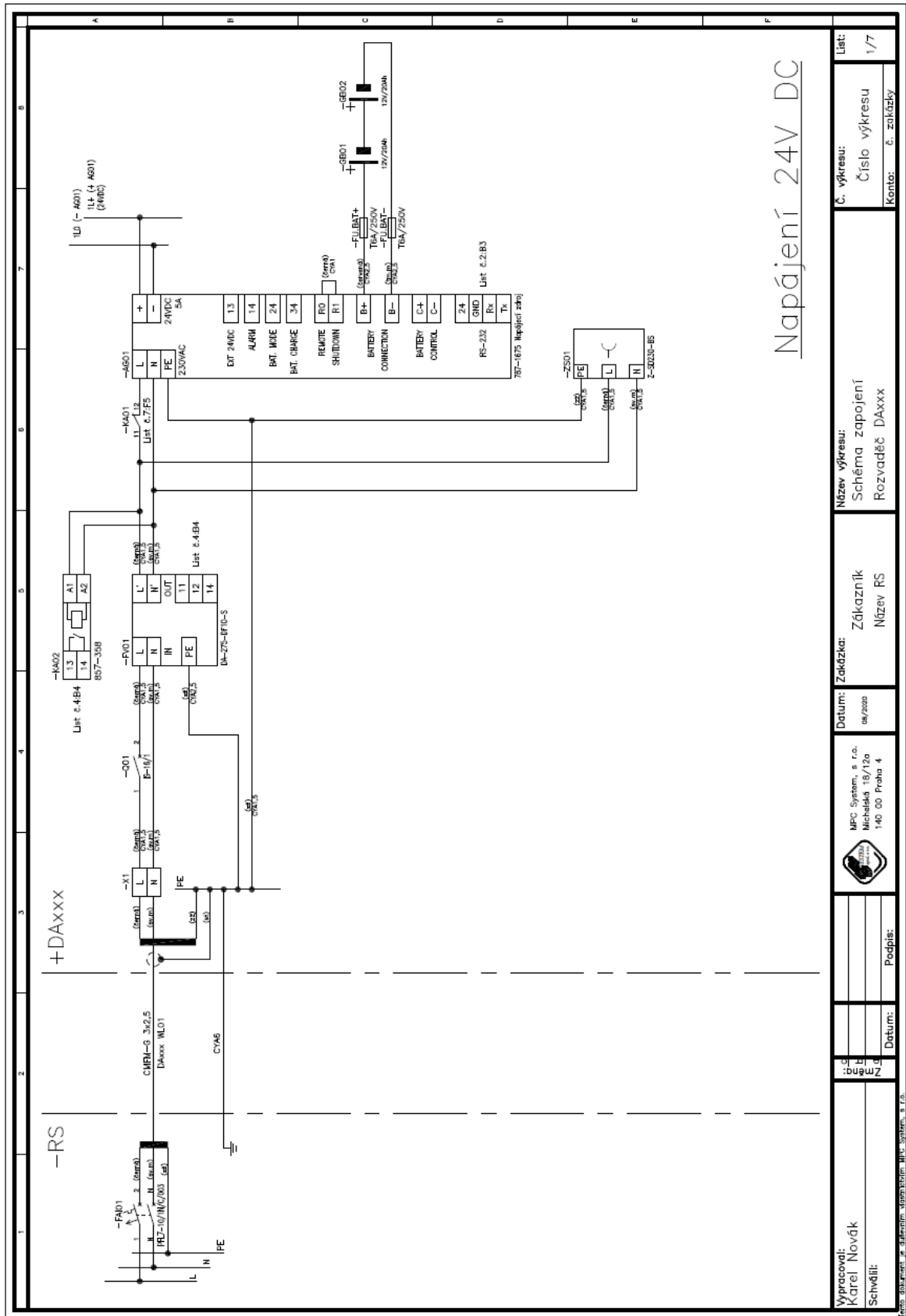


Ypracoval: Karel Novák	Podpis:		Datum: 08/2020 MPC System, s r.o. Michelská 15/12a 140 00 Praha 4	Datum: 08/2020 Základníka: Zákazník Název RS	Název výkresu: Telemetrická stanice Rozvaděč Dáxxx	Č. výkresu: Číslo výkresu	Lišt: 2/3
Schválil: Schválil:	Datum:						



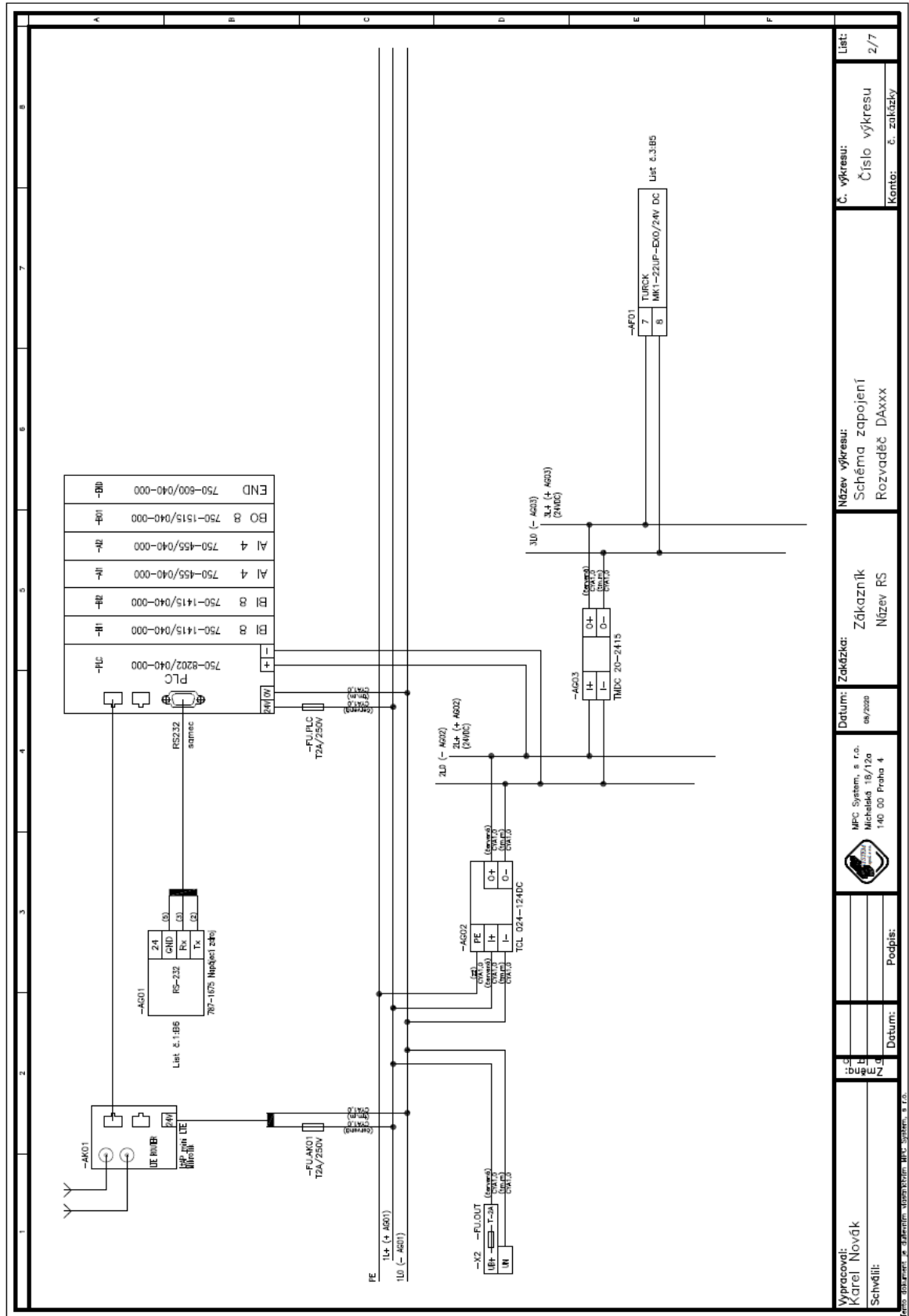
Vypracoval: Karel Novák Schwäblich	Změna: Datum:	Podpis:	Datum:	 MFC System, s.r.o. Michalův 18/12a 140 00 Praha 4	Datum: 18/02/2020	Zakázka: Zákazník Rozvaděč DAXXX	Název výkresu: Telemetrická stanice	Č. výkresu: Číslo výkresu Konto:	List: 3/3
--	------------------	---------	--------	---	-------------------	-------------------------------------	--	--	--------------

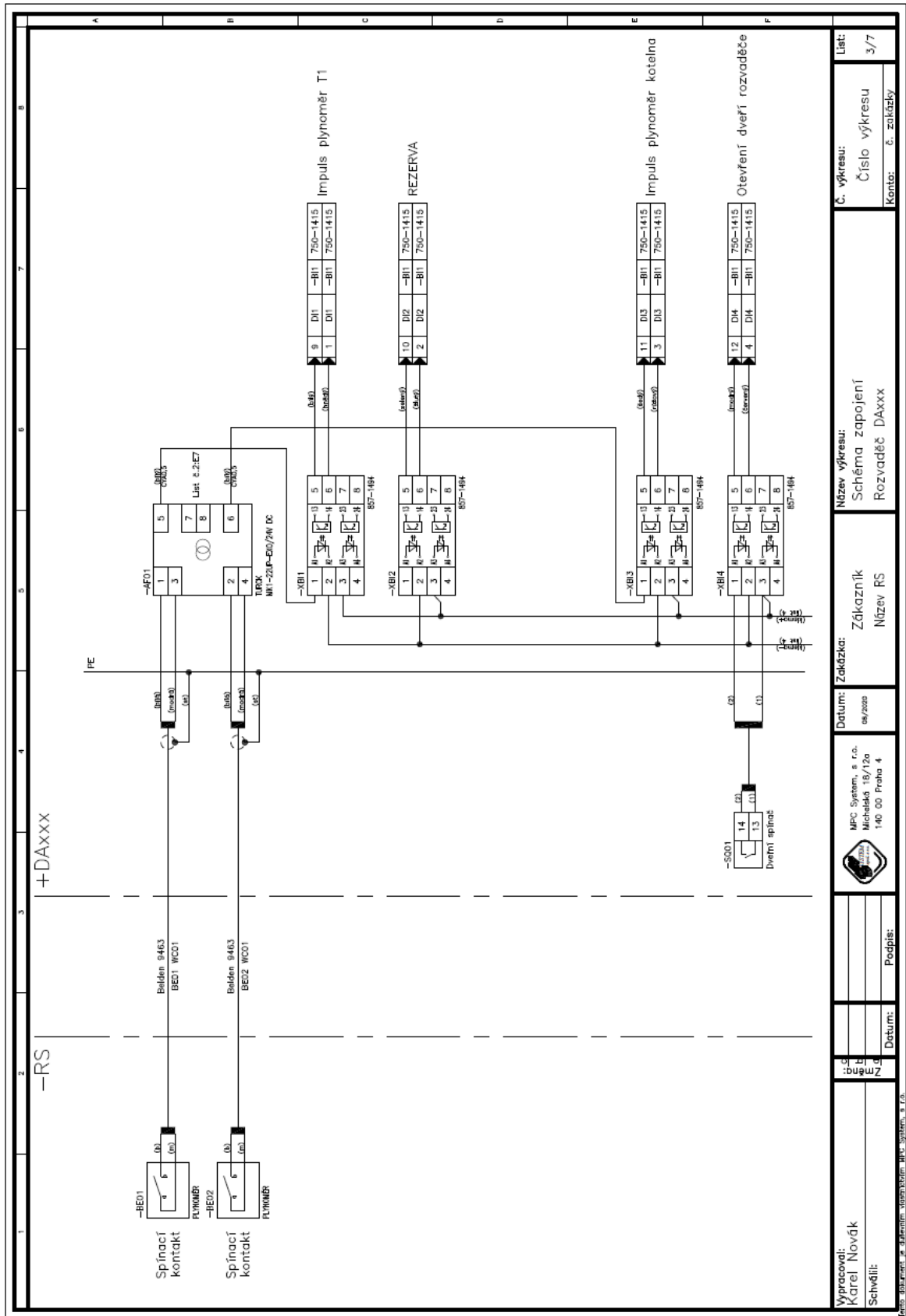
Příloha B – Schéma zapojení



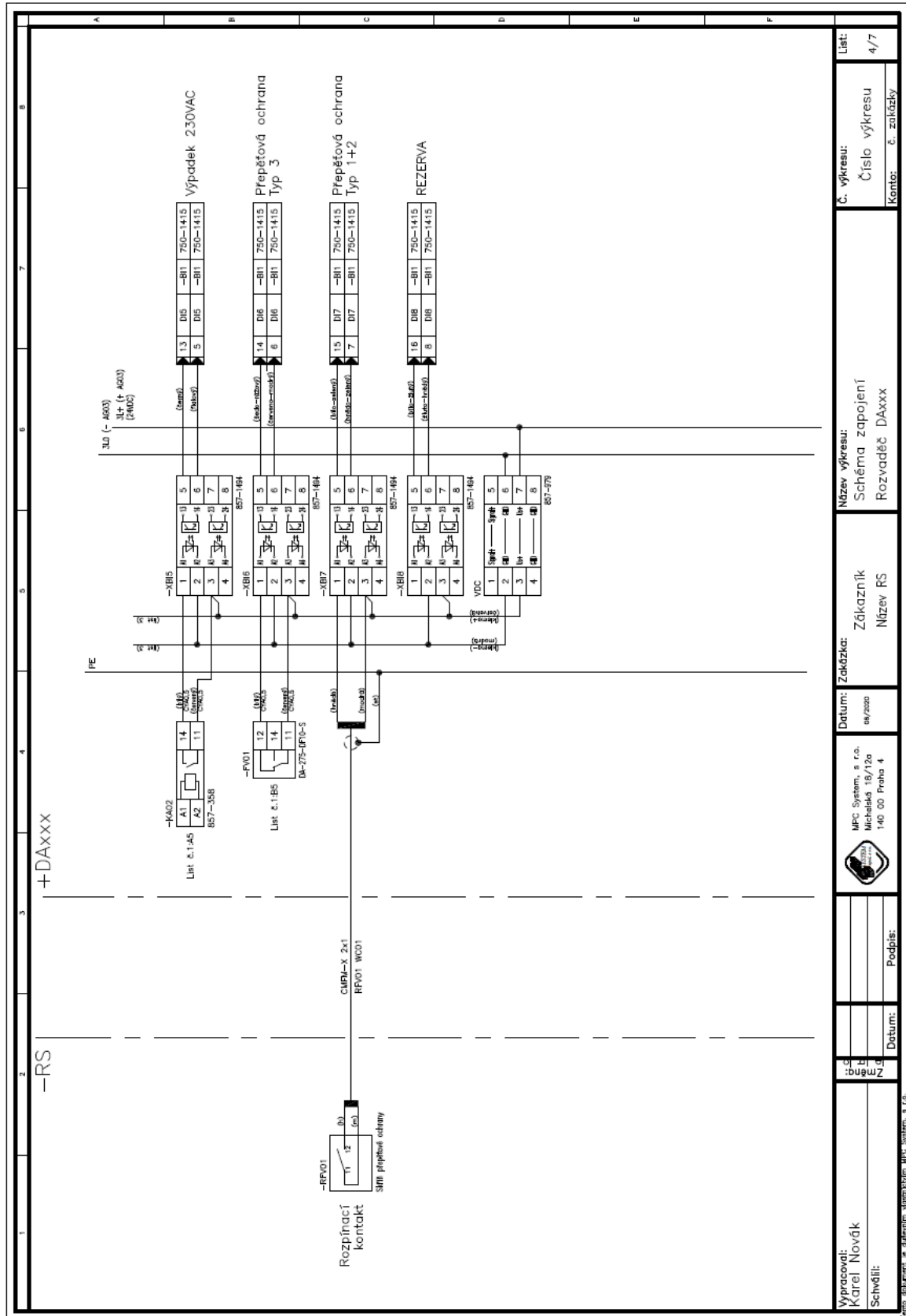
Napájení 24V DC

Vypracoval: Karel Novák	Změna: 0	Datum: 09/2020	Datum: 09/2020	Název výkresu: Schéma zapojení Rozvaděč DÁxxx	Č. výkresu: Číslo výkresu	Č. zakázky 1/7
Schwéllit:				Zákazník: Název RS		Konto: č. zakázky

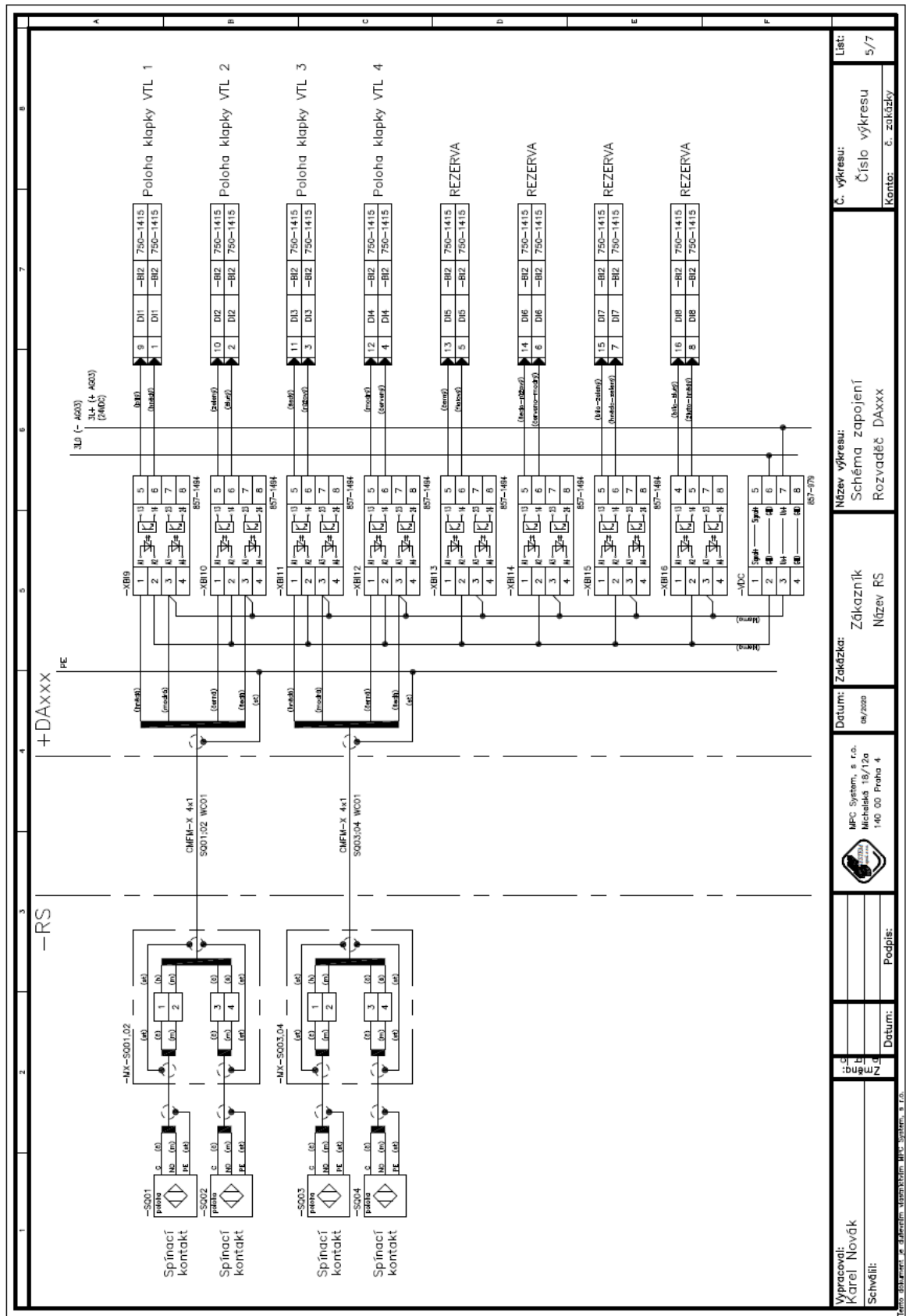


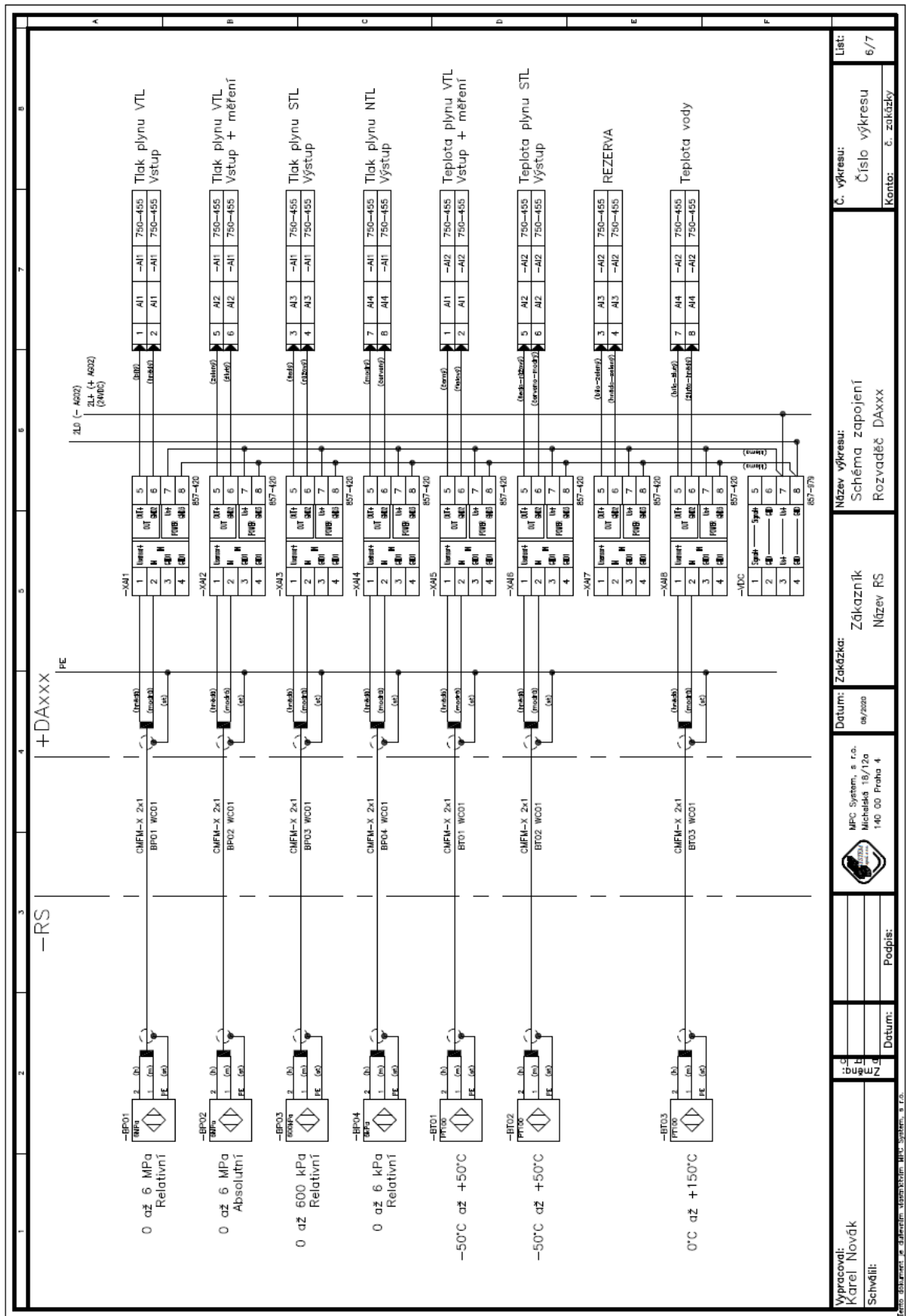


Vypracoval: Karel Novák	Zakázka: Zákazník Název RS	Název výkresu: Schéma zapojení Rozvaděč DAXXX	Č. výkresu: Číslo výkresu 3/7
Schwäbli:	Datum: 09/2020	Datum: 09/2020	Konto: č. zakázky
Podpis:	MPC System, s r.o. Michalská 15/12a 140 00 Praha 4		

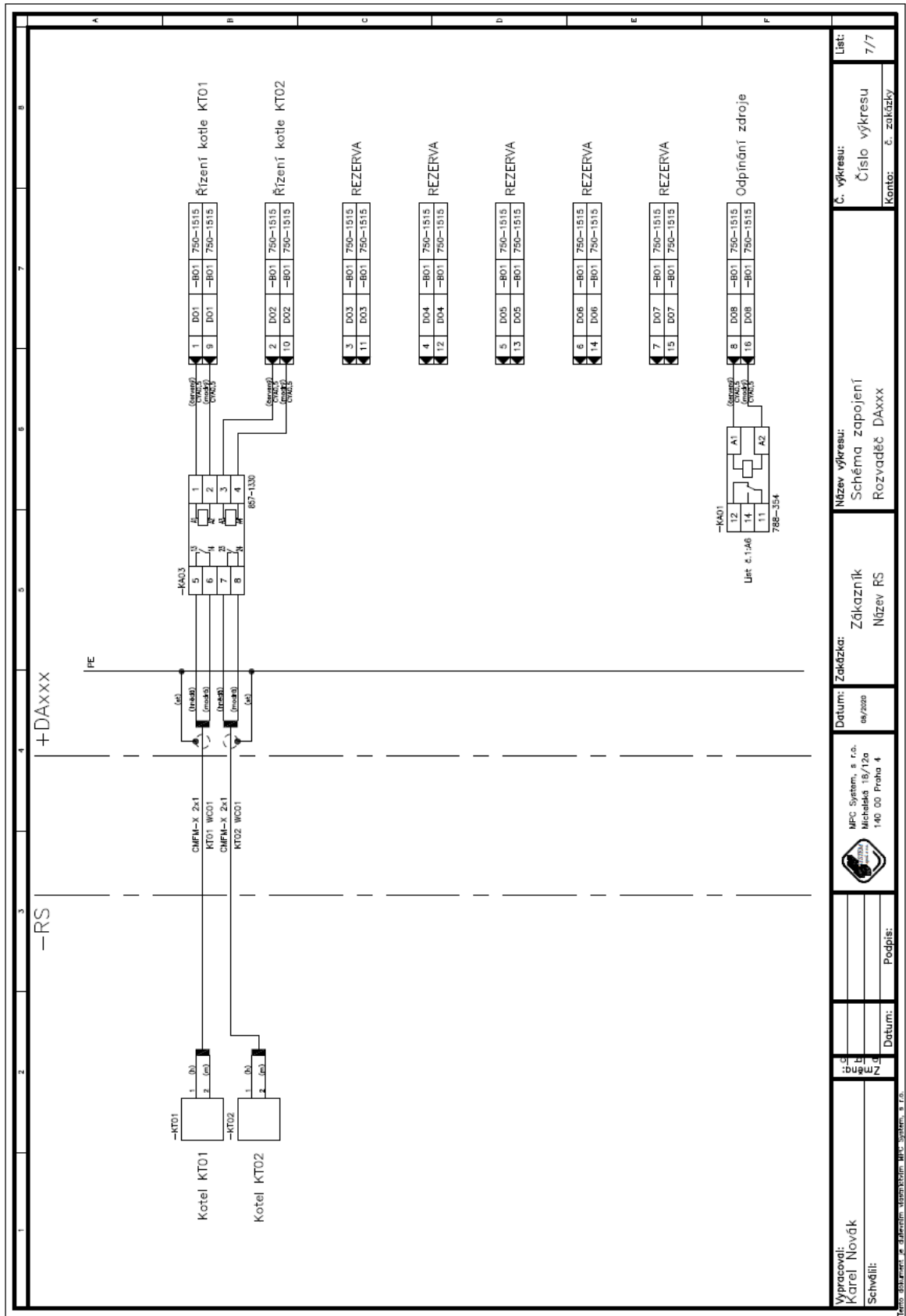


Vypracoval: Karel Novák Schválil: Schwábil:	Datum: 7. 6.	Datum: 08. 02. 2020	Zakázka: Zakazník Nízev RS	Název výkresu: Schéma zapojení Rozvaděč DAXXX	Č. výkresu: Číslo výkresu Kanto:	List: 4/7
--	-----------------	------------------------	----------------------------------	---	--	--------------





Výpracoval: Karel Novák	Datum: 08/2020	Zakázka: Zákazník Název RS	Název výkresu: Schéma zapojení Rozvaděč Daxxx	Č. výkresu: Číslo výkresu	Lišt: 6/7
Schválil: Schválil:				Konto: č. zakázky	



Výpracoval: Karel Novák	Datum: 08/2020	Název výkresu: Schéma zapojení Rozvaděč Dxxxx	Č. výkresu: Číslo výkresu 7/7
Schválil:	Podpis:	Zákazka: Zákazník Název RS	Konto: č. záložky
MFC System, s.r.o. Michalská 15/12a 140 00 Praha 4		Ústav pro měření, telemetrické systémy, s.r.o. MFC System, s.r.o.	