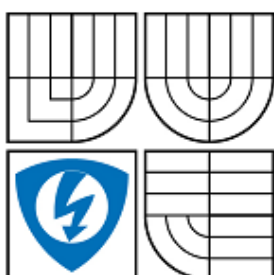


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

MODEL ČISTÍCÍ STANICE PRO POTRAVINÁŘSKÉ TECHNOLOGIE ŘÍZENÉ DISTRIBUOVANÝM ŘÍDÍCÍM SYSTÉMEM NA SÍTI PROFIBUS.

MODEL OF CLEANING STATION FOR FOOD PROCESSING TECHNOLOGY CONTROLLED
BY A CONTROL SYSTEM NA PROFIBUS NETWORK.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

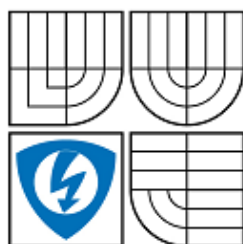
JAROMÍR VYSKOČIL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN PÁSEK, CSc.

BRNO 2009



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Automatizační a měřicí technika

Student: Jaromír Vyskočil
Ročník: 3

ID: 77741
Akademický rok: 2008/2009

NÁZEV TÉMATU:

Model čistící stanice pro potravinářské technologie řízené distribuovaným řídicím systémem na síti PROFIBUS.

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Realizovat model dvoukapalinové čistící stanice CIP pro potravinářská zařízení, použít decentralizovaný řídicí systém, master PLC-SIMATIC, periférie SIEMENS a FESTO, vizualizace WinCC na HMI.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

SIPAN 32 and SIPAN 32X (2002). pH/ORP Measuring Devices. Instruction Manual. Siemens AG. C79000-B5476-C046-02.

SIPART PS2 6DR400x-xx, SIPART PS2 PA 6DR410x-xx (2002). Electropneumatic Positioner for Linear and Rotary Actuators. Manual. Siemens AG. C79000-G7476-C158-1.

SITRANS FM InterMag 2. (2001). Magnetic-inductive flowtransmitter 7ME5033. Operating Instructions. Siemens AG. A5E00102775-02.

Termín zadání: 9.2.2009

Termín odevzdání: 1.6.2009

Vedoucí práce: Ing. Jan Pásek, CSc.

prof. Ing. Pavel Jura, CSc.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá oživením modelu čistící stanice. K čištění sudů v potravinářském průmyslu.

K čištění jsou použity dvě kapaliny louh a voda. V modelu čistící stanice je zapojeno několik druhů ventilů, které na přítoku vpouští louh nebo vodu a před výtokem je od sebe opět oddělují. V modelu čistící stanice je použito monitorování tlaku, průtoku, objemového průtoku hladiny louhu, apod. Tato zařízení převážně komunikují s PLC přes průmyslovou síť PROFIBUS-DP a PA. Dále je na síť PROFIBUS připojen distribuovaný řídicí systém od firmy Festo, u kterého je popsán postup oživení a konfigurace. Práce se zabývá zpracováním naměřených hodnot a popsáním činností operátorského panelu, přes který se ovládá a vizualizuje proces čistící stanice. Je vysvětlena jeho konfigurace, struktura obrazů a jeho nastavení pro plné využití v procesu čistící stanice. Ke konci práce jsou popsány jednotlivé obrazovky, které operátor používá pro reálné řízení čistící stanice. Zároveň je popsáno řízení čistící stanice, které může být manuální, poloautomatické a automatické. U automatického řízení je vysvětleno použití receptur a celá filozofie čištění, která je rozdělena do několika fází.

Vlastní PLC řízení je prezentováno formou algoritmů ve vývojových diagramech a výsledný program v jazyku STEP 7 je přiložen na CD.

SUMMARY

This bachelor's thesis deals with design, realization and laboratory commissioning of the model of keg / tank cleaning station (CIP) in foodstuff industry.

The model uses two cleaning liquids – water and lye. There are several different types of valves used in the CIP model. They serve for inlet and outlet of lye or water and for separation of the both liquids branches. The control system offers monitoring of pressure, volume flow, level of the lye, etc. The measuring devices mostly communicate with PLC via industrial net PROFIBUS-DP and PA. The same net PROFIBUS-DP also provides communication between PLC and distributed control system Festo (valve island). Configuration and set up of the Festo valve island is described in the thesis as well. Further the work presents processing of the analogue values from different transmitters and their representation in an operator panel. Operator panel (OP) serves for control and visualization of the cleaning station. The OP configuration, the screens structure and the full functionality in the CIP station is explained. The individual screen description is incorporated as well. There are three modes of control – manual, semiautomatic and automatic. Automatic control is based on the recipe concept and the cleaning philosophy is split into several phases.

The PLC control is presented in the form of flow diagrams, algorithms and the program code in STEP7 is enclosed in attachment on CD ROM.

Klíčová slova

Terminál CPX, Ventilový terminál MPA, Distribuovaný řídicí systém, Simatic S7-300, WinCC, PROFIBUS, Proudová smyčka, Operátorský panel, Ultrazvukový hladinoměr, Ventily, Tlakoměr, Průtokoměr.

Keywords

CPX terminal, MPA valve terminal, distributed control system, Simatic S7-300, WinCC, PROFIBUS, Current loop, Operating panel, Ultrasound level meter, valves, pressure gauge, flowmeter

Bibliografická citace

VYSKOČIL, J. *Model čistící stanice pro potravinářské technologie řízené distribuovaným řídicím systémem na síti PROFIBUS*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. XY s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Pásek, CSc.

PROHLÁŠENÍ

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Model čistící stanice pro potravinářské technologie řízené distribuovaným řídicím systémem na síti PROFIBUS jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujícího autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.“

V Brně dne: **1. června 2009**

.....

podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Páskovi, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat Ing. Janu Srbovi, Ing. Radkovi Štohlovi a Ing. Soběslavu Valachovi, Ph.Dr., za cenné připomínky k mé práci. Poděkování patří také mému otci Jaromíru Vyskočilovi a Janu Vodičkovi za pomoc při výrobě součástí čistící stanice a mé matce Mileně Vyskočilové za korekturu textu mé bakalářské práce. Dále Štefanu Golisovi za pomoc při řešení odborných otázek v oblasti komunikace. Při ožívování analogového DŘSF jsem kontaktoval pana Jiřího Janouška (e-mail jiri.janousek@festo.com, telefon: +420 261 099 648), který mně veškeré otázky zodpověděl. A tímto mu děkuji za poskytnuté informace.

V Brně dne: **1. června 2009**

.....

podpis autora

OBSAH

ABSTRAKT	3
SUMMARY	4
KLÍČOVÁ SLOVA	5
KEYWORDS	5
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE	5
PROHLÁŠENÍ	6
PODĚKOVÁNÍ	6
OBSAH	7
1. ÚVOD	9
2. MODEL ČISTÍCÍ STANICE	10
2.1 Elektrický ventil	12
2.2 Čerpadlo	12
2.3 Řídící jednotka	12
2.4 Elektropneumatický regulační ventil	14
2.5 Pneumatický ventil	14
2.6 Ultrazvukový Hladinoměř	14
2.7 Sestavování modelu čistící stanice	15
3. HARDWARE	16
3.1 Průmyslová komunikace	16
3.2 Plc	18
4. DISTRIBUOVANÝ ŘÍDÍCÍ SYSTÉM FESTO	20
4.1 Terminál CPX	20
4.2 Popis ventilového terminálu MPA	27
4.3 Popis distribuovaného řídicího systému Festo	33
4.4 Připojení DŘSF na síť profibus	34
5. DALŠÍ PŘIPOJENÉ PERIFERIE	36
5.1 Operátorský panel	36
5.2 Ultrazvukový průtokoměř (SITRANS F)	36
5.3 Tlakoměř (SITrans P)	37
5.4 Elektropneumatický ventil (SIPART PS 2)	37
5.5 Indukční průtokoměř (SITRANS FM)	38
5.6 Přehled připojených zařízení	39

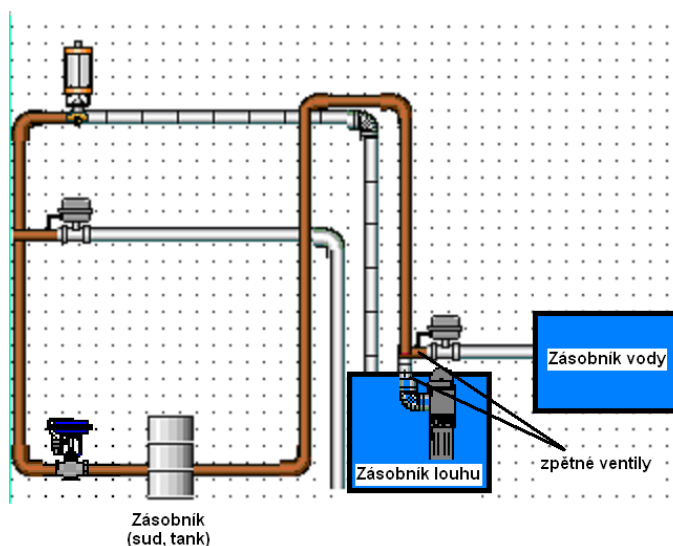
6. SOFTWAREVÁ KONFIGURACE	40
6.1 Simatic S7-300	40
6.2 DŘSF	40
6.3 Operátorský panel.....	44
6.4 Ultrazvukový průtokoměr (SITRANS F).....	45
6.5 Tlakoměr (SITrans P).....	46
6.6 Elektropneumatický regulační ventil (SIPART PS 2)	47
6.7 Souhrn použitých adres	48
7. ZPRACOVÁNÍ VSTUPŮ A VÝSTUPŮ	50
7.1 Zpracování analogových dat.....	50
7.2 Funkce Sfc14 a Sfc 15.....	52
7.3 Generování pulzů	54
7.4 Výpočet objemu louhu v Zásobníku	54
7.5 Procentuální vyjádření polohy regulačního ventilu	55
7.6 Veškeré zpracované Vstupy a vystupy.....	56
8. VIZUALIZACE A OVLÁDÁNÍ	58
8.1 Základní nastavení.....	58
8.2 Možnosti konfigurace zařízení přes OP.....	60
8.3 Informační obrazovky.....	69
8.4 Řízení čistící stanice	71
8.5 Model čistící stanice.....	77
9. ZÁVĚR.....	78
10. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	80
11. PŘÍLOHY	81
11.1 Hierarchie obrazovek OP	81
11.2 Vývojové diaramy poloautomatického a automatického řízení	83

1. ÚVOD

Bakalářská práce se věnuje problematice čistící stanice, která má být po zhotovení schopná nasazení do běžného průmyslového prostředí. Nejprve bude v práci popsán postup sestavení takovéto stanice. V našem případě bude čistící stanice koncipována na vymývání sudů nebo tanků, což lze např. uplatnit v pivovarském průmyslu. Bude se tedy jednat o zhotovení modelu čistící stanice a jeho oživení. Ke zhotovení modelu budou v co nejvyšší míře využity komponenty dostupné v laboratoři E135. Bude se jednat o nádrž s hladinoměrem, dále využití čerpadla, kompresoru a dalších měřicích přístrojů (průtokoměr, tlakoměr, teploměr, apod.). Bude také použito několik druhů ventilů. Mezi použité ventily patří elektrické, pneumatické a elektropneumatický regulační ventil. Čistící stanice bude využívat k čistícímu procesu dva druhy kapalin (vodu a louh), které budou procházet stejným potrubím. Je tedy za potřebí ventily řídit a určovat jaká kapalina právě vstoupí do čistícího procesu a na konci čistícího procesu opět použité čistící kapaliny od sebe oddělit. Vodu budeme pouštět do kanalizace a louh budeme opět vracet do jeho zásobníku. K naší práci budeme používat čerpadlo pro vstup louhu do čistící stanice a k tomu bude potřeba vyrobit řídicí jednotku, která bude čerpadlo ovládat. Aby bylo možné model řídit, bude použita distribuovaná jednotka od firmy Festo. Distribuovaný řídicí systém má k dispozici analogový a digitální interface, který bude v práci využit, dále disponuje ventilovým blokem s pneumatickými monostabilními a impulsními rozvaděči, které použijeme k řízení pneumatických ventilů. Distribuovaná jednotka bude připojena přes síť PROFIBUS-DP k PLC od firmy Siemens. PROFIBUS DP bude využit spolu s PROFIBUS PA a proudové smyčky k připojení dalších měřicích přístrojů. Veškerá zařízení použitá v této práci budou nejprve popsána a pak bude vysvětleno jejich využití a konfigurace v modelu čistící stanice. Bude zde také vysvětlena veškerá použitá komunikace. Aby bylo možné čistící proces monitorovat a provádět operátorské změny v čistícím procesu, bude použit operátorský panel od firmy Siemens, ve kterém bude zhotoveno několik úrovní obrazovek pro řízení stanice. Čistící stanice by měla fungovat v automatickém režimu s prvotním nastavením od operátora a tak bude třeba navrhnout proces automatického čištění sudů na základě předložených receptur.

2. MODEL ČISTÍCÍ STANICE

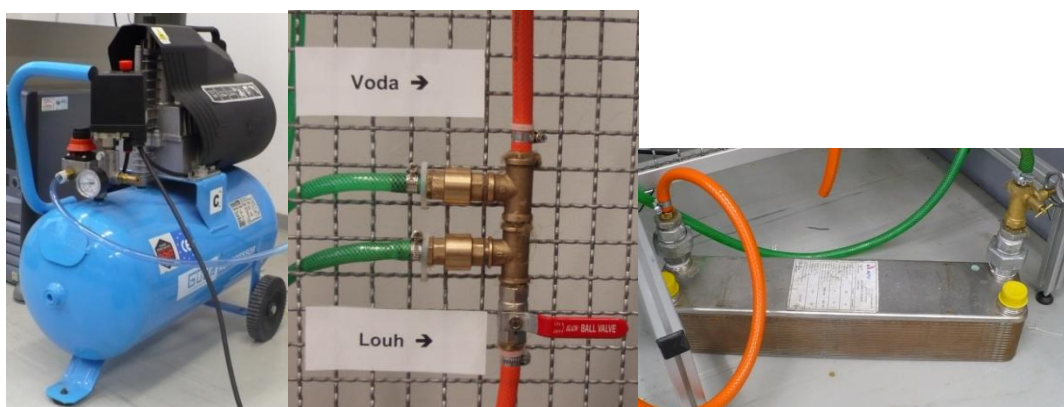
Reálný model má dva zásobníky pro čisticí kapaliny. Jako čisticí kapalina se v reálném procesu využívá voda a louh. Jelikož v našem případě nemáme louh k dispozici, využil jsem opět vodu (dále již louh). V laboratoři E135 jsem použil nádrž na vodu jako zásobník pro louh. Jelikož potřebujeme, aby louh prošel čisticím procesem v dostatečném tlaku a průtoku, musel jsem použít čerpadlo. Zásobník vody máme neomezený, neboť jsem se připojil na vodní řád.



Obrázek 1 Zjednodušený model čistící stanice

Vodu do hlavního potrubí čistící stanice pouštíme elektrickým ventilem, který je ovládaný z distribuované periferie Festo. Abychom pustili do hlavního potrubí čistící stanice louh, je k tomu za potřebí čerpadlo, které čerpá ze zásobníku louhu louh do hlavního potrubí. Aby nedošlo k promíchání vody a louhu mezi sebou, jsou na koncích větví od přívodu vody a louhu k hlavnímu potrubí čistící stanice připojeny zpětné ventily, které jsou zapojeny ve směru přítoku kapalin. Kdyby v zapojení nebyli přítomny zpětné ventily, došlo by k následující situaci. Ze zásobníku vody bychom elektrickým ventilem pustili vodu do čistící stanice, ale ta by díky svému tlaku proudila jak do hlavního potrubí čistící stanice, tak i do zásobníku louhu, neboť čerpadlo ve vypnutém stavu neklade protékající vodě žádný odpor. Dojde tedy k promíchání vody s louhem a tím pádem k znehodnocení louhu a k následnému vypuštění louhu do odpadu, kde by došlo jak k finanční ztrátě, tak i k ekologické újmě, neboť se louh volně do odpadních vod vypouštět nesmí. Dále díky aplikaci

zpětných ventilů zabráníme zpětnému toku kapalin v hlavním potrubí. V neposlední řadě získáme díky zpětným ventilům dobrou dynamiku v obvodu, neboť ihned po zapnutí čerpadla nebo elektrického ventilu máme danou kapalinu ihned přítomnou na vstupu do hlavního potrubí. Nemusíme například čekat na naplnění loughem přívodní trubky pro lough, neboť díky zpětnému ventilu a tlaku, kterým na lough působí je v potrubí stále přítomný lough (nemůže z přívodního potrubí vytéct). Díky tomu i snížíme míru vzduchu, který může do hlavního potrubí proniknout. V našem modelu je na hlavní potrubí připojen zásobník od firmy APV o objemu 1,68 l. Uvnitř zásobníku jsou mřížky, které kladou protékající kapalině odpor. Tímto zásobníkem nahrazujeme sud nebo tank, který by byl v reálném zapojení místo zásobníku přítomen (dále se o zásobníku budu zmiňovat jako o sudu). Do hlavního potrubí je připojen elektropneumatický regulační ventil, který umožňuje volitelný stupeň otevření a díky němuž lze regulovat tlak a průtok kapaliny v hlavním potrubí. Toho lze využít v čistícím procesu, kdy si můžeme nastavit požadavek, aby při čištění sudu loughem byl v sudu specifický tlak. Nebo také, aby při čištění sudu vodou byl dosažen v potrubí určitý průtok kapaliny. Na konci hlavního potrubí se potrubí dělí na dvě větve, které jsou ovládány ventily. První větev směřuje zpět do zásobníku s loughem a druhá do kanalizace. Odpadní větev slouží pro výtok vody a je ovládána elektrickým ventilem. Druhá větev se vrací zpět do zásobníku s loughem a je ovládána pneumatickým ventilem od firmy APV. V mé práci jsem sestavil kompletní model čistící stanice. Jako propojovací trubky byly použity zahradní hadice. Různé propojovací prvky typu redukci „téček“ byli použity z mosazi.



Obrázek 2 Kompresor, zpětné ventily a APV zásobník

2.1 ELEKTRICKÝ VENTIL

Elektrický ventil od firmy SMC je použit na přívodu vody z vodovodního řádu a na vypouštění vody do kanalizace. Je ovládán napětím, při 0V je ventil zavřen, při 12V je ventil otevřen. Oba dva elektrické ventily jsou připojeny na digitální výstupy DŘSF.



Obrázek 3 Elektrický ventil SMC

2.2 ČERPADLO

Čerpadlo je od firmy AL-KO a poskytuje výkon 100W. Jedná se tedy o výkonově slabé čerpadlo. Čerpadlo je napájeno 230V. Aby bylo možné čerpadlo ovládat, bylo třeba zakoupit stykač, který byl zapojen do vytvořené řídicí jednotky. Stykač nám umožní ovládání čerpadla 24V. Vstupy a výstupy stykače (řídicí jednotky) jsou připojeny na digitální interface DŘSF



Obrázek 4 Čerpadlo AL-KO

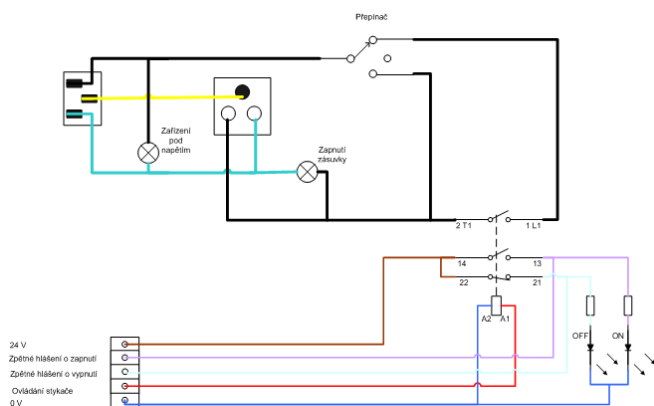
2.3 ŘÍDÍCÍ JEDNOTKA

Řídicí jednotka nabízí dva druhy provozních režimů. První režim je režim automatický, řídicí jednotka se řídí příkazy z PLC. Druhý režim je režim manuální, v tomto případě by měl této volby spíše využít servisní technik pro odstranění různých závad. V manuálním režimu je možné zapínat a vypínat čerpadlo bez toho, aby nám PLC daný stav nějakým způsobem ovlivnilo. Zpětné hlášení od stykače (jestli je sepnut) se bude i nadále posílat do PLC, kde se stavy čerpadla archivují

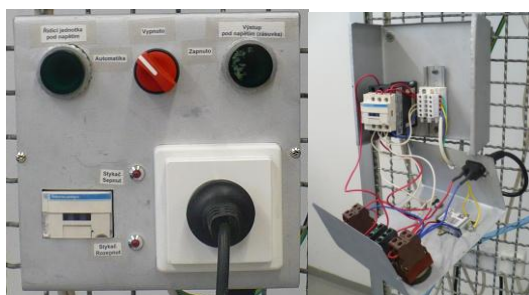
pro budoucí report. Řídicí jednotka je vybavena vizuální indikací stavů pomocí led diod. Ty nás informují, v jakém stavu se nachází stykač (sepnut, rozepnut). Indikace pomocí doutnavek nám signalizuje, zda-li je do řídicí jednotky přivedeno napětí 230V. Poslední indikace říká, zda je výstup (zásuvka), do které je připojeno čerpadlo, pod napětím. Tato indikace se hlavně uplatní u manuálního stavu. Díky použité zásuvce na řídicí jednotce, můžeme řídicí jednotkou ovládat více zařízení najednou. Musíme však dodržet maximální odběr 12A / 230V.

Tabulka 1 Vstupy a výstupy řídicí jednotky pro čerpadlo

	Část ovládaná distribuovanou jednotkou FESTO (část s 24V)	Část pod napětím 230V		
Vstupy	Ovládání stykače 24V			
Výstupy	Zpětné hlášení Stykač je sepnut	Zpětné hlášení Stykač je rozepnut		
Indikace	Stykač je sepnut	Stykač je rozepnut	Řídicí jednotka je pod napětím	Výstup pod napětím (zásuvka)
Napájení	24V DC		230V AC	



Obrázek 5 Schéma zapojení řídicího systému pro čerpadlo



Obrázek 6 Řídicí systém

2.4 ELEKTROPNEUMATICKÝ REGULAČNÍ VENTIL

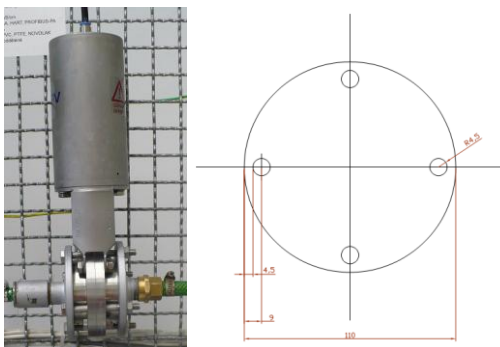


Obrázek 7 Regulační ventil

Je napájen pneumatickým tlakem a pomocí příkazů přes síť PROFIBUS-PA na něm nastavujeme polohu otevření.

2.5 PNEUMATICKÝ VENTIL

Pneumatický ventil je od firmy APV. Aby bylo možné ventil efektivně ovládat, je zapotřebí pneumatický tlak nad 3 atmosféry. Pneumatický ventil má dobrou odezvu při řízení tlakem 5 až 7 barů. Vyšší tlak nepoužíváme z důvodu bezpečnosti.



Obrázek 8 Pneumatický ventil APV

2.6 ULTRAZVUKOVÝ HLADINOMĚR

Je připojen nad zásobník s louhem a měří jeho aktuální hladinu. K zjištění výšky hladiny využívá měření doby šíření ultrazvukového impulsu. Měří se čas od vyslání ultrazvukového pulzu z vysílače, který se odrazí od hladiny a vrací se zpět do

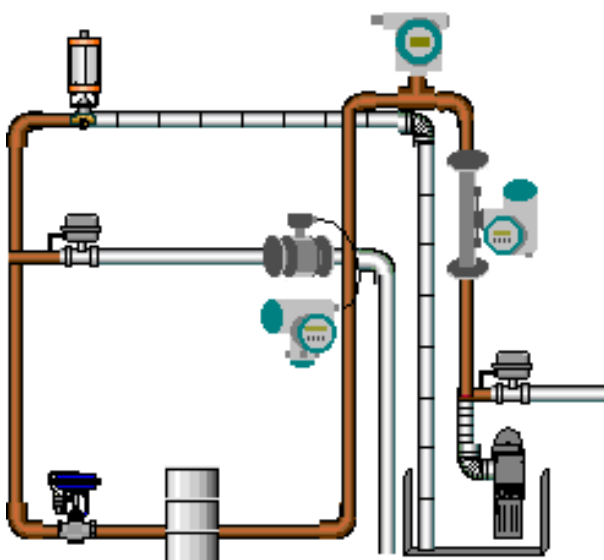
přijímače. Ultrazvukové pulzy jsou vysílány s frekvencí 20 – 50 kHz.



Obrázek 9 Ultrazvukový hladinoměr

2.7 SESTAVOVÁNÍ MODELU ČISTÍCÍ STANICE

Čistící stanice je dále vybavena přístroji na měření průtoku, tlaku, teploty a objemu protékající kapaliny, o kterých se zmíním v bakalářské práci později. Čistící stanice má dva ruční ventily. Jeden ruční ventil slouží pro možnost vypouštění kapaliny z potrubí, kdyby došlo k dlouhodobému odstavení čistící stanice z provozu nebo k servisní údržbě. Druhý ventil se používá k napouštění zásobníku louhu louhem. Čistící stanici je třeba před zahájením provozu důsledně odvědušnit z důvodu negativního vlivu vzduchu na výsledky měření. A proto je zde přítomen odvědušňovací ventil.



Obrázek 10 Kompletní model čistící stanice

3. HARDWARE

Abychom mohli již zmíněné ventily řídit, musíme je připojit k digitálnímu ventilovému terminálu FESTO. Ten komunikuje přes síť PROFIBUS DP s PLC od firmy Siemens. PLC přijímá požadavky na řízení od operátora, který s PLC komunikuje skrze operátorský panel, který je rovněž připojen na síť PROFIBUS DP.

3.1 PRŮMYSLOVÁ KOMUNIKACE

3.1.1 PROFIBUS

Komunikační sběrnice vyvinutá firmou Siemens. Ke své komunikaci využívá třech vrstev ISO/OSI modelu. Jedná se o vrstvu fyzickou, linkovou a aplikační. PROFIBUS je k dispozici ve třech variantách: PROFIBUS PA, DP a FMS. První dvě se v průmyslové komunikaci uplatnili, zato varianta FMS zůstala minimálně využita. V naší práci využíváme ke komunikaci právě první dvě varianty, kterým dále bude věnována pozornost. Komunikace je postavena na cyklické komunikaci řídicí stanice s podřízeným zařízením. Hlavní stanice si mezi sebou předávají token, který mohou vlastnit po určitou dobu. Získání tokenu je opravňuje k vysílání dat. Jedná se o komunikaci typu žádost od hlavního zařízení a odpovědi od podřízeného zařízení (reg-rest). Na počátku komunikace proběhne parametrizace, kde se určí komunikační parametry a poté dojde k sestavení vysílacího telegramu, na který pořízené zařízení v průběhu komunikace odpovídá.

3.1.1.1 PROFIBUS DP

Ve fyzické vrstvě PROFIBUSu DP lze použít komunikaci založenou na těchto technologiích:

- RS-485 je zde použit stíněný dvou vodičový kabel. Síť můžeme vytvářet ve stromové tak i v přímé topologii. Tato rozhraní je použito v mé práci.
- RS-485iS je určen do prostor s nebezpečím výbuchu.
- Optický kabel vyniká odolností proti rušení a vysokými přenosovými rychlostmi. Optické vlákno je skleněné nebo plastové.

Přenosová rychlost je až 12 Mb/s, v praxi se však nejčastěji používá rychlost 1,5 Mb/s.

Tabulka 2 Přenosové rychlosti sítě PROFIBUS DP

přenosová rychlost v kb/s	9,6	19,2	45,45	93,75	187,5	500	1500	3000	6000	12000
maximální délka vedení v m	1200	1200	1200	1200	1000	400	200	100	100	100

Abychom při komunikaci předešli možným poruchám je doporučeno u použitého kabelu kontrolovat tyto vlastnosti.

- impedance vedení 135-165 Ω při použití frekvence 3-20 MHz
- kapacita vedení je vztažena na jeho délku max 30nF/km
- odpor vedení max 110 Ω /km
- průměr kabelu min 0.64 mm

V modelu čistící stanice připojujeme zařízení k síti PROFIBUS DP konektorem Sub-D. s 9 piny. Zapojení je typické pro průmyslovou komunikační síť PROFIBUS DP (podle normy EN 50 170).



Obrázek 11 Konektor Sub-d [7]

3.1.1.2 PROFIBUS PA

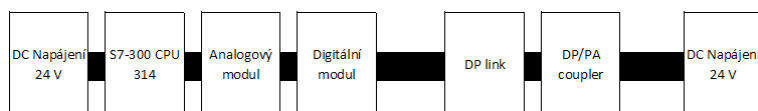
Ve fyzické vrstvě je ke komunikaci použit dvou vodičový kabel. Komunikuje se na základě změny proudu a díky tomu je schopen napájet připojená zařízení (podobné jako u proudové smyčky). Konektory nejsou definovány a tak se pár vodičů připojuje do svorkovnice u daného zařízení. Přenosová rychlost je stanovena na konstantních 31,25 kb/s s kódováním Manchester. Na síť lze připojit až 30 stanic a maximální odebíraný proud nesmí být větší než 320 mA. Maximální délka segmentu je 1,9 km. Při použití opakovačů lze docílit délky sběrnice až 9,5 km a 127 připojených stanic. Pokud bychom sběrnici nasadili do výbušného prostředí, musíme zachovat požadavek na jiskrovou bezpečnost, který omezuje maximální počet stanic na 10, při maximálním odběru 120mA.

3.2 PLC

PLC od firmy Siemens zastává úroveň bezprostředního řízení. Jedná se o model S7-300, který patří do střední výkonové třídy.



Obrázek 12 PLC



Obrázek 13 Popis připojených modulů na PLC

3.2.1 CPU 315-2DP

V naší sestavě je použit zmíněný model S7-300 s CPU 315 první generace. Od nové generace, která se na trh dostala po roce 2002, se liší většími rozměry, potřebou baterie k uchování dat (nové CPU má již FLASH paměť). Novější typy disponují novým typem paměťových karet MMC, které jsou kompaktnější a mají větší kapacitu. Mezi jejich komunikační sítě patří MPI a PROFIBUS DP. Rozhraní PROFIBUS DP bude použito k připojení operátorského panelu, DŘSF a konvertoru DP/PA.



Obrázek 14 Starší a novější typ CPU 315

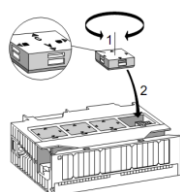
3.2.2 IM 157 (DP/PA link+ DP/PA coupler)

Jedná se o zařízení, které umožňuje přechod mezi komunikačním rozhraním PROFIBUS DP a PA. Na rychlosti rozhraní PROFIBUSu PA není závislá rychlost PROFIBUSu DP. Můžeme tedy využít plnou rychlost rozhraní PROFIBUS DP.

DP/PA link má svojí adresu v síti PROFIBUS DP a tak se chová v síti PROFIBUS DP jako podřízené zařízení a v síti PROFIBUS PA jako řídící stanice. Adresace sítě PROFIBUS PA je tedy oddělená od sítě PROFIBUS DP. Díky tomu můžeme zařízením na síti PROFIBUS DP a PA přiřadit stejnou adresu aniž bychom způsobili kolaps v síti. Klasický DP/PA coupler sice v našem zapojení nemáme, ale z důvodu možné záměny popíšu jeho vlastnosti. DP/PA coupler podporuje pouze přenosovou rychlost 45,45 kb/s na síti PROFIBUS DP a PA, proto je určen k přenosu malého objemu dat. Dále nemá svojí adresu, jako tomu bylo u předešlého modulu a proto připojené zařízení na vytvořené síti PROFIBUS PA je adresováno přímo řídící stanici a proto nesmí dojít ke vzniku dvou totožných adres na síti PROFIBUS DP a PA.

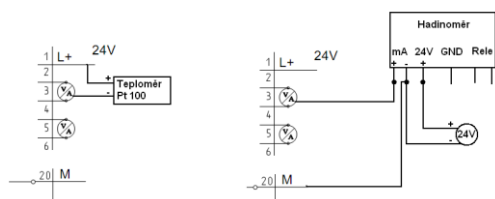
3.2.3 Analogový modul

Než začneme analogový modul používat v zapojení pro měření proudové smyčky, je třeba provést hardwarovou kontrolu nastavení měření. Hardwarové nastavení má přednost před sw nastavením. U hardwarového nastavení analogového modulu máme na výběr ze 4 druhů nastavení, které máme rozepsány na boční straně analogového modulu. Nastavení provedeme nastavením konfigurační kostky do požadované pozice.



Obrázek 15 Hardwarové nastavení analogového modulu [6]

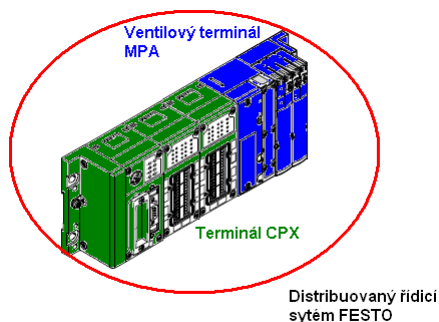
V našem zapojení máme k analogovému modulu připojený přes proudovou smyčku teploměr PT 100. Jedná se o dvou vodičové zapojení s napájením.



Obrázek 16 Připojení zařízení bez napájení a s vlastním napájením

4. DISTRIBUOVANÝ ŘÍDICÍ SYSTÉM FESTO

Na začátku bych rád podotkl, že spojením terminálu CPX a ventilového terminálu (ventilový ostrov) MPA vzniká **distribuovaný řídicí systém FESTO**, dále již DŘSF. Grafické zřehlednění nám poskytuje obrázek. Této částí práce se budu věnovat podrobněji z důvodu maximálního využití DŘSF v modelu čistící stanice.



Obrázek 17 Sestavení DŘSF

4.1 TERMINÁL CPX

4.1.1 Napájecí bloky

Napájecí bloky CPX-GE-EV a CPX-GE-EV-S zajišťují elektrické napájení 24 V DC všem modulům CPX. Obsahují napájecí lišty, z nichž jsou napájeny ostatní prvky CPX. Díky vnitřnímu rozvodu elektrického napájení je možné dělit napájení pro:

- elektroniku a snímače
- ventily a pohony

Slouží také k rozvodu sériové komunikace, pomocí které bloky a na nich připojené moduly spolu vzájemně komunikují. Sériová komunikace začíná od uzlu sítě a je dále rozvedena do dalších bloků.

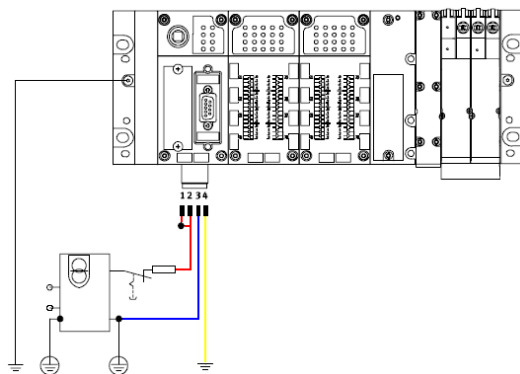


Obrázek 18 Napájení DŘSF

Ventilový terminál MPA s terminálem CPX lze v zásadě napájet jedním konektorem pro všechna napětí. Napájecí napětí je 24 DC a maximální proud na jeden modul 20 mA. Kdyby došlo k přetížení DŘSF budeme o tom informováni indikací. Nebo je možné na přetížení reagovat programově, kde diagnostika nabízí kontrolu přetížení.

Napájecí bloky tvoří základ terminálu CPX, protože poskytují veškerá napájecí vedení. Pro použité moduly poskytují elektrické napájení a také připojení k síti. Hodně úloh vyžaduje rozdělení terminálů CPX na napěťové zóny. To platí zvláště pro oddělené vypínání cívek ventilů a ostatních výstupů. Propojovací bloky také poskytují centrální elektrické napájení pro celý terminál CPX, které šetří náklady na instalaci, nebo galvanicky oddělené skupiny/napěťové segmenty.

K připojení ventilového bloku jsem využil vlastní zdroj napájení. K napájení elektroniky, čidel (pin číslo 1) a ventilových rozvaděčů, výstupu (pin číslo 2) jsem tyto dva piny v konektoru propojil a připojil. Propojení jsme si mohli dovolit, neboť náš napájecí zdroj, který se běžně používá k napájení průmyslových automatů, splňuje proudové nároky DŘSF. Obrázek znázorňuje elektrické připojení DŘSF.



Obrázek 19 Připojení napětí do DŘSF

Připojovací zásuvka se přišroubuje na konektor M18. Jelikož ventilový blok nemá síťový vypínač, doporučuji mít připojovací konektor bez napětí, neboť až během šroubování dochází k elektrickému spojení mezi konektorem a zásuvkou. Vyloučí se tak možné elektrické poškození DŘSF.

4.1.2 Uzel sítě



Obrázek 20 Uzel sítě FB13

Uzel sítě zprostředkovává komunikaci mezi DŘSF a nadřazeným zařízením master pomocí sítě PROFIBUS-DP. Uzel sítě se napájí z napájecího bloku a komunikuje s moduly I/O. Stav terminálu CPX se zobrazuje jako běžná zpráva pomocí 4 LED systému CPX. Stav komunikace na síti se indikuje pomocí LED Bus-Fault (BF) systému Profibus. Pokud LED BF problikává červeně, nejčastější příčinou bývá, že jsme v konfiguračním programu STEP 7 zapomněli přiřadit všechny moduly do hardwarové tabulky, která jim přiřazuje adresy.

4.1.2.1 Připojení k PROFIBUS DP

Uzel CPX-FB13 komunikuje s master jednotkou v rychlostech 0,0096 – 12 Mb/s. V našem případě je nadřazená jednotka PLC SIMATIC S7-300 a uzel sítě je k ní připojen pomocí sítě PROFIBUS-DP dle normy EN 50 170 Volume 2, pro cyklickou výměnu I/O a parametrizační a diagnostické funkce (DPV0). Kromě DPV0 je podporována acyklická komunikace podle rozšířené specifikace DPV1. Pomocí DPV1 je možný acyklický přístup k rozšířeným systémovým informacím a parametrizaci, je-li řídicí systém ovládán uživatelským programem. Příkladem je přístup do integrované diagnostické paměti, tzn. uložení posledních 40 chyb společně s časovým razítkem, typem modulu, kanálu a chyby. Informace můžeme vyčíst pomocí ovládací jednotky, která se připojí na uzel sítě. Uzel CPX-FB13 s rozsahem adres 64 bytů vstupů a 64 bytů výstupů ovládá libovolnou konfiguraci modulů I/O včetně pneumatického rozhraní. Pomocí DIL přepínačů je možné na něm nastavit adresu 1 -125.

4.1.3 Digitální elektronický modul



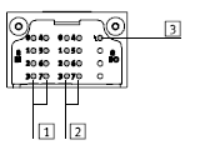
Obrázek 21 Digitální elektronický modul

Modulární elektrický terminál obsahuje 8 digitálních vstupů a 8 digitálních výstupů.

4.1.3.1 Vlastnosti:

- digitální vícenásobný modul vstupů/výstupů pro napájení 24 V DC
- využíváme kryt se svorkami
- vlastnosti modulu lze parametrizovat pomocí dvoj kliku v hardwarové konfiguraci na digitální modul
- vstupy jsou napájeny z napájecího bloku, napětím pro elektroniku a čidla
- výstupy jsou napájeny z napájecího bloku, napětím pro elektroniku a napětím pro výstupy
- jištění a diagnostika modulu pomocí integrované elektronické pojistky pro napájení čidel a integrované elektronické jištění každého výstupního kanálu

Tab 4.1.1 Zobrazovací prvky

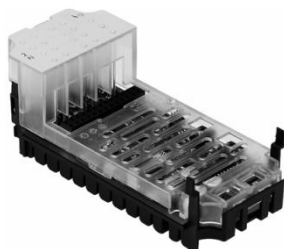
	popis stavových LED	LED
	1 vstupy (IN) - LOG 1	zelená
	2 výstupy (OUT) – LOG1	oranžová
	3 chyba modulu	červená

kryt CPX-AB-8-KL-4POL s připojeným digitálním modulem CPX-8DE-8DA			
X1.0	24 VSEN	X5.0	Output x+4
X1.1	0 VSEN	X5.1	0 VOUT
X1.2	Input x	X5.2	Output x
X1.3	FE	X5.3	FE
X2.0	Input x+4	X6.0	Output x+5
X2.1	Input x+5	X6.1	0 VOUT
X2.2	Input x+1	X6.2	Output x+1
X2.3	FE	X6.3	FE
X3.0	24 VSEN	X7.0	Output x+6
X3.1	0 VSEN	X7.1	0 VOUT
X3.2	Input x+2	X7.2	Output x+2
X3.3	FE	X7.3	FE
X4.0	Input x+6	X8.0	Output x+7
X4.1	Input x+7	X8.1	0 VOUT
X4.2	Input x+3	X8.2	Output x+3
X4.3	FE	X8.3	FE

Obrázek 22 Připojení digitální svorkovnice

Každému digitálnímu vstupu/výstupu je přiřazen jeden bit.

4.1.4 Analogový elektronický modul



Obrázek 23 Analogový elektronický modul

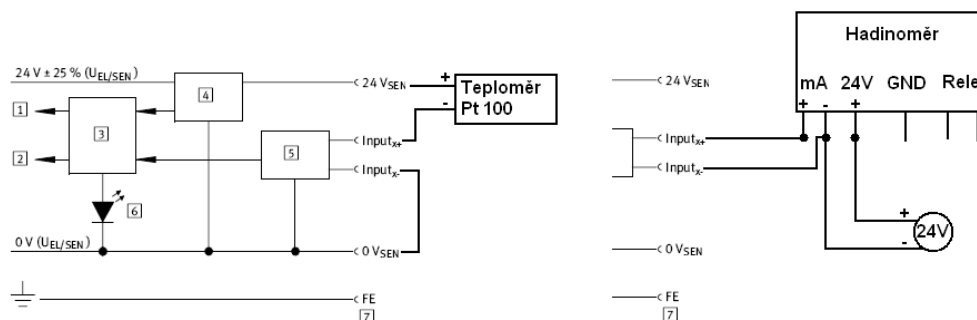
Modulární elektrický terminál s 2 analogovými vstupy pro napětí a proud. Moduly analogových vstupů slouží ke snímání analogových signálů dle norem, např. snímačů tlaku, teploty, průtoku, plnění atd.

4.1.4.1 Vlastnosti:

- analogový modul pro 0 ... 10 V, 0 ... 20mA nebo 4 ... 20mA
- použití krytu svorkovnice
- vlastnosti analogového modulu lze parametrizovat pomocí dvoj kliku v hardwarové konfiguraci na analogový modul
- k dispozici jsou různé datové formáty
- je možný provoz s galvanickým oddělením nebo bez něj

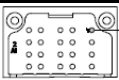
- vstupní analogový modul je napájen z napájecího bloku, napětím pro elektroniku a čidla
- ochrana a diagnostika analogového modulu pomocí integrovaného elektronického jištění

Zapojení teploměru a hladinoměru proudovou smyčkou k analogovému modulu. Teploměr na rozdíl od hladinoměru napájíme, hladinoměr má svůj zdroj napájení.



Obrázek 24 Připojení teploměru PT100 a hladinoměru na analogový modul

Tabulka 3 Zobrazovací prvky

	popis stavových LED		LED
	1	chyba modulu	červená

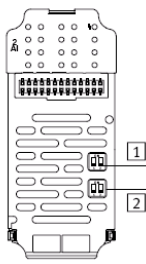




kryt CPX-AB-8-KL-4POL s připojeným analogovým modulem CPX-2AE-U-I			
kanál 0		kanál 1	
X1.0	24 VSEN	X5.0	24 VSEN
X1.1	0 VSEN	X5.1	0 VSEN
X1.2	Input U0-	X5.2	Input U1-
X1.3	FE	X5.3	FE
X2.0	nezapojeno	X6.0	nezapojeno
X2.1	nezapojeno	X6.1	nezapojeno
X2.2	Input U0+	X6.2	Input U1+
X2.3	FE	X6.3	FE
X3.0	24 VSEN	X7.0	24 VSEN
X3.1	0 VSEN	X7.1	0 VSEN
X3.2	Input I0-	X7.2	Input I1-
X3.3	FE	X7.3	FE
X4.0	nezapojeno	X8.0	nezapojeno
X4.1	nezapojeno	X8.1	nezapojeno
X4.2	Input I0+	X8.2	Input I1+
X4.3	FE	X8.3	FE

Obrázek 25 Zapojení analogové svorkovnice

Každému analogovému vstupu, jak proudovému tak napětovému je přiřazeno 16 bit
 = 1 Word

Pokud budeme chtít analogový modul konfigurovat SW, tak na DIL přepínači daného kanálu musí být nastaveno OFF. Když modul budeme konfigurovat HW pomocí DIL přepínačů, tak v softwarové parametrizaci musí být nastaveno Channel (dle toho o jaký kanál jde) Signal area: via switch.

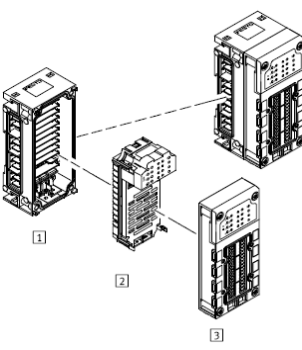
Tabulka 4 Hw konfigurace analogového modulu

	popis	
	1	kanál 0
	2	kanál 1
	nastavení jednotlivých kanálů	
		záleží na Sw konfiguraci
		0...10V
		0...20mA
	5...20mA	

4.1.5 Připojovací blok

Připojovací blok určuje, jaké budou mít digitální a analogové moduly interface. U těchto modulů je použit připojovací blok typu svorkovnice, která má 32 pérových svorek CageClamp®.

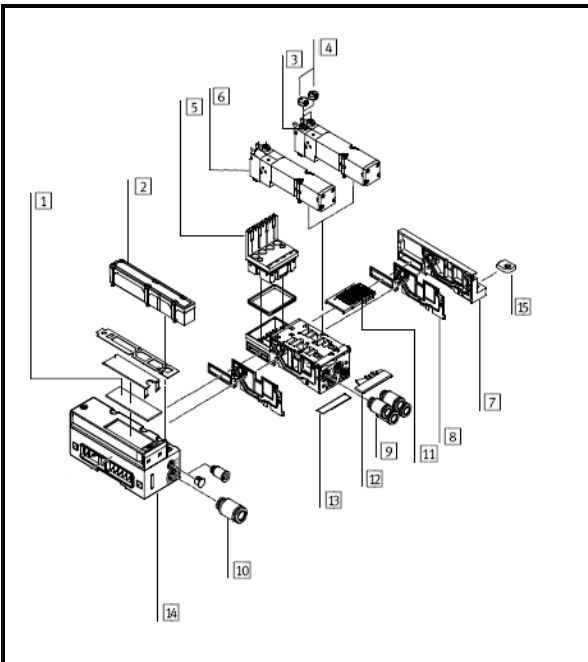
Tabulka 5 Kombinace krytu s připojením s funkčními moduly

	1	napájecí blok	
		vnitřní napájení a sériová komunikace	CPX-GE-EV
		vnější napájení kompletního systému	
	2	funkční modul	
		digitální vstupy pro připojení snímačů	CPX-8DE-8DA
		digitální výstupy pro řízení přídatných pohonů	
		analogové vstupy	CPX-2AE-U-I
	3	kryt s připojením	
		připojením svorkovnicí (CageClamp®)	CPX-AB-8-KL-4POL

4.2 POPIS VENTILOVÉHO TERMINÁLU MPA

Druhá a poslední část, z které se skládá DŘSF je ventilový terminál MPA. Z jakých částí se ventilový terminál skládá, bude blíže popsáno v této kapitole.

Tabulka 6 Složení terminálu MPA

	1	popisový štítek, velkoplošný
	2	plochý tlumič hluku
	3	pomocné ruční ovládání el. ventilu
	4	kryt pomocného ručního ovládání
	5	elektronický modul MPA2
	6	ventilový rozvaděč MPA2
	7	pravá koncová deska
	8	izolační těsnění
	9	šroubení pro pracovní výstupy
	10	šroubení pro napájecí desku
	11	elektrické propojení pro připojení na síť
	12	držák popisových štítků
	13	popisový štítek
	14	pneumatické rozhraní CPX
	15	upevnění na DIN lištu

4.2.1 Pneumatické rozhraní MPA



Obrázek 26 Pneumatické rozhraní MPA

Pneumatické rozhraní MPA je napájeno z levého připojovacího bloku. Napětím pro elektroniku a napětím pro ventily je dále přenášeno na elektronické moduly ventilového terminálu MPA. Pneumatické rozhraní MPA tedy vytváří napěťové a komunikační spojení mezi terminálem CPX a ventilovým terminálem MPA. Mezi pneumatickým rozhraním MPA a ventilovým terminálem MPA navíc vznikne tlakové spojení, neboť hlavní přívod tlaku do ventilového terminálu MPA se nachází v pneumatickém rozhraní MPA, které zajišťuje i jeho odvětrání do atmosféry.

Odvětrání je provedeno integrovaným plochým tlumičem hluku. Odvětrání se vždy nachází na pneumatickém rozhraní. Vše, co bylo napsáno o pneumatickém rozhraní, znázorňuje obrázek.



Obrázek 27 Vnitřní zapojení DŘSF

4.2.1.1 Provozní médium - vzduch

Pokud to je to možné výrobce doporučuje provoz zařízení s nemazaným stlačeným vzduchem. Ventily a válce Festo jsou konstruovány tak, aby při řádném používání nepotřebovaly žádné dodatečné mazání a přesto dosahovaly dlouhé životnosti. Stlačený vzduch připravovaný kompresorem musí odpovídat kvalitě nemazaného vzduchu.

4.2.1.2 Řídící tlak:

Připojení hlavního tlakového napájení se nachází na pneumatickém rozhraní. Jsou na výběr dvě různá připojení podle velikosti pneumatického tlaku:

- Vnitřní přívod řídicího tlaku. Pokud potřebné pracovní pneumatické tlaky leží mezi 3 a 8 bary, můžete zvolit vnitřní řídicí tlak. Řídící tlak se v pneumatickém rozhraní získává uvnitř z napájení 1.
- Vnější přívod řídicího tlaku. Pokud je napájecí tlak nižší než 3 bary, případně vyšší než 8 barů, je nutné přivést do ventilového terminálu MPA vnější řídicí tlak. V tomto případě se navíc řídicí tlak přivede na připojení 12/14 na pneumatickém rozhraní. Připojení 12/14 je z výroby uzavřeno zásepkami, které je potřebné při tomto zapojení demontovat. U zapojení pro vnější přívod řídicího tlaku tedy využijeme pneumatického vstupu 1 a 12/14.

V našem zapojení se budeme pohybovat v rozmezí tlaků 3 – 7 barů, proto je zvolen vnitřní přívod řídicího tlaku.

4.2.2 Plochý tlumič hluku

Slouží k odvětrání řídicího tlaku 82/84 a 3/5, které jsou odvětrány přes plochý tlumič do atmosféry a to má za následek vyrovnání tlaku.



Obrázek 28 Plochý tlumič hluku

4.2.3 Připojovací deska



Obrázek 29 Připojovací deska

Terminál MPA využívá modulárního systému složeného z připojovacích desek, elektronických modulů a ventilů. Připojovací desky jsou vzájemně sešroubovány a vytvářejí tak nosný systém pro ventily. Obsahují vnitřní připojovací kanály pro napájení tlakem a pro odvětrání ventilového terminálu MPA a také pracovní výstupy jednotlivých ventilů pro pneumatické pohony. Povoláním šroubů se část terminálu odpojí a lze snadno vložit další bloky. Tím je zaručena rychlá a spolehlivá možnost rozšíření ventilového terminálu MPA.

4.2.4 Elektronický modul



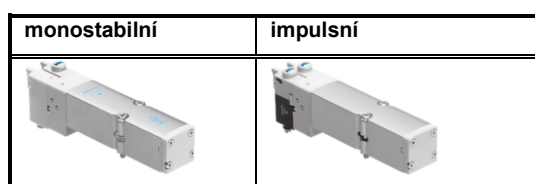
Obrázek 30 Elektronický modul

Díky pneumatickému rozhraní MPA, které vytváří napěťové a komunikační spojení mezi terminálem CPX a ventilovým terminálem MPA, je možné přes integrovanou sběrnici CPX vést signály z uzlů sítě (FB-13) na řídicí elektroniku v elektronickém modulu terminálu VMPA2. V elektronickém modulu VMPA2 jsou v našem případě signály dekódovány pro dva ventilové rozvaděče (monostabilní elektromagnetický rozvaděč M – 1 cívka, impulsní rozvaděč J – 2 cívky).

4.2.5 Ventilové rozvaděče

Rozvaděče jsou vybaveny pístovým šoupátkem a patentovaným principem těsnění, které umožňuje velký rozsah tlaku a dlouhou životnost. Pro zvýšení výkonu mají tyto rozvaděče pneumatické nepřímé řízení s přívodem řídicího tlaku. Přes ventilové rozvaděče může proudit průtok až 700 l/min

Tabulka 7 Elektromagnetické rozvaděče



Každá cívka elektromagnetického rozvaděče MPA je chráněna ochranným obvodem proti napěťovým špičkám a proti přepólování. Kromě toho jsou všechny typy ventilů vybaveny integrovaným omezováním proudu. Rozvaděče MPA jsou napájeny provozním napětím v rozsahu 18 - 30 V.

4.2.5.1 Pravidla adresování

- Každá připojovací deska/elektronický modul zabírá definovaný počet adres:
- připojovací deska MPA2 pro 1 monostabilní rozvaděč M: 2 adresy, zde využijeme jen jednu adresu
- připojovací deska MPA2 pro 1 impulsní rozvaděč J: 2 adresy

Číslování adres začíná zleva doprava, bez vynechání. V našem řazení (monostabilní rozvaděč, pak impulsní rozvaděč) bude adresace:

monostabilní rozvaděč:

- X.0 12 (číslo bytu, číslo bitu)
- X.1 nevyužit

impulsní rozvaděč:

- X.2 14
- X.3 12

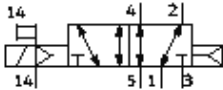
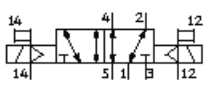
4.2.5.2 Indikace:

Každé cívice ventilového rozvaděče je pro indikaci stavu signálu přiřazena jedna LED, která se po sepnutí cívky rozsvítí oranžově a tím ukazuje stav sepnutí pro určitý výstup.

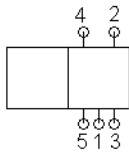
4.2.5.3 Pomocné ruční ovládání:

Pomocné ruční ovládání (HHB) umožňuje otevírání a zavírání ventilu, když není pod napětím a my potřebujeme pomocí ventilových rozvaděčů distribuovat pneumatický tlak. Ruční ovládání se dá také použít v běžném provozu, kdy například požadujeme změnu distribuce tlaku pro testovací účely, nebo z důvodu náhlé změny řízení, kterou nejsme schopni programově nastavit.

Tabulka 8 Technické údaje o připojené pneumatice k ventilovým rozvaděčům



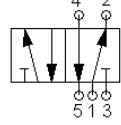
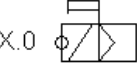

Monostabilní		Impulsní
		
připojení pneumatiky		připojovací deskou nebo samostatnou deskou
napájení	1	G1/4
odvětrání	3 a 5	QS-10
pracovní výstupy	2 a 4	připojení
připojení řídicího tlaku	12/14	impulsní: 12 a 14 monostabilní: 14
připojení odvětrání řídicího tlaku	82/84	
připojení tlakového vyrovnání		u plochého tlumiče hluku: odvětrání do atmosféry

Kolik má rozvaděč polí, tolik má i poloh. Podle počtu přípojek (vstupů a výstupů) na jeho základní polohu rozlišujeme kolikacestný je rozvaděč. V našem případě se jedná o dvoupolohové rozvaděče 5cestné rozvaděče. Čísla na obrázku jsou určeny pro napájení tlakem, odvětrávání a distribuci tlaku.



Obrázek 31 Vstupy a výstupy rozvaděče

Tabulka 9 Popis rozvaděčů

	<p>Zaslepení Jedná se o vnitřní zapojení rozvaděče. Může být zaslepeno odvětrávání, nebo přívod vzduchu</p>
	<p>Opět vnitřní zapojení rozvaděče. Tato značka vyjadřuje zapojení vstupů a výstupů v rozvaděči</p>
	<p>Dvoupolohový 5cestný rozvaděč</p>
	<p>Elektromagnetické ovládání rozvaděče</p>
	<p>Mechanická část, stará se o vrácení rozvaděče do výchozí polohy. Součástí tohoto zapojení je pružina</p>

4.2.6 Princip činnosti monostabilního a impulsního ventilu

Pro lepší představu jak impulsní a monostabilní rozvaděče pracují, jsem sestavil simulaci v programu FluidSIM. Program lze volně stáhnout ze stránek firmy FESTO a lze v něm simulovat velkou škálu mechanismů, které využívají ke své činnosti vzduch. Pro bližší seznámení s programem doporučuji využití skript z předmětu Hydraulické a pneumatické systémy, který je akreditován na fakultě strojního inženýrství. Mnou vytvořený projekt v programu FluidSIM bude součástí přiloženého CD.

4.2.6.1 Monostabilní rozvaděč:

1 cívka: Po dobu sepnutí cívky je rozvaděč otevřen, když cívku rozepneme, tak se sám od sebe uzavře, díky pneumatické pružině. Představa tohoto případu může být, že místo cívky by byl spínač, který by tlak vypouštěl jen po dobu sepnutí.

4.2.6.2 Impulsní rozvaděč:

2 cívky: Když sepneme cívku 1, tak se rozvaděč otevře a zůstává otevřený, i když už cívka 1 není sepnuta. Jeho uzavření provedeme pomocí cívky 2. Tu sepneme a rozvaděč se uzavře a zůstane uzavřený, i když už cívka 2 nebude sepnuta. Tento případ si můžeme představit jako kohout, který je signálem na cívce 1 otevřen a signálem na cívce 2 uzavřen. Pokud se neobjeví na cívkách signály, kohout zůstává v poloze, kterou mu určila poslední cívka.

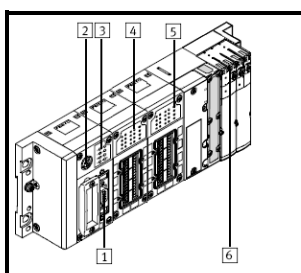
4.3 POPIS DISTRIBUOVANÉHO ŘÍDICÍHO SYSTÉMU FESTO

4.3.1 Diagnostika ventilového bloku

Rozlišujeme přímou diagnostiku pomocí LED, nebo diagnostiku po síti. Řada LED u modulů nám podává stavové a diagnostické informace. Mezi diagnostické informace řadíme:

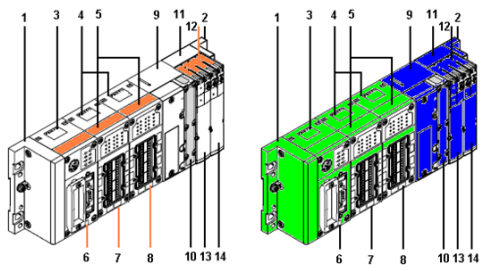
- rozpoznání nízkého napětí na výstupech a ventilech
- zkrat čidel, výstupů a ventilů
- rozpoznání otevřené zátěže (vadná cívka ventilu)
- ukládání posledních 40 příčin chyb s časovým razítkem

Tabulka 10 Znárodnění diagnostiky a stavu ventilového bloku pomocí LED

	1	diagnostika pomocí sítě PROFIBUS
	2	diagnostika pomocí ovládací jednotky
	3	přehled stavu sítě a CPX pomocí diagnostiky LED diod BF, PS, PL, SF, M...
	4	stavová diagnostika LED pro digitální vstupy / výstupy
	5	stavová diagnostika LED pro analogové vstupy
	6	diagnostické LED jednotlivých cívek rozvaděčů

V našem případě máme uzel sítě nastaven jako „FB13: DP-Slave-System Status“, tak můžeme provádět diagnostiku pomocí stavových bitů pomocí nadřazeného řídicího systému SIMATIC S7-300. Této možnosti bude v modelu čisticí stanice využito.

4.3.2 Souhrnné informace o DŘSF



1	levá koncová deska	195 716	CPX-EPL-EV
2	pravá koncová deska	533 373	VMPA-EPR
3	napájecí blok s napájením systému	195 746	CPX-GE-EV-S
4	Zák. jednotka, bez el. napájení	195 742	CPX-GE-EV
5	připojovací blok	195 708	CPX-AB-8-KL-4POL
6	uzel sítě	195 740	CPX-FB13
7	digitální elektronický modul	526 257	CPX-8DE-8DA
8	analogový modul	526 168	CPX-2AE-U-I
9	pneumatické rozhraní MPA k CPX	533 372	VMPA-FB-EPL-GU
10	plochý tlumič hluku	533 374	VMPA-APU
11	připojovací deska	538 000	VMPA2-FB-AP-2-1
12	elektronický modul	537 983	VMPA2-FB-EMS-4
13	monostabilní elektromagnetický ventil	537 952	VMPA2-M1H-M-PI

Obrázek 32 Popis všech modulů terminálu CPX a ventilového terminálu MPA

- Oranžově jsou vyznačeny moduly, které jdou ovládat pomocí PLC SIMATIC S7-300.
- Zeleně jsou označeny součásti, které náleží do terminálu CPX.
- Modře jsou vyznačeny součásti, které patří do ventilového terminálu MPA.

4.4 PŘIPOJENÍ DŘSF NA SÍŤ PROFIBUS

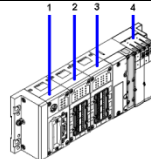
Komunikaci po síti PROFIBUS DP s nadřazenou jednotkou PLC SIMATIC S7-300. přijímá integrovaný síťový uzel. Viz obrázek 23.

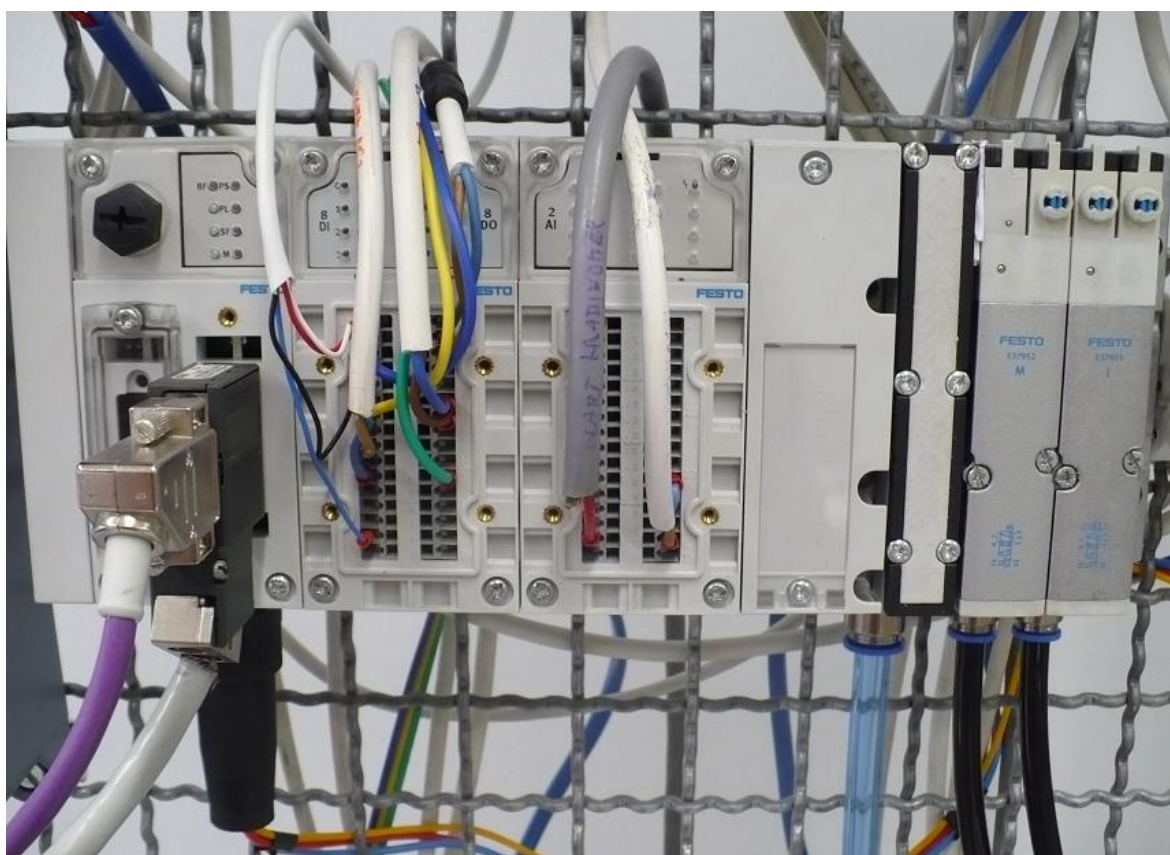
4.4.1 Adresy vstupů a výstupů

Terminál CPX má rozsah 64 bytových ($64 \cdot 8 = 512$ bitových) adres. To znamená 512 bitových adres vstupů a 512 bitových adres výstupů. Vstupní a výstupní adresy se přidělují přičítáním zleva doprava. Může se stát, že některou z adres může již zabírat informační logický vstup. Zde záleží na nastavení uzlu sítě (RC, RIO), v našem případě je nastaven na RIO, neboť zde nepracuje s řídicím modulem FEC. Nastavení RC se provádí pomocí DIL přepínačů na uzlu sítě viz. příloha. STEP 7 sám kontroluje, jestli se dané adresy nepřekrývají již s těmi, které jsou definovány

pro jiná zařízení. V případě kolize nás na to upozorní, nebo automaticky zjistí další následující volný adresový prostor a modul do něho přiřadí.

Tabulka 11 Velikost adres jednotlivých modulů

		adresa výstupu OUT	adresa vstupu IN	Poznámky
1	uzel sítě FB-13 (remote I/O)	1 Byte		k dispozici je 8 status bitů
2	digitální elektronický modul CPX-8DE-8DA	1 Byte	1 Byte	každému vstupu/výstupu náleží 1 bit
3	analogový modul CPX-2AE-U-I		2 Word (4 Byte)	analogovému vstupu napětí a proudu je přiřazen 1 Word
4	elektronický modul VMPA2-FB-EMS-4	1 Byte		Monostabilní rozvaděč ovládáme adresou X.0 (12). Impulsní rozvaděč ovládáme adresami X.2 (14), X.3 (12). Zbytek bitu je nevyužit



Obrázek 33 DŘSF

5. DALŠÍ PŘIPOJENÉ PERIFERIE

5.1 OPERÁTORSKÝ PANEĽ

Operátorský panel OP 270 bude použit pro vizualizaci čistící stanice. Bude operátora informovat o stavu činnosti čistící stanice a umožní mu řídit a parametrizovat proces čištění. Operátorský panel má svůj vlastní paměť pro uchování reportů. Je připojen na síť PROFIBUS – DP. Při nahrávání konfigurace do panelu je využita sériová linka RS-232.



Obrázek 34 Operátorský panel

5.2 ULTRAZVUKOVÝ PRŮTOKOMĚŘ (SITRANS F)



Obrázek 35 Ultrazvukový průtokoměr

Ultrazvukový průtokoměr s napájením 230V a komunikací po síti PROFIBUS-PA. Mezi další patří diskretní vstup, na který dle inicializace zařízení můžeme posílat hodnoty o množství průtoku v podobě frekvenčních pulzů, nebo změnou logické úrovně napětí poslat hlášení o vzniklém alarmu.

Ultrazvukový průtokoměr je schopen měřit:

- Objemový průtok [l/min]
- Hmotnostní průtok [kg/min] vypočteno na základě zadané hustoty
- Objem (objem vody, který protekl v kladném, v záporném, v obou směrech) [l]
- Hmotnost (hmotnost vody, která protekla v kladném, v záporném, v obou směrech) [kg]
- Teplota
- Amplituda zvuku.

Na začátku inicializace si musíme na přístroji zvolit, jaké preferujeme vyjádření průtoku. Na výběr máme z objemového a hmotnostního. V našem případě jsem vybral objemový. Inicializace nabízí mnoho užitečných funkcí od kalibrace přístroje přes nastavování mezí alarmu apod.

5.3 TLAKOMĚR (SITRANS P)



Obrázek 36 Tlakoměr

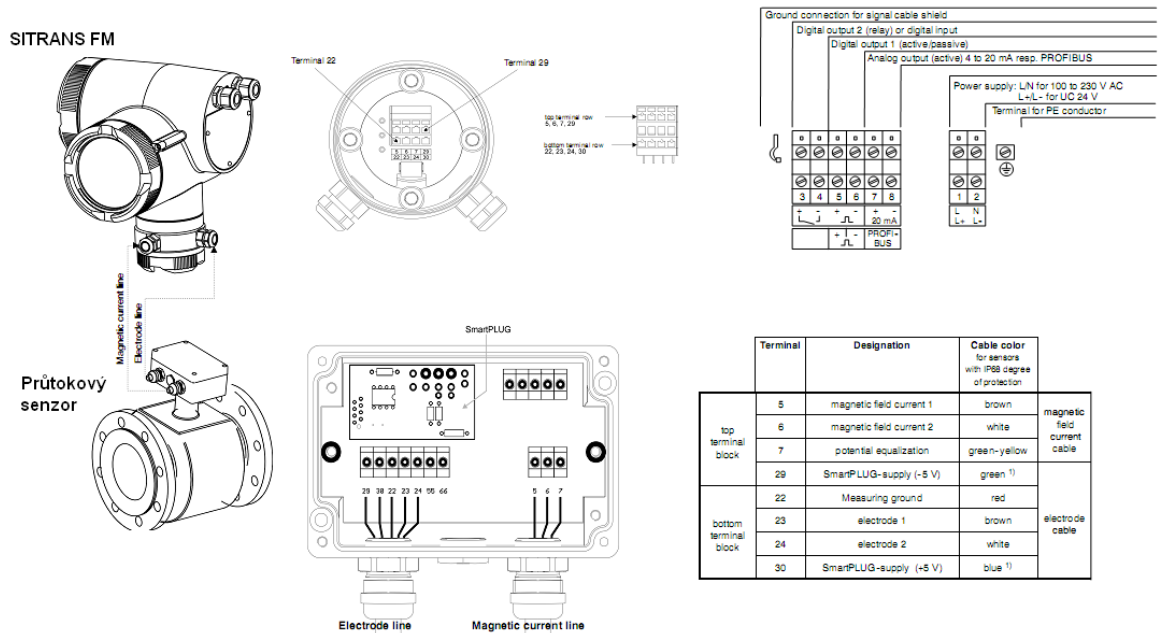
Jedná se o nenáročné zařízení, které komunikuje po síti PROFIBUS – PA, kterou zároveň používá ke svému napájení. Tlakoměr měří tlak v barech a teplotu kapaliny. Dále nabízí měření objemu, ale to nelze u tohoto typu zařízení racionálně využít.

5.4 ELEKTROPNEUMATICKÝ VENTIL (SIPART PS 2)

Jedná se elektropneumatický regulační ventil. Je napájen a řízen přes síť PROFIBUS-PA. Přes tuto síť posílá informace o své poloze a dává možnost diagnostiky. Ve vstupních datech, která lze regulačnímu ventilu poslat je údaj o žádané poloze ventilu a nastavení stavového registru.

5.5 INDUKČNÍ PRŮTOKOMĚR (SITRANS FM)

Indukční průtokoměr komunikuje s DŘSF pomocí proudové smyčky 4 – 20 mA a je napájen 230 V. Průtokoměr poskytuje několik naměřených údajů jako ultrazvukový průtokoměr. Jelikož komunikujeme přes proudovou smyčku, můžeme přenášet pouze jeden naměřený údaj, který si zvolíme v menu přístroje. V našem případě se jedná o objemový průtok. Dále Indukční průtokoměr nabízí dva digitální výstupy, na kterých můžeme nastavit signalizaci alarmů nebo varování. Indukční průtokoměr se skládá ze dvou částí. Jedná se o měřící jednotku SITRANS FM a průtokový senzor, který na bázi elektromagnetické indukce měří průtok kapaliny. Průtokový senzor je k jednotce SITRANS FM připojen dvěma kabely pro přenos elektrických a magnetických informací. Bohužel se nám nepodařilo indukční průtokoměr zprovoznit viz. závěr.



Obrázek 37 Indukční průtokoměr

5.6 PŘEHLED PŘIPOJENÝCH ZAŘÍZENÍ

Tabulka nám vypovídá na jakém typu komunikace zařízení komunikují a jak jsou v systému napájeni.

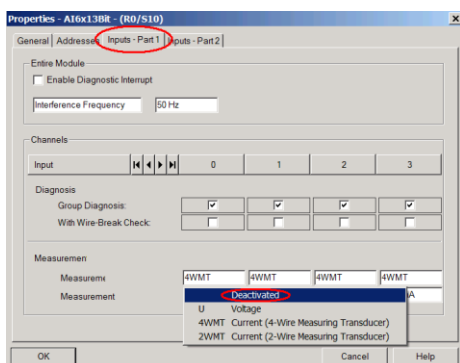
Tabulka 12 Typy komunikací

Připojení	Název připojeného zařízení		Napájení
DP	DP/PA Couper	IM157	
	Operátorský panel	OP270	DC 24 V
	Distribuovaný blok Festo	FB 13	DC 24 V
PA	Ultrazvukový průtokoměr	SITRANS FUS	AC 230 V
	Tlakoměr	SITRANS P DS3	PA
	Elektropneumatický regulátor	SIPART PS 2	PA
Hart	Indukční průtokoměr	SITRANS FM	AC 230 V
	Měření PH	SIPAN 32x	DC 24 V

6. SOFTWAREVÁ KONFIGURACE

6.1 SIMATIC S7-300

U konfigurace S7-300 postupujeme standardně viz příloha, v které uvádím podrobný postup při oživování PLC. Při konfiguraci bych rád upozornil na nastavení analogového modulu vstupů, který je na SIMATICKU připojen, je ho třeba před kompilací přednastavit (častá chyba pokut svítí na modulu SF). V nastavení se konkrétně rozhodneme, který kanál analogového modulu budeme využívat a jak bude využit. Okno *Properties* v kterém provedeme nastavení, vyvoláme dvojitým klikem na vstupní analogový modul a zvolíme záložku *Inputs-Part 1*. Ve spodní části okna v *Measureme* klikneme levým tlačítkem do okna 4WMT, jestli kanál nevyužíváme zvolíme *Deactivated*. Když je kanál připojen, zvolíme na něm měřenou veličinu (U pro napětí, 4WMT a 2WMT pro proud).

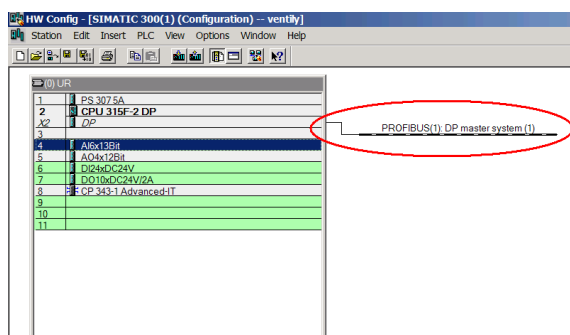


Obrázek 38 Nastavení kanálů analogového modulu připojeného na Simatic

Po nastavení aktivovaného kanálu pak zvolíme v okně „Measurement,“ jaký rozsah na něm budeme měřit. Pro bezproblémovou činnost a překlad programu se doporučuje zrušit „Group Diagnosis“.

6.2 DŘSF

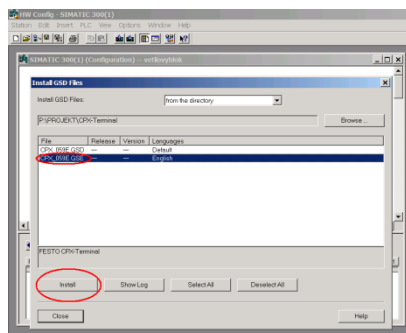
Pro vytvoření komunikace master systému (S7-300) s DŘSF pomocí PROFIBUS-DP musíme najet myší na DP na slotu X2 a zmačknout pravé tlačítko myši. Z vyvolané kontextové nabídky vybereme „ADD MASTER SYSTEM“. V okně nastavení ponecháme automaticky přidělenou adresu. V Subnet založíme novou síť pomocí tlačítka NEW. Vyvolané okno na tuto reakci pouze potvrdíme. A poté potvrdíme i nastavení. Tím nám vynikne připojení na síť PROFIBUS-DP.



Obrázek 39 Vytvoření sítě PROFIBUS

K dalšímu postupu budeme potřebovat zavést GSE soubor do projektu, ten po zavedení nabídne v hardwarovém katalogu moduly našeho DŘSF. Jedná se o soubor CPX_059E.GSE. GSE soubor do projektu načteme pomocí menu OPTIONS/INSTALL NEW GSD, kde na soubor odkážeme a poté provedeme instalaci. Při dalším otevření projektu bude GSE soubor již načtený, jedná se tedy pouze o jednorázovou operaci.

Spolu s GSE souborem se zavedou i komunikační okna, která slouží ke zlepšení grafického přehledu v konfiguračním zapojení, neboť DŘSF bude znázorněn pomocí těchto oken.

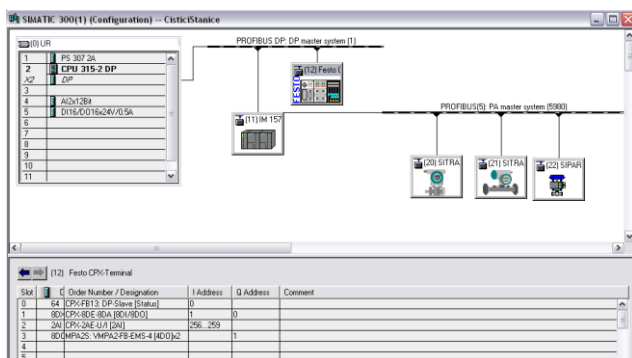


Obrázek 40 Instalace GSE souboru

Po nainstalování GSE souboru nám přibyla položka Valves (vetily) v hardwarovém katalogu a to znamená, že máme k dispozici moduly ventilového terminálu. Začneme vyhledáním „FESTO CPX-TERMINAL“ v hardwarovém katalogu PROFIBUS-DP\Additional Field devices\Valves. Uchopíme ho myší a přesuneme na PROFIBUS-DP sběrnici. V *Properties* okně změníme adresu na tu, kterou máme nastavenou na uzlu sítě pomocí přepínačů DIL. V našem případě je nastavena 12 adresa. Po této modifikaci potvrdíme tlačítkem OK. Teď máme připojený DŘSF na

síť PROFIBUS-DP, ale ještě ho nemůžeme ovládat, neboť musíme nakonfigurovat jeho připojené moduly. K tomu nám slouží další konfigurační tabulka, která se vytvořila spolu s DŘSF. Je rozdělena do šesti sloupců. Ty nás informují o umístění modulu, jeho jménu a rozsahu vstupních a výstupních adres. Začínáme vložением uzlu sítě a pokračujeme zleva doprava dle modulu, jak jsou umístěny na ventilovém bloku.

Na obrázku je zvýrazněn DŘSF, který je připojen na síť PROFIBUS-DP. Dále pak konfigurační tabulka se zahrnutím všech potřebných modulů. Nakonec je zvýrazněná informace o modulu, kterou nám podává zavedený GSE soubor.



Obrázek 41 Konfigurace DŘSF

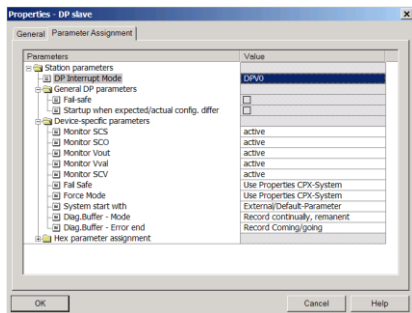
Jako kontrolu správné konfigurace sítě a DŘSF musíme provést kompilaci vytvořeného projektu do stanice SIMATIC S7-300. Když vše proběhne bez problému, tak na DŘSF přestane blikat červená dioda BF, která signalizuje chybu spojení.

6.2.1 Parametrizace

Dvojklikem levým tlačítkem myši na jeden z modulů ventilového bloku, vyvoláme okno Properties. V první záložce Address / ID se nám zobrazí možnost změny adresy modulu. V druhé záložce Parameter Assignment (přiřazování parametrů) se nám nabízí vlastnosti daného modulu, které lze parametrizovat.

6.2.1.1 Konfigurace uzlu sítě FB13

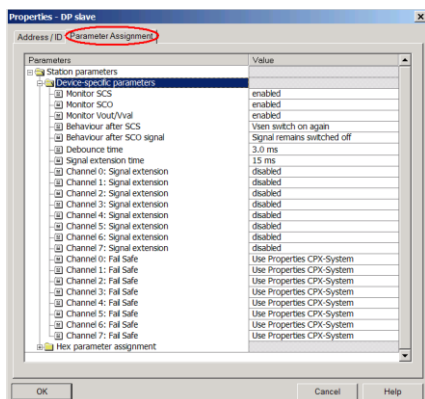
Zde si můžeme nastavit monitorování zkratu čidel a napájení výstupů. Chování DŘSF po zapnutí a zkratu. Typ komunikace s PLC.



Obrázek 42 Konfigurace uzlu sítě

6.2.1.2 Digitální modul

Zde konkrétně nastavujeme, jaké zkratky chceme monitorovat a jak na ně reagovat. Nastavujeme možnost prodloužení signálu na výstupech a časovou prodlevu signálů na vstupech.

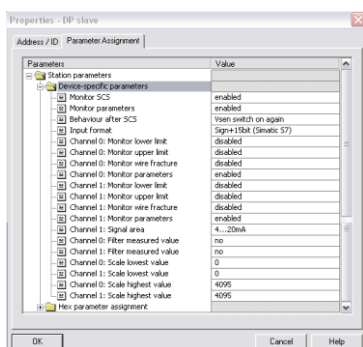


Obrázek 43 Konfigurace analogového modulu

6.2.1.3 Analogový modul

Opět zde máme nastavení monitorování různých druhů zkratů a možnosti, jak na ně reagovat. Máme zde možnost nastavení výstupního formátu měřeného proudu. Monitorování měřených hodnot, u kterých si můžeme definovat horní a dolní limit. Dále je možnost detekce přerušení proudové smyčky a možnost vyhlazení měřených hodnot. Jako poslední parametr je nastavení měření proudové smyčky, nebo napětí. U tohoto nastavení si musíme dát pozor na nastavení hardwarové

konfigurace, která musí být totožná s nastavením softwarové konfigurace, nebo musí být nastavena jako defaultní. Nastavením měřeného druhu vstupní veličiny uvedeme oba kanály na analogovém modulu do stavu, kdy jsou tuto veličinu schopny měřit.

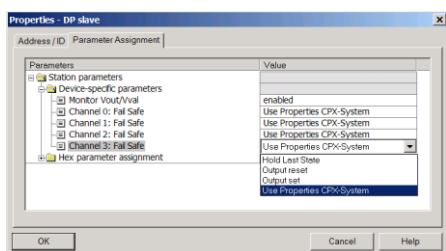


Obrázek 44 Konfigurace analogového modulu

6.2.1.4 Elektronický modul

Zde nastavíme stav, v kterém mají být jednotlivé ventilové rozvaděče po zapnutí DŘSF. Máme na výběr:

- Aktivace výstupu
- Deaktivace výstupu
- Zachování předešlého stavu

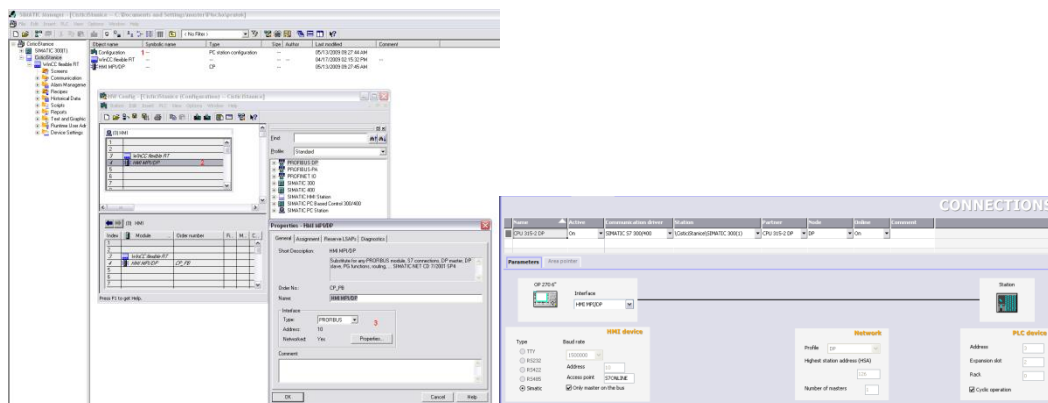


Obrázek 45 Parametrizace Elektronického modulu (ventilové rozvaděče)

6.3 OPERÁTORSKÝ PÁNEL

Operátorský panel má na rozdíl od ostatních distribuovaných zařízení připojených na síť PROFIBUS svou vlastní konfiguraci. Nejprve se provede integrace operátorského panelu do projektu, (pomocí myši zvolíme nabídku, ve které vybereme volbu SIMATIC HMI STATION). V průvodci konfigurace odkážeme operátorský panel na náš projekt čistící stanice, z kterého má čerpat data potřebné

pro vizualizaci. Po dokončení nastavení provedeme v konfiguraci operátorského panelu připojení na síť PROFIBUS-DP s adresou 10. Konfiguraci je třeba nahrát do PLC a operátorského panelu přes RS-232.



Obrázek 46 Konfigurace operátorského panelu

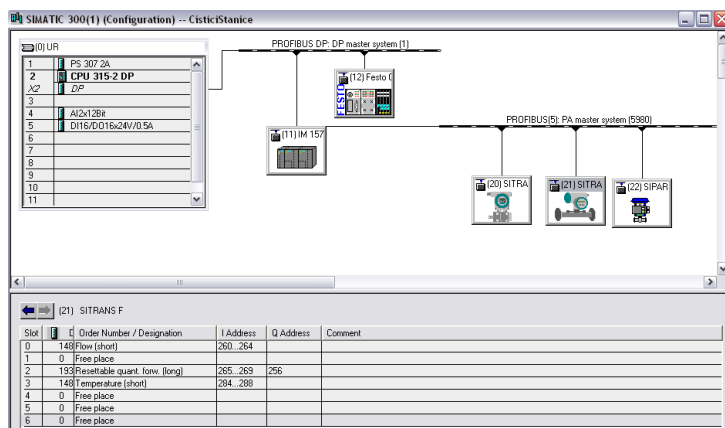
Konfiguraci si poté můžeme zkontrolovat v programu WinCC, ve kterém programujeme vizualizaci pro operátorský panel.

6.4 ULTRAZVUKOVÝ PRŮTOKOMĚR (SITRANS F)

Pomocí GSE souboru ho nakonfigurujeme podobně jako DŘSF, s tím rozdílem, že je připojen na síť PROFIBUS-PA a jeho adresa je 21. Pořadí přenosu vstupních a výstupních dat:

- Objemový nebo hmotnostní průtok [l/min, kg/s]
- Rychlost zvuku v kapalině [m/s]
- Objem nebo hmotnost [l, kg]
- Teplota [°C]
- Amplituda ultrazvuku
- Objem nebo hmotnost vpřed [l, kg]
- Objem nebo hmotnost vzad [l, kg]

Výběr jaké naměřené hodnoty budeme z ultrazvukového průtokoměru přenášet do PLC, provedeme v jeho vlastní konfigurační tabulce vybráním požadované veličiny z jeho hw katalogu. Na sloty, které zůstanou neobsazeny je nutno přenést „Free Place“ z hw katalogu. Při výběru vstupních a výstupních dat je nutné dodržet toto pořadí.



Obrázek 47 Konfigurace ultrazvukového průtokoměru

V naší konfiguraci měříme:

- Objemový průtok [l/min]
- Objem [l]
- Teplota [°C]
- Diagnostika, limity a alarmy

V naší konfiguraci nastavujeme:

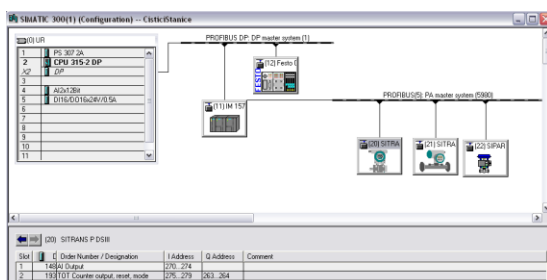
- Parametry čítače průtoku

6.4.1 Složení dat

Data, která od ultrazvukového průtokoměru přijmeme, musí projít určitým zpracováním, to samé platí o datech, která jsou ultrazvukovému průtokoměru poslána. Složení dat je pro všechny vstupy a výstupy stejné. Vstupní data předávají informace o měřené veličině, o stavu zařízení, informují o překročení limitů a kvalitě měření. Viz příloha.

6.5 TLAKOMĚŘ (SITRANS P)

Konfigurace tlakoměru probíhá obdobným způsobem jako u ultrazvukového průtokoměru. Tlakoměr je připojen na síti PROFIBUS-PA a je mu přiřazena adresa 20.



Obrázek 48 Konfigurace Tlakoměru

V naší konfiguraci měříme:

- Tlak v potrubí [Bar]
- Množství tlaku (nemá racionální využití)
- Diagnostika, limity a alarmy

V naší konfiguraci nastavujeme:

- Funkce čítače
- Mód čítače

6.5.1 Složení dat

Rozdílné složení je v porovnání s ultrazvukovým průtokoměrem hlavně u stavových dat a u dat, která vysíláme a tak jejich složení popíšu, viz příloha.

6.6 ELEKTROPNEUMATICKÝ REGULAČNÍ VENTIL (SIPART PS 2)

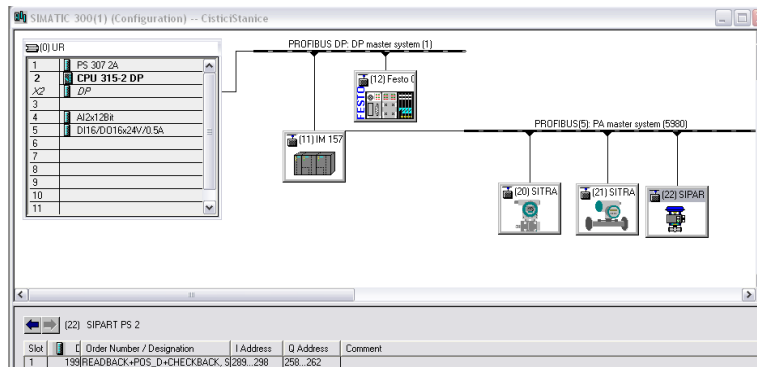
Elektropneumatický ventil je nakonfigurován na adresu 22 v síti PROFIBUS PA. Konfigurace je provedena podobným způsobem jako u již zmíněného ultrazvukového průtokoměru.

V naší konfiguraci měříme:

- Výstupní polohu aktuální polohy
- Diskrétní polohu aktuální polohy
- Stavové informace
- Diagnostika, limity a alarmy

V naší konfiguraci konfigurujeme:

- Nastavení funkce čítače
- Nastavení módu čítače



Obrázek 49 Konfigurace regulačního ventilu

6.6.1 Složení dat

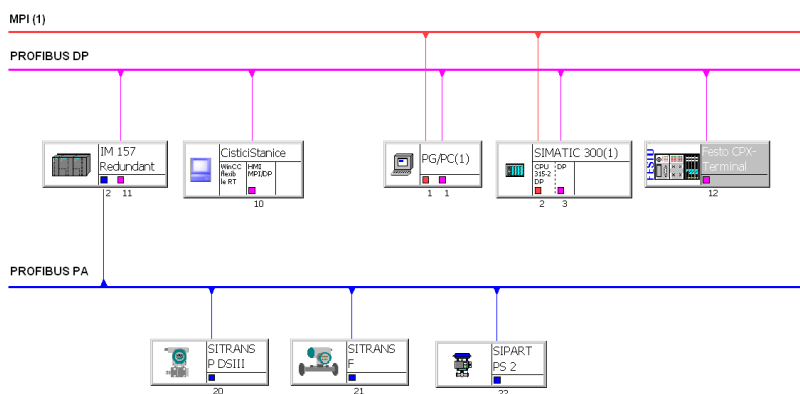
Složení dat je zaměřené převážně na diagnostiku a možnost ovládání pneumatického ventilu, viz příloha.

6.7 SOUHRN POUŽITÝCH ADRES

Tabulka 13 Adresace připojených zařízení

Připojení	Název připojeného zařízení	Adresa	
MPI	Simatic S7-300	2	
	PC	1	
DP	Operátorský panel	OP270	10
	DP/PA Couper	IM157	11
	Distribuovaný blok Festo	FB 13	12
PA	Tlakoměr	SITRANS P	20
	Ultrazvukový průtokoměr	SITRANS F	21
	Pneumatický regulátor	SIPART PS 2	22

Výsledná struktura využití průmyslových sítí v modelu čističí stanice.



Obrázek 50 Grafické znázornění použitých sítí

Adresy jednotlivých vstupů a výstupu připojených periférií. Přepočítání adres na hexadecimální vyjádření později využijeme v pomocných funkcích SFC14 a SFC15 pro zpracování dat, která vyžadují používání této adresace.

Tabulka 14 Rozsahy adresací

	Název připojeného zařízení		DEC Adresování		HEX adresování	
			IN	OUT	IN	OUT
MPI	Simatic S7-300					
	Analogový modul		280-283		118-11B	
	Digitální modul		4-5	4-5	4-5	4-5
DP	DP/PA Couper	IM157				
	Operátorský panel	OP270				
	DRSF	FB 13				
	FB13 diagnostika		0	0		
	Digitální modul		1	1	0	0
	Analogový		256-259	100-103		
	Ventilový blok				1	1
PA	Tlakoměr	SITRANS P				
	AI Output		270-274	10E-112		
	TOT Counter output, reset, mode		275-279	113-117	107-108	263-264
	Ultrazvukový průtokoměr	SITRANS F				
	Průtok		260-264	104-108		

7. ZPRACOVÁNÍ VSTUPŮ A VÝSTUPŮ

Primární zpracování vstupů a výstupů provádíme v S7-300 a dále s nimi pracujeme v operátorském panelu. Nyní se budeme zabývat popisem programového zpracování vstupů a výstupů v S7-300.

Tabulka 15 Použité operátorské bloky

Object name	Symbolic name	Created in language	Size in
System data	---	---	---
OB1	CYCL_EXC	LAD	102
OB82	I/O_FLT1	STL	38
OB100	COMPLETE RESTART	STL	38
FB1	Standartizace SIMATIC	LAD	168
FB2	Destandartizace SIMATIC	LAD	166
FB3	Standartizace FESTO	STL	112
FB10	Nacteni IN/OUT	STL	1374
FB11	Pulzy	STL	86
FC1	PolohaNaProcenta	STL	96
FC2	ProcentaNaPolohu	STL	96
DB1	data standartizace	DB	60
DB2	data destandartizace	DB	60
DB3	data prohozeni bytu Fest	DB	64
DB10	data nacteni IN/OUT	DB	114
DB11	data pulzy	DB	38
Proměnné	Proměnné		---
SFC14	DPRD_DAT	STL	---
SFC15	DPWR_DAT	STL	---

Na obrázku vidíme použité operátorské bloky a funkce s jejich datovými bloky, které mají stejné číslování jako funkční bloky, které do nich ukládají data. Veškeré programové kódy v těchto blocích budu součástí přílohy. V práci bude podrobně popsán funkční blok FB10, který je stěžejní pro činnost programu.

7.1 ZPRACOVÁNÍ ANALOGOVÝCH DAT

Abychom mohli pracovat s naměřenými hodnotami, neboli s procesními hodnotami musíme je převést na inženýrské jednotky. Analogový výstup je vyjádřen jako číslo s pevnorádovou čárkou v dvojkovém doplňku. Oba dva použité analogové moduly mají rozlišovací schopnost 12 bitu. Přesnost rozlišení měřených hodnot na počet

bitů je uveden v příloze (pouze static, Festo používá k vyjádření měření větší rozsah).

Hodnoty získané z analogového modulu DŘSF jsou uloženy v Little endian architektuře. (Tuto architekturu zavedla firma Intel) Tato data je třeba před jejich použitím převést na Big endian vyjádření, kterému již PLC Simatic rozumí. Převedení a reprezentaci dat ukazuje obrázek.

Ještě zde vzniká problém s rozdílným vyjádřením 4 - 20 mA hodnoty. Pro zjednodušení se budeme zabývat pouze unipolární rozsahem, který používáme u PLC a Festa. Naměřených 20mA vyjádříme:

- U PLC 27 648 dec což je 110 1100 0000 0000 bin
- Zbytek bitů je použit pro diagnostiku měřené veličiny. Např, pro překročení rozsahu (vstup>20 mA)
- U Festa 32 767 dec což je 111 1111 1111 1111 bin
- Nezbyvají žádné bity na diagnostiku.

Jelikož Festo využívá jiný rozsah pro měřenou veličinu, musíme se tomuto faktu přizpůsobit při procesu standardizace $K2 = 32\,767$. Získaná data z analogového modulu, který je připojen S7-300 jsou uložena v architektuře Big Indian, s kterou Simatic S7-300 běžně pracuje a proto na ně můžeme ihned aplikovat proces standardizace s $K2 = 27\,648$

Proces standardizace uděláme pomocí rovnice

$$y = \frac{(MAX - MIN) \cdot (x - K1)}{(K2 - K1)} + MIN$$

Kde:

- MAX horní hodnota standardizace
- MIN dolní hodnota standardizace
- K1 nejnižší rozsah měření
- K2 nejvyšší rozsah měření
- x vstup naměřené hodnoty

Máme dvě možnosti vyjádření měřené veličiny, unipolární a bipolární.

- Unipolární pracuje s kladnými hodnotami (4 – 20mA) naměřeného proudu a tedy v intervalu
- <0 – 27 648> tedy K1 =0, K2 = 27 648 u S7-300
- <0 – 32 767> tedy K1 =0, K2 = 27 648 u Festa.
- Tento způsob je využit v mé práci.

Vzorec upravený pro použití s unipolární vstupní veličinou

$$y = \frac{(\text{MAX} - \text{MIN}) \cdot x}{K2} + \text{MIN}$$

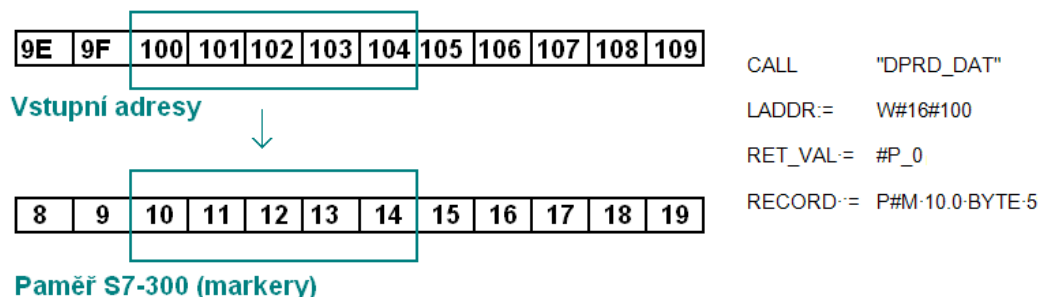
Obdobným a však obráceným způsobem lze provést proces destandartizace. V programu čisticí stanice je tato funkce také naprogramována.

7.2 FUNKCE SFC14 A SFC 15

Pro konzistentní výměnu uživatelských dat během cyklické operace nabízí Simatic systémové funkce SFC 14 SFC 15. Tyto funkce používáme k adresaci vstupů a výstupů zařízení, která jsou připojena na síti PROFIBUS k S7-300 a jejíž adresace je větší než 2 byty. Tyto funkce je pak nutné použít k vyčtení a zapsání informací na dané adresy.

7.2.1 SFC14

slouží ke čtení

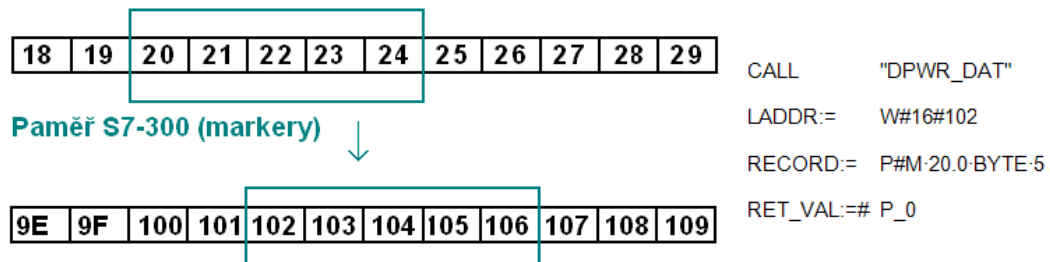


Obrázek 51 SFC 14

- CALL Volání funkce SFC 14.
- LADDR:= Hexadecimální nastavení vstupní adresy ze které budeme data číst.
- RET_VAL = Dočasná proměna v datovém typu Integer.
- RECORD := Nastavení počáteční adresy markeru v paměti S7-300. Další číslo nám říká kolik vstupních adres se od zadané vstupní adresy zapíše do paměti S7-300
- V tomto případě se jedná o 5 adres a to znamená, že se vyčtou data ze vstupních adres 100 – 104 hex a uloží se na paměťové místo 10 – 14 v paměti S7-300, kde je dále můžeme zpracovat pomocí markeru. Tyto parametry zadáváme decimálně. Viz zdrojový program.

7.2.2 SFC15

slouží k zápisu



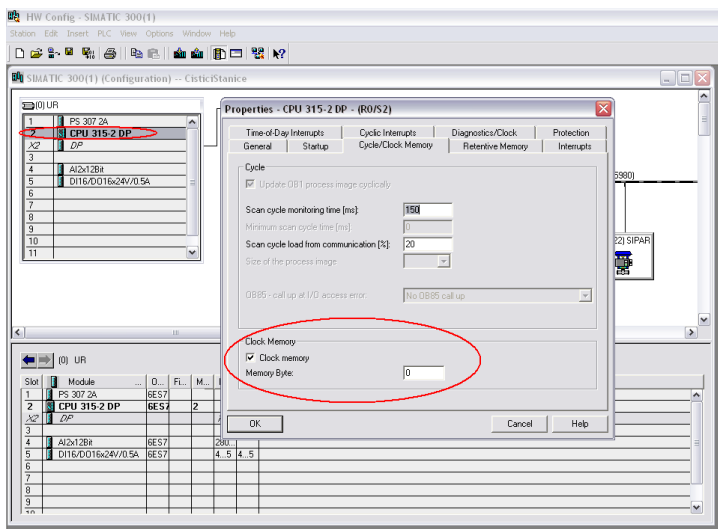
Výstupní adresy

Obrázek 52 SFC 15

- CALL Volání funkce SFC 15.
- LADDR:= Hexadecimální nastavení výstupní adresy do které budeme zapisovat data.
- RECORD := Nastavení počáteční adresy markeru v paměti S7-300. Další číslo nám říká kolik adres v paměti S7-300 se zapíše do zadané vstupní adresy. Tyto parametry zadáváme decimálně.
- V tomto případě se jedná o 5 adres, to znamená, že se vyčtou data z adres 20 – 24 v markeru a uloží se na adresy výstupu 102 – 106 hex.
- RET_VAL = Dočasná proměna v datovém typu Integer.

7.3 GENEROVÁNÍ PULZŮ

Hodinové pulzy jsou potřebné v operátorském panelu, kde jsou časové změny bitů využity k vyvolání různých funkcí. Generování pulzu v S7-300 můžeme udělat jednoduše v CPU. V záložce Cycle/Clock Memory si zatrhneme Clock memory a vyplníme adresu markeru, do kterého budeme ukládat vygenerované hodnoty.



Obrázek 53 Nastavení generátoru pulzů

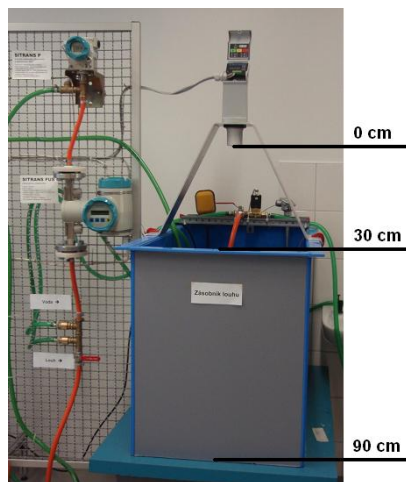
Tabulka 16 Výstupy generátoru pulzů

Clock Memory Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Frequency (Hz)	0.5	0.62	1	1.25	2	2.5	5	10
Period (s)	2	1.6	1	0.8	0.5	0.4	0.2	0.1

V tabulce vidíme, s jakou frekvencí se nám budou měnit bity v závislosti na své pozici.

7.4 VÝPOČET OBJEMU LOUHU V ZÁSObNÍKU

Nejprve se musí získaná data podrobit procesu standardizace. Ultrazvukový hladinoměr nám zasílá data o výšce hladiny. Když nebude v zásobníku přítomný loup, hladinoměr naměří 90 cm. Když bude zásobník plný, hladinoměr naměří údaj 30 cm viz obrázek.



Obrázek 54 Zásobník louhu

Pro převod na aktuální výšku hladiny použijeme vzorec

$$y = 90 - x$$

Protože nádrž má tvar kvádrů, získá se objem louhu v nádrži jednoduchým matematickým výpočtem.

7.5 PROCENTUÁLNÍ VYJÁDŘENÍ POLOHY REGULAČNÍHO VENTILU

Abychom lépe vyhodnotili stav regulačního ventilu, převádím informaci o poloze na procentuální vyjádření (0-100%). Kde 0% znamená zavření ventilu a 100% plné otevření ventilu.

7.5.1 Převod přijatých dat

Nejprve musíme data vyčíst pomocí funkce SFC14 a poté informaci o poloze převést na procentuální vyjádření.

$$y = \frac{100 \cdot (x - \text{MIN})}{(\text{MAX} - \text{MIN})}$$

Kde:

- MAX horní hodnota polohy regulačního ventilu
- MIN dolní hodnota polohy regulačního ventilu
- x vstup naměřené hodnoty

7.5.2 Převod odesílaných dat

Polohu regulačního ventilu lze také nastavovat. Nastavení provádíme procentuálně, ale před odesláním těchto dat regulačnímu ventilu se musí provést jejich převedení z procent na periferní hodnotu. Odeslání dat provedeme pomocí funkce SFC 15.

$$y = \frac{(\text{MAX} - \text{MIN}) \cdot x}{100}$$

7.6 VEŠKERÉ ZPRACOVANÉ VSTUPY A VYSTUPY

Pro testování čtení a zápisů dat z procesní automatizace byla použita tabulka (VAT), u zpracovaných hodnot jsou vyjádřeny jejich adresové rozsahy a formát, ve kterém jsou kódovány. Veškeré zpracované údaje jsou uloženy pomocí struktur v datovém bloku DB10, ze/do kterého vyčítáme a zapisujeme data v operátorském panelu. Tento blok tudíž tvoří datový interface mezi PLC a vizualizačním ovládacím systémem HMI.

Tabulka 17 Tabulka zpracovaných vstupů a výstupů

	Address	Symbol	Display format
1		// Hladinoměr	
2	DB10.DBD 0	"data nacteni IN/OUT".Hladinomer.Hladina	FLOATING_POINT
3	DB10.DBD 4	"data nacteni IN/OUT".Hladinomer.Objem	FLOATING_POINT
4		// Tlakomer	
5	DB10.DBD 8	"data nacteni IN/OUT".Tlakomer.Tlak_Bar	FLOATING_POINT
6	DB10.DBD 12	"data nacteni IN/OUT".Tlakomer.Tlak_Atrn	FLOATING_POINT
7	DB10.DBD 16	"data nacteni IN/OUT".Tlakomer.Tlak_kPa	FLOATING_POINT
8	DB10.DBB 20	"data nacteni IN/OUT".Tlakomer.Tlak_Stav	BIN
9	DB10.DBD 22	"data nacteni IN/OUT".Tlakomer.Counterr	FLOATING_POINT
10	DB10.DBB 26	"data nacteni IN/OUT".Tlakomer.Counterr_Stav	HEX
11	DB10.DBB 27	"data nacteni IN/OUT".Tlakomer.OUT_Reset	BIN
12	DB10.DBB 28	"data nacteni IN/OUT".Tlakomer.OUT_Nastaveni	BIN
13		// Ultrazvukový Průtokoměr	
14	DB10.DBD 30	"data nacteni IN/OUT".U_Prutokomer.Prutok	FLOATING_POINT
15	DB10.DBB 34	"data nacteni IN/OUT".U_Prutokomer.Prutok_Stav	BIN
16	DB10.DBD 36	"data nacteni IN/OUT".U_Prutokomer.Objem	FLOATING_POINT
17	DB10.DBB 40	"data nacteni IN/OUT".U_Prutokomer.Objem_Stav	BIN
18	DB10.DBD 42	"data nacteni IN/OUT".U_Prutokomer.Teplota	FLOATING_POINT
19	DB10.DBB 46	"data nacteni IN/OUT".U_Prutokomer.Teplota_Stav	BIN
20	DB10.DBB 47	"data nacteni IN/OUT".U_Prutokomer.OUT_Reset	BIN
21		// Elektropneumatický ventil	
22	DB10.DBD 48	"data nacteni IN/OUT".EP_Regulator.Poloha_Procenta	FLOATING_POINT
23	DB10.DBB 52	"data nacteni IN/OUT".EP_Regulator.Poloha_Stav	HEX
24	DB10.DBB 53	"data nacteni IN/OUT".EP_Regulator.DPoloha	DEC
25	DB10.DBB 54	"data nacteni IN/OUT".EP_Regulator.DPoloha_Stav	HEX
26	DB10.DBB 55	"data nacteni IN/OUT".EP_Regulator.Stav0	BIN
27	DB10.DBB 56	"data nacteni IN/OUT".EP_Regulator.Stav1	BIN
28	DB10.DBB 57	"data nacteni IN/OUT".EP_Regulator.Stav2	BIN
29	DB10.DBD 58	"data nacteni IN/OUT".EP_Regulator.OUT_Poloha_Procenta	FLOATING_POINT
30	DB10.DBB 62	"data nacteni IN/OUT".EP_Regulator.OUT_Nastaveni	HEX
31		// Indukční Průtokoměr	
32	DB10.DBD 70		FLOATING_POINT
33		// Teploměr	
34	DB10.DBD 74		FLOATING_POINT
35		// Festo digitální výstupy	
36	DB10.DBX 64.0	"data nacteni IN/OUT".Festo.D_Modul.OUT_VentilVoda1	BOOL
37	DB10.DBX 64.1	"data nacteni IN/OUT".Festo.D_Modul.OUT_VentilVoda2	BOOL
38	DB10.DBX 64.2	"data nacteni IN/OUT".Festo.D_Modul.OUT_Cerpadlo	BOOL
39	DB10.DBX 64.3	"data nacteni IN/OUT".Festo.D_Modul.OUT_3	BOOL
40	DB10.DBX 64.4	"data nacteni IN/OUT".Festo.D_Modul.OUT_4	BOOL
41	DB10.DBX 64.5	"data nacteni IN/OUT".Festo.D_Modul.OUT_5	BOOL
42	DB10.DBX 64.6	"data nacteni IN/OUT".Festo.D_Modul.OUT_6	BOOL
43	DB10.DBX 64.7	"data nacteni IN/OUT".Festo.D_Modul.OUT_7	BOOL
44		// Festo digitální vstupy	
45	DB10.DBX 65.0	"data nacteni IN/OUT".Festo.D_Modul.IN_CerpadloOFF	BOOL
46	DB10.DBX 65.1	"data nacteni IN/OUT".Festo.D_Modul.IN_CerpadloON	BOOL
47	DB10.DBX 65.2	"data nacteni IN/OUT".Festo.D_Modul.IN_U_PrutokomerD1	BOOL
48	DB10.DBX 65.3	"data nacteni IN/OUT".Festo.D_Modul.IN_1_PrutokomerD1	BOOL
49	DB10.DBX 65.4	"data nacteni IN/OUT".Festo.D_Modul.IN_1_PrutokomerD2	BOOL
50	DB10.DBX 65.5	"data nacteni IN/OUT".Festo.D_Modul.IN_5	BOOL
51	DB10.DBX 65.6	"data nacteni IN/OUT".Festo.D_Modul.IN_6	BOOL
52	DB10.DBX 65.7	"data nacteni IN/OUT".Festo.D_Modul.IN_7	BOOL
53		// Festo ventily	
54	DB10.DBX 66.0	"data nacteni IN/OUT".Festo.Ventily.Monostabilni	BOOL
55	DB10.DBX 66.1	"data nacteni IN/OUT".Festo.Ventily.Impulsni1	BOOL
56	DB10.DBX 66.2	"data nacteni IN/OUT".Festo.Ventily.Impulsni2	BOOL
57		// Festo diagnostika	
58	DB10.DBB 68	"data nacteni IN/OUT".Festo.Diagnostika	BIN

8. VIZUALIZACE A OVLÁDÁNÍ

K vytvoření vizualizace a ovládání byl použit program WinCC 2007. Fyzicky bude implementován v operátorském panelu (dále je OP)

8.1 ZÁKLADNÍ NASTAVENÍ

8.1.1 Archivace

Byla vytvořena archivace pro data, která jsou nazvána archivace procesních hodnot a archivace alarmu. U nich jsou zvoleny cesty jejich uložení a maximální možné velikosti. Dále je zvolena možnost, že nejstarší zaznamenaná data budou postupně přepisovaná aktuálními daty. O využití archivace se budu v průběhu práce několikrát zmiňovat.

8.1.2 Tagy

Zde jsou nadefinovány proměnné vstupů a výstupů. Jedná se o dva druhy definic, první odkazuje vstupy a výstupy přímo na datový blok DB10. U druhé definice jsou vytvořena její vlastní data, která interně používá při zpracování programu ve WinCC. Dále je u dat nastavena jejich archivace a čas aktualizace hodnot. Archivace bude později použita pro reporty. Lze i nastavit cyklické aktualizace, toto nastavení je pro případ, kdy je třeba neustále aktualizovat, tag který není použit na aktivní obrazovce. Dlouho byl tento problém řešen, neboť nastavení doby aktualizace platí jen pro tag, který je na aktivní obrazovce. Když jsme na jiné obrazovce, kde tag není použit, tak se tag neaktualizuje, přesto že už by měl být např. podle datového bloku na který je tag napojen v jiné hodnotě, je stále v té kterou vyčetl naposledy, když byl tak v aktivní obrazovce. Jsou dva druhy cyklických aktualizací:

- *Cyclic on use* je defaultně nastavena a aktualizuje pouze tag, který je použit na aktuální obrazovce.
- *Cyclic continuous* bude aktualizovat tag neustále bez ohledu na to, zda je použit na aktuální obrazovce.

8.1.3 Alarmy

U nastavení alarmu je nejprve vytvořena třída alarmu, v níž jsou vytvořeny různé úrovně alarmů (varování, sytém, chyba, diagnostika). Podle toho jestli alarm byl potvrzen, nebo jestli jeho příznak již zanikl, jsou barevně pro jednotlivé stupně

alarmů rozlišeny. Dále jsou nastaveny archivace těchto alarmů pro budoucí report. Rozlišujeme dva druhy alarmu:

- Analogový: Zde je nastavena třída alarmu u kontrolovaných hodnot. Dále je zde nastaven limit, po jehož překročení se vygeneruje alarm. U limitu se musí upřesnit, zdali se jedná o horní nebo dolní limit.
- Digitální: U digitálního alarmu lze jako tag pouze použít datový typ integer. Po načtení data v tomto datovém typu můžeme vybrat konkrétní bit, který podle své hodnoty bude nastavovat alarm. Složení načteného údaje je vytvářeno pomocí Visual basic skriptů, které jsou ve WinCC podporovány, viz příloha.

ALARM CLASSES								
Name	Display name	Acknowledgen...	Log	E-mail address	E-color	ED-color	EA-color	EDA-color
Warnings	Varování	Off	Data_Alarm		Yellow	Yellow		
System	System	Off	Data_Alarm		Green	Green		
Errors	Chyba	On "Activated"	Data_Alarm		Red	Red		
Diagnostic Events	Diagnostika	Off	Data_Alarm		White	White		

ANALOG ALARMS						
Text	Number	Class	Trigger Tag	Limit	Trigger mode	
V nízké dochází louh	1	Warnings	P_Nadiz Nadina	15	On falling edge	
V nízké je minimum louhu	2	Errors	P_Nadiz Nadina	5	On falling edge	
Zvýšená venkovní teplota	3	Warnings	P_Yenkovni Teplota	50	On rising edge	

DISCRETE ALARMS				
Text	Class	Trigger Tag	Trigger bit	Limit
<středit Text_kit_Přik_Louh>	Warnings	V_DobahloAlarm Vstup a vystup	1	Přikoi louhu
<středit Text_kit_Přik_Voda>	Warnings	V_DobahloAlarm Vstup a vystup	0	Přikoi vody
<středit Text_kit_Vylok_Louh>	Warnings	V_DobahloAlarm Vstup a vystup	3	Vylok louhu
<středit Text_kit_Vylok_Voda>	Warnings	V_DobahloAlarm Vstup a vystup	2	Vylok vody
Překročen dolní limit pro Objem	Warnings	V_DobahloAlarm.Limity	4	0 l
Překročen dolní limit pro průtok	Warnings	V_DobahloAlarm.Limity	2	0 l/min
Překročen dolní limit pro teplotu kapaliny	Warnings	V_DobahloAlarm.Limity	6	10 °C
Překročen dolní limit pro Tlak	Warnings	V_DobahloAlarm.Limity	0	0,5 Bar
Překročen horní limit pro průtok	Warnings	V_DobahloAlarm.Limity	3	20 l/min
Překročen horní limit pro Objem	Warnings	V_DobahloAlarm.Limity	5	1000000 l
Překročen horní limit pro teplotu kapaliny	Warnings	V_DobahloAlarm.Limity	7	50 °C
Překročen horní limit pro Tlak	Warnings	V_DobahloAlarm.Limity	1	16 Bar

Obrázek 55 Nastavení alarmů

Report alarmu se ukládá do datového formátu, který používá tabulkový procesor Microsoft Excel a tak není problém data dále zpracovat. O stavu alarmů nás rovněž informuje obrazovka alarmů, která je v rámci práce vytvořena. Pokud nastane alarm ve třídě error je na to operátor upozorněn rozsvícením tlačítka ACK na operátorském panelu, které musí stiskem potvrdit, že si je nastalé chyby vědom (kvitování) K erroru v našem případě dojde při hladině louhu nižší než 5 cm. V tomto případě hrozí zadření čerpadla.

Tabulka 18 Archivované alarmy

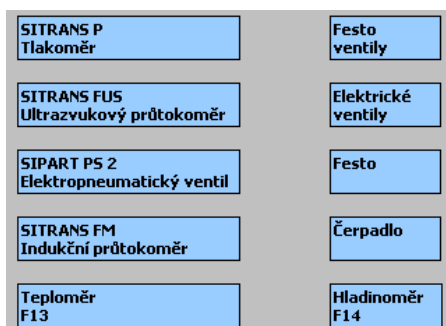
TimeString	MsgText
4.5.2009 16:04	Prekročen dolní limit pro prtok
4.5.2009 16:04	Prekročen horní limit pro prtok
4.5.2009 16:04	Prekročen dolní limit pro prtok
4.5.2009 16:04	Prekročen horní limit pro prtok
4.5.2009 16:04	Prítok pro louh otevren
4.5.2009 16:04	Výtok pro louh otevren
4.5.2009 16:04	Výtok pro vodu zavren
4.5.2009 16:04	Prekročen dolní limit pro prtok
4.5.2009 16:04	Prekročen horní limit pro prtok
4.5.2009 16:04	Prítok pro vodu otevren
4.5.2009 16:04	Prítok pro louh zavren
4.5.2009 16:04	Prekročen dolní limit pro prtok
4.5.2009 16:04	Prekročen horní limit pro prtok
4.5.2009 16:04	Výtok pro vodu otevren
4.5.2009 16:04	Výtok pro louh zavren
4.5.2009 16:04	Prítok pro vodu zavren
4.5.2009 16:04	Prekročen dolní limit pro prtok
4.5.2009 16:04	Prekročen horní limit pro prtok
4.5.2009 16:04	Prekročen dolní limit pro prtok
4.5.2009 16:04	Prekročen horní limit pro prtok
4.5.2009 16:04	Prítok pro vodu otevren
4.5.2009 16:04	Výtok pro vodu otevren
4.5.2009 16:04	Výtok pro vodu otevren
4.5.2009 16:05	Prítok pro vodu zavren
4.5.2009 16:05	Prekročen dolní limit pro prtok
4.5.2009 16:05	Prekročen horní limit pro prtok

8.1.4 Text list

Textové seznamy jsou využity pro texty, které mají být zobrazeny závisle na hodnotě proměnné. Nejdříve je zadán do prvního volného řádku název nového textového seznamu. Poté jsou zvoleny rozsahy hodnot proměnné, pro které mají být texty definovány.

8.2 MOŽNOSTI KONFIGURACE ZAŘÍZENÍ PŘES OP

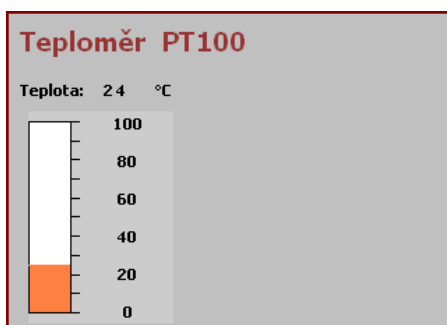
Obrazovka výběru jednotlivých zařízení, která jsou připojena na S7-300.



Obrázek 56 Obrazovka stavů

8.2.1 Teploměr

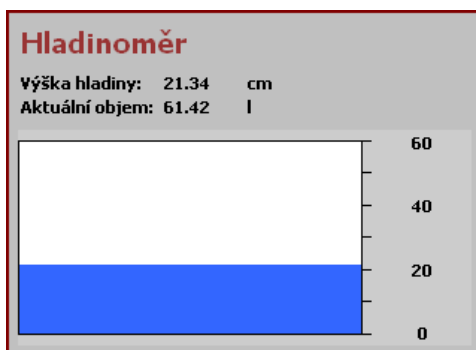
Na této obrazovce zobrazujeme údaj o venkovní teplotě, který je získán z analogového modulu připojeného na S7-300. Teplota je měřena teploměrem PT100. Pro lepší znázornění teploty je vybrán sloupec, který nám ukazuje teplotu v intervalu 0 – 100°C.



Obrázek 57 Obrazovka teploměru

8.2.2 Hladinoměr

Opět zde zobrazujeme hodnoty, které jsou získány úpravou naměřených hodnot z hladinoměru. Jedná se o numerické a grafické znázornění hladiny louhu v zásobníku. A dále jeho aktuálního objemu.



Obrázek 58 Obrazovka hladinoměru

8.2.3 Indukční průtokoměr

Jedná se o hodnotu výtoku odpadní vody do kanalizace. Hodnotu jsme získali z indukčního průtokoměru. Indukční průtokoměr ještě nabízí možnosti alarmů a diagnostiky pomocí digitálních výstupů, které jsou v programu S7-300 také zpracovány.



Obrázek 59 Obrazovka indukčního průtokoměru

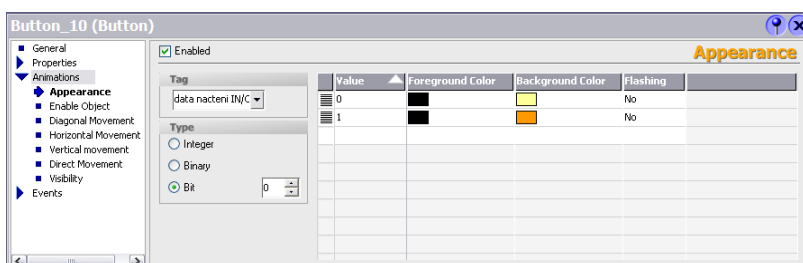
8.2.4 DŘSF diagnostika

Jedná se o zpracování stavové diagnostiky DŘSF, která je v jednom bytu. Byla zpracována podle dokumentace k DŘSF viz. uzel sítě FB13.



Obrázek 60 Obrazovka diagnostiky uzlu FB13

Když dojde k chybě, rozsvítí se kontrolka dané chyby oranžově. Jednotlivé kontrolky jsou nastaveny na konkrétní bit dané chyby. Pokud je bit v log 0 je zařízení bez poruchy jestliže se bit změní do log 1, jedná se o chybu.

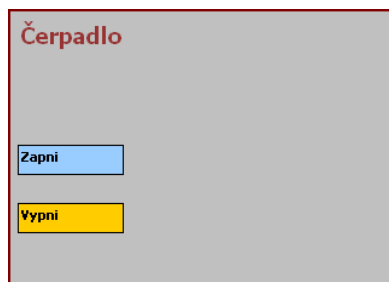


Obrázek 61 Nastavení upozornění na změnu stavu

8.2.5 Čerpadlo

Postraními funkčními klávesami na OP si volíme mezi vypnutím a zapnutím čerpadla. Jelikož je čerpadlo spínáno přes stykač, který má možnost zpětného

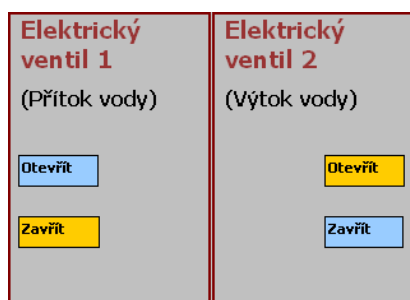
hlášení, je v práci využito k v indikaci zapnutí a vypnutí čerpadla. Pokud si zvolíme možnost vypnutí a stykač skutečně odepne napájení od čerpadla, tak se nám vybraná volba v pozadí změní do žluté barvy.



Obrázek 62 Obrazovka čerpadla

8.2.6 Elektrické ventily

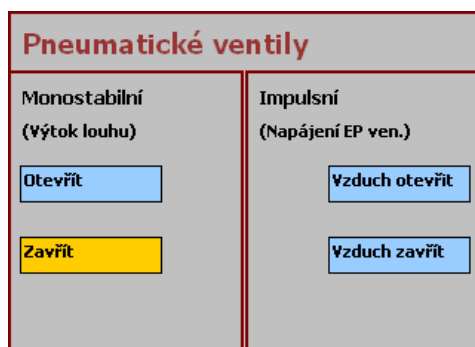
Jsou připojeny na digitální modul DŘSF. Postraními funkčními klávesami rozhodujeme o stavu jednotlivých ventilů. Abychom věděli, v jakém stavu se elektrické ventily nachází, je jejich aktuální stav vyznačen žlutou barvou.



Obrázek 63 Obrazovka el. ventilů

8.2.7 Pneumatické ventilové rozvaděče

Jak už bylo dříve zmíněno, jedná se o dva druhy ventilových rozvaděčů monostabilní a impulsní. U monostabilního zvolíme jeho otevření nebo zavření a tím rozhodneme, zda pneumatický ventil otevře nebo zavře výtok louhu do zásobníku. Impulsní rozvaděč napájí vzduchem regulační ventil. Například při stisku funkční klávesy „otevření vzduchu“ se sepne cívka pro otevření vzduchu a po zpuštění tlačítka se opět rozepne. Ale jelikož se jedná o ventil impulsní, tak v tomto stavu zůstane. Před zpuštěním vizualizace programově zinicilizujeme impulsní rozvaděč, tak aby byl v otevřeném stavu.



Obrázek 64 Obrazovka pneumatických rozvaděčů

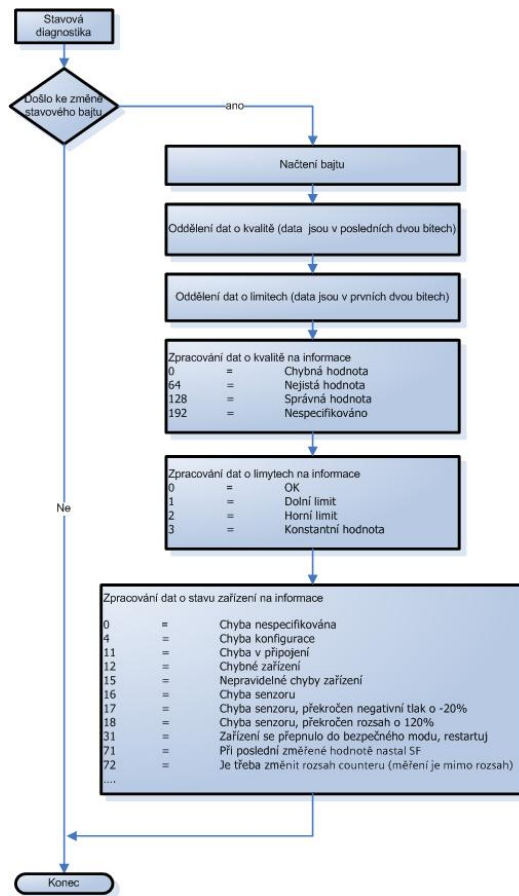
8.2.8 Tlakoměr

Informace o tlakoměru jsou znázorněny na čtyřech obrazovkách

Naměřený tlak v hlavním potrubí je v S7-300 přepočten na tři možné veličiny pro lepší orientaci. Ve spodní části obrazovky jsou zpracované stavové data podle dokumentace k tlakoměru. Zpracování probíhá v několika skriptech, neboť stavové informace jsou součástí jednoho bytu. Zobrazujeme tu tři druhy informací:

- Kvalita naměřené hodnoty
- Upozornění na překročení limitů, které jsme si nastavili v menu připojeného přístroje
- Stav zařízení

Zpracování v poslední fázi probíhá pomocí text listu, kde jsou vyčteným informacím přiděleny názvy. Složení dat o kvalitě a limitech je u většiny používaných zařízení téměř identické, ale složení stavů je velmi rozdílné a tak u každého zařízení je potřeba změnit zpracování dat o stavu zařízení podle jeho dokumentace. Viz. Příloha. Vývojový diagram zpracování informací pro tlakoměr.

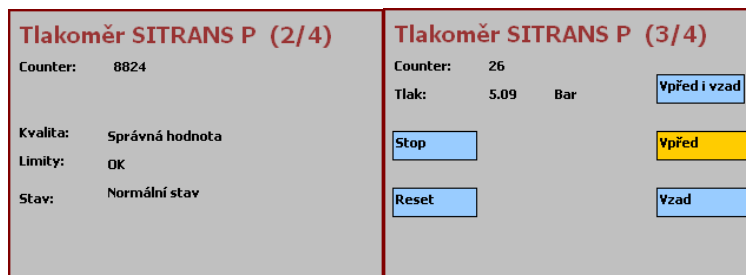


Obrázek 65 Vývojový diagram zpracování diagnostiky

Tlakoměr SITRANS P (1/4)		
Tlak:	5.16	Bar
	5.09	Atm
	515.48	kPa
Kvalita:	Správná hodnota	
Limity:	OK	
Stav:	Normální stav	

Obrázek 66 Obrazovka tlakoměru

Jedná se o podobnou obrazovku, jako byla předchozí.



Poslední obrazovka nám ukazuje nezpracovaná data, která jsou přijata a odeslána přes DB10 S7-300. Jedná se stavová data a údaje o tlaku. Dále je zobrazen byte, pomocí kterého je řízen směr čítání tlaku a byte pro nastavení resetu. Tato obrazovka slouží například servisnímu technikovi při stanovení závady zařízení, kterou není schopna automatická diagnostika popsat.

Tlakoměr SITRANS P (4/4)	
Tlak:	5.10
Status:	10000000
Counter:	204.97
Status:	10000000
Reset counter:	00000000
Operační mód:	00000001

Obrázek 67 Obrazovka tlakoměru – nezpracovaná data

8.2.9 Ultrazvukový průtokoměr

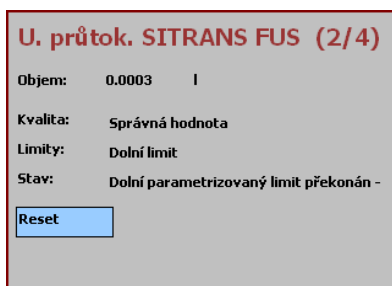
Jedná se o podobnou skladbu obrazovek jako u tlakoměru. V první obrazovce je zobrazen údaj o průtoku v jednotkách l za minutu. Ve spodní části je diagnostika tohoto měření.



U. průtok. SITRANS FUS (1/4)	
Průtok:	0.010 l/min
Kvalita:	Správná hodnota
Limity:	OK
Stav:	Normální stav

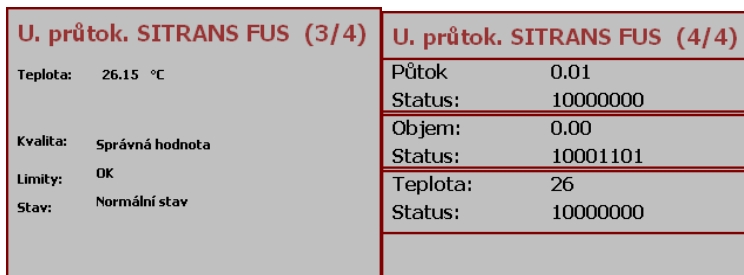
Obrázek 68 Obrazovka ultrazvukového průtokoměru

Obrazovka nás informuje o objemovém průtoku kapaliny v hlavním potrubí v obou směrech. Tlačítkem reset lze aktuální naměřený objem vynulovat a začít čítání od začátku.



Obrázek 69 Obrazovka ultrazvukového průtokoměru

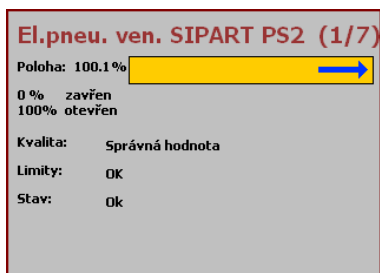
Ultrazvukový průtokoměr měří mocí integrovaného teploměru PT100 teplotu kapaliny. Pomocí teploty lze zjistit druh kapaliny, neboť louh uchovaný v nádrži má větší stupeň teploty, než voda z vodovodního řádu.



Obrázek 70 Obrazovka ultrazvukového průtokoměru

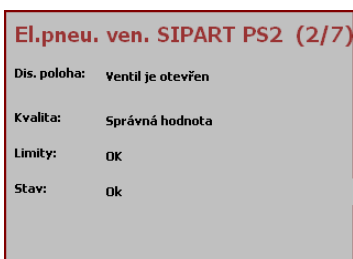
8.2.10 Elektropneumatický regulační ventil

První obrazovka nás graficky informuje o procentuálním otevření regulačního ventilu.



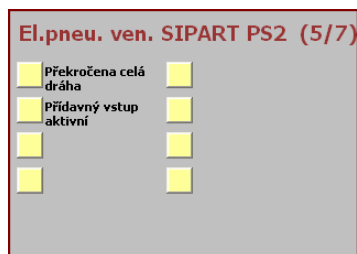
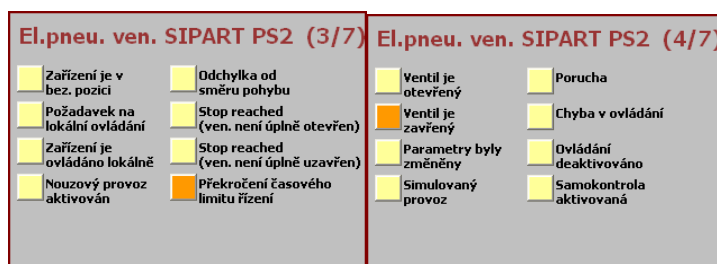
Obrázek 71 Obrazovka regulačního ventilu

Ve druhé obrazovce je zobrazen údaj o diskrétní poloze regulačního ventilu, diskrétní hodnota polohy ventilu nás informuje asi je ventil otevřen, zavřen, nebo jestli je v přechodném stavu.



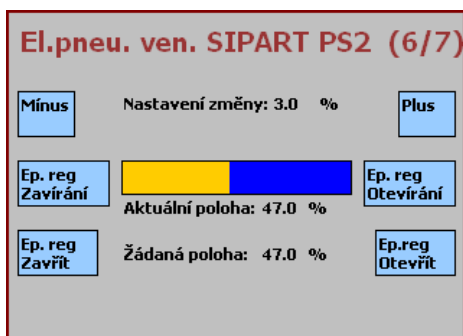
Obrázek 72 Obrazovka regulačního ventilu

Třetí až pátá obrazovka nabízí diagnostiku ventilu, diagnostika je podle dokumentace uložena na třech bytech a z toho každému bitu náleží konkrétní stav. Jedná se tedy o podobný případ jako u diagnostiky DŘSF.



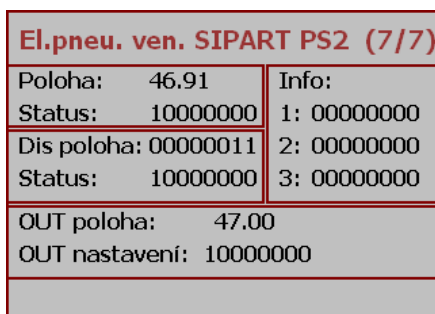
Obrázek 73 Obrazovka regulačního ventilu

V předposlední obrazovce máme pomocí funkčních kláves možnost nastavení polohy regulačního ventilu. Klávesami plus a mínus si nastavujeme krok regulace, který je dále zpracován ve skriptu. Po nastavení kroku regulace si můžeme klávesami zavírání a otevírání postupně po nastaveném kroku otevírat nebo zavírat ventil. Polohu, kterou od regulačního ventilu žádáme, je zobrazena v žádané poloze. Pokud je ventil dostatečně pneumaticky napájen, tak je během 1-3 sekund schopný vyregulovat svou polohu na žádanou hodnotu. Klávesy pro otevření a zavření ventilu, ventil plně otevřou nebo zavřou.



Obrázek 74 Obrazovka regulačního ventilu

V poslední obrazovce jsou veškerá data, která zpracováváme pro regulační ventil, viz dokumentace. Důležité je mít byte „OUT nastavení“ v hodnotě 80 hex. Jinak není možné regulátor nastavit, neboť informace o žádané poloze regulačního ventilu ignoruje.



El.pneu. ven. SIPART PS2 (7/7)

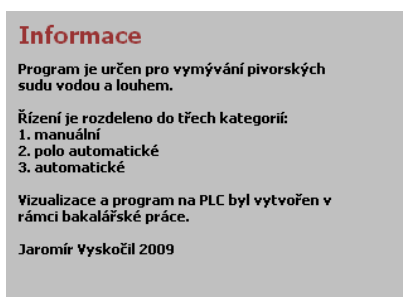
Poloha: 46.91	Info:
Status: 10000000	1: 00000000
Dis poloha: 00000011	2: 00000000
Status: 10000000	3: 00000000
OUT poloha: 47.00	
OUT nastavení: 10000000	

Obrázek 75 Obrazovka regulačního ventilu

8.3 INFORMAČNÍ OBRAZOVKY

8.3.1 Informace o projektu

Je zde napsán účel, proč byl vytvořen model čistící stanice a jaké režimy obsluhy nabízí.



Informace

Program je určen pro vymývání pivovarských sudů vodou a louhem.

Řízení je rozděleno do třech kategorií:

1. manuální
2. polo automatické
3. automatické

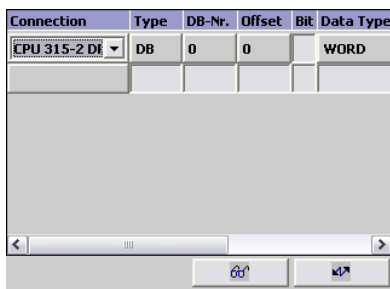
Vizualizace a program na PLC byl vytvořen v rámci bakalářské práce.

Jaromír Vyskočil 2009

Obrázek 76 Informační obrazovka

8.3.2 Komunikace

Při vyvolání této obrazovky je možné zjistit stav komunikace s PLC.



Obrázek 77 Obrazovka komunikace

8.3.3 Alarmy

Ukázky možných druhů alarmu. Závažné chyby je potřeba potvrdit kvitovacím tlačítkem ACK. Jelikož data alarmů ukládám do paměti, je možné listovat historií alarmů.

Time	Date	Status	Text	Time	Date	Sta...	Text
V... 1:09:33 PM	5/22/2009	C	V nádrži dochází lou	Varování 1:14:59 PM	5/22/2009	(C/D)	Přítok pro vodu zavře
C... 1:09:33 PM	5/22/2009	C	V nádrži je minimum	Varování 1:14:55 PM	5/22/2009	(C/D)	Výtok pro louh zavře
V... 1:09:32 PM	5/22/2009	C	Výtok pro vodu ote	Varování 1:14:55 PM	5/22/2009	C	Výtok pro vodu otevř
V... 1:09:32 PM	5/22/2009	(C/D)	V nádrži dochází lou	Varování 1:14:44 PM	5/22/2009	(C/D)	Výtok pro vodu zavře
C... 1:09:32 PM	5/22/2009	(C/D)	V nádrži je minimum	Varování 1:14:43 PM	5/22/2009	C	Výtok pro louh otevř
V... 1:09:31 PM	5/22/2009	(C/D)	Výtok pro vodu ote	Varování 1:14:40 PM	5/22/2009	(C/D)	Přítok pro louh zavře
V... 1:09:31 PM	5/22/2009	C	V nádrži dochází lou	Varování 1:14:40 PM	5/22/2009	C	Přítok pro vodu otevř
C... 1:09:31 PM	5/22/2009	C	V nádrži je minimum	Varování 1:14:11 PM	5/22/2009	C	Přítok pro louh otevř
V... 1:09:29 PM	5/22/2009	(C/D)	V nádrži dochází lou	Varování 1:13:57 PM	5/22/2009	(C/D)	Přítok pro vodu zavře
C... 1:09:29 PM	5/22/2009	(C/D)	V nádrži je minimum	Varování 1:13:43 PM	5/22/2009	(C/D)	Přítok pro louh zavře
C... 1:09:24 PM	5/22/2009	C	V nádrži je minimum	Varování 1:13:43 PM	5/22/2009	C	Přítok pro vodu otevř
C... 1:09:23 PM	5/22/2009	(C/D)	V nádrži je minimum	Varování 1:13:39 PM	5/22/2009	C	Výtok pro vodu otevř
V... 1:09:22 PM	5/22/2009	C	Přítok pro louh otev	Varování 1:13:38 PM	5/22/2009	(C/D)	Výtok pro vodu otevř
V... 1:09:22 PM	5/22/2009	C	V nádrži dochází lou	Varování 1:13:38 PM	5/22/2009	C	Přítok pro louh zavře

Obrázek 78 Obrazovka alarmů

8.3.4 Uživatelé

Jsou vytvořeny dvě skupiny uživatelů. Jedni mají právo operátora a druzí právo administrátora. Operátor má pouze možnost se přihlásit do uživatelského menu. Administrátor přihlášením získá přístup do uživatelského i administrátorského menu.



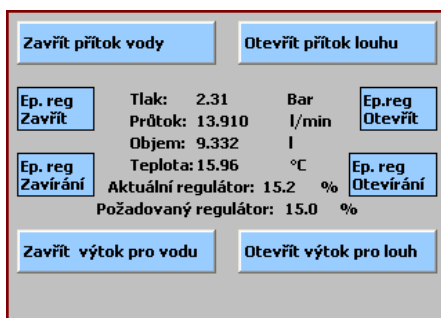
Obrázek 79 Obrazovky Uživatelského a Administrátorského menu

Přihlásit se uživatel může pomocí klávesy LogOn, nebo tím, že bude chtít spustit automatický režim čištění. Do té doby dokud se nepřihlásí, mu systém neumožní žádné nastavení činností čistící stanice. Toto opatření je dáno tím, abychom měli přehled, co jaký uživatel v čistící stanici nastavil, neboť se nám zaznamená jeho čas přihlášení a odhlášení. Podle tohoto časového údaje můžeme lehce zjistit jakým způsobem operátor nebo administrátor řídil stanici. Jedním ze způsobů může být sledování navržených receptur pro čistící stanici nebo kontrola procesních hodnot, které jsou ukládány s časovou hlavičkou. Dále je nutnost přihlášení důležitá pro rozlišení Operátora a Administrátora. Neboť Administrátor má přístup do servisního menu, kde lze stanici detailně nastavovat a k tomu potřebuje určité znalosti. Systém je nastaven tak, že po pěti minutách nečinnosti je uživatel automaticky odhlášen. Uživatel se může odhlásit tím, že zvolí klávesu LogOFF a nebo je automaticky odhlášen přihlášením jiného uživatele.

8.4 ŘÍZENÍ ČISTÍCÍ STANICE

8.4.1 Manuální režim

Tento režim je dostupný pouze administrátorovi.



Obrázek 80 Obrazovka manuální řízení

Administrátor může ovládat přítoky a výtoky čisticí stanice a pomocí regulačního ventilu ovládat průtok a tlak v hlavním potrubí. Jelikož je počet funkčních kláves na boku obrazovky velmi omezený a pro celkové ovládání přítoků a výtoků by nám klávesy nestačily. Je programově zajištěno, aby se nabídky měnily podle aktuálního stavu zařízení. Například je zvolena možnost „zavřít přítok vody“. Po její aktivaci se zavře přítok vody a text nabídky se změní na „otevřít přítok vody“. Opět kdyby tato nabídka byla aktivována, tak se otevře přítok vody. Tím je ušetřen dvojnásobek tlačítek. Díky změně popisu máme i informaci o tom, v jaké poloze se ventily nachází. Při změnách popisu byly využity text listy.

8.4.2 Poloautomatický režim

Poloautomaticka vypnuta				Poloautomaticka zapnuta				Poloautomaticka vypnuta				Poloautomaticka zapnuta					
Přítok vody				Stop přítoku				Přítok vody				Stop přítoku					
Přítok louhu				Objem sudu: 1.0				Reset objemů				Objem sudu: 1.0					
				Objem potrubí: 1.0								Objem potrubí: 1.0					
Objem Hlavního potrubí a sudu: 2.0								Objem Hlavního potrubí a sudu: 2.0									
Přítok vody		2		Počet přenastavení		1		Přítok louhu		Přítok vody		1		Počet přenastavení		1	
0.000				Aktualní objem		0.626		3.710		Aktualní objem		0.000					
1.326				Celkový objem		0.674		4.579		Celkový objem		0.000					
Výtok vody				Výtok louhu				Výtok vody		Výtok louhu				Výtok vody		Výtok louhu	

Obrázek 81 Obrazovka poloautomatického režimu

Tato možnost je opět dostupná pouze Administrátorovi. Pro aktivaci poloautomatického režimu si musí uživatel zvolit „poloautomaticka zapnuta“, dojde tak k inicializování vstupů, výstupů a použitých programových proměnných. V tomto režimu řízení si uživatel vybírá, jaký přítok bude do čisticí stanice vstupovat. Má na výběr mezi vodou a louhem. Druh kapaliny, který aktuálně do čisticí stanice vstupuje, je označen při výběru žlutou barvou. Když si uživatel zvolí jiný, je tento minulý přítok zrušen a aktivován zvolený. Tím je zamezeno možnosti smíchání vody s louhem. Pokud nechceme, aby do čisticí stanice nevstupoval žádný přítok, zvolíme klávesu „stop přítoku“. Dále si můžeme zvolit objem aktuálně vymývaného sudu a objem hlavního potrubí. Celkový objem je pak programově sečten a je použit dále v programu. V obrazovce je také dostupný aktuální objem a to buď vody, nebo louhu. Jedná se o hodnotu objemu posledního povoleného přítoku této kapaliny do čisticí stanice. Celkový objem nás informuje, kolik litrů vody a louhu od zapnutí poloautomatického režimu vstoupilo do čisticí stanice. Poloautomatický režim je založený na principu oddělení vody a louhu na výtoku stanice. Díky objemu hlavního

potrubí a sudu víme, jaký objem kapaliny je mezi přítokem a výtokem ze stanice. Díky znalosti tohoto objemu a měření objemu kapaliny ultrazvukovým průtokoměrem, která do stanice přitéká, zjistíme, v jakém místě potrubí čistící stanice tlačí například voda louh, nebo louh vodu před sebou. Jakmile je takto například louh dotlačený až k výtoku ze stanice, je v tomto místě programově uzavřen ventil pro výtok louhu a otevřen ventil pro výtok vody. Tím dojde k oddělení louhu od vody a do zásobníku louhu se nám vrací pouze louh, který není znehodnocen vodou. Do kanalizace pouštíme tímto režimem pouze vodu. Řídící program je zpracován tak, že ve stanici může být i několik kapalin za sebou a program si stále pamatuje, po jakých objemech je má od sebe na výtoku oddělit. Tento program je stěžejní pro automatické řízení stanice a tak byl několik hodin podroben testování, kde se ukázalo, že pracuje bezchybně. Vizuálně pak na obrazovce vidíme, jaký přítok vstupuje do čistící stanice a jaký výtok je pro kapaliny povolený. Pro ukončení poloautomatického režimu zvolíme možnost „poloautomatika vypnuta“ tím dojde ke zrušení volaných skriptů a pomocí zavolání skriptu „Bezpečna poloha“ k inicializaci vstupů a výstupů. Programové zpracování těchto procedur je ve dvou skriptech, u kterých uvedu v příloze jejich vývojové diagramy.

8.4.3 Automatický režim

Automatika vypnuta		Automatika zapnuta	
Malý sud 15 l		Velký sud 50 l	
Entry Name	Value	Entry Name	Value
1 fáze Objem vody [l]	1	1 fáze Objem vody [l]	3
1 fáze Čekání [s]	2	1 fáze Čekání [s]	4
2 fáze Objem louhu [l]	1	2 fáze Objem louhu [l]	3
2 fáze Čekání [s]	3	2 fáze Čekání [s]	5
3 fáze Objem vody [l]	3	3 fáze Objem vody [l]	5
3 fáze Čekání [s]	5	3 fáze Čekání [s]	11
Objem sudu	1	Objem sudu	3

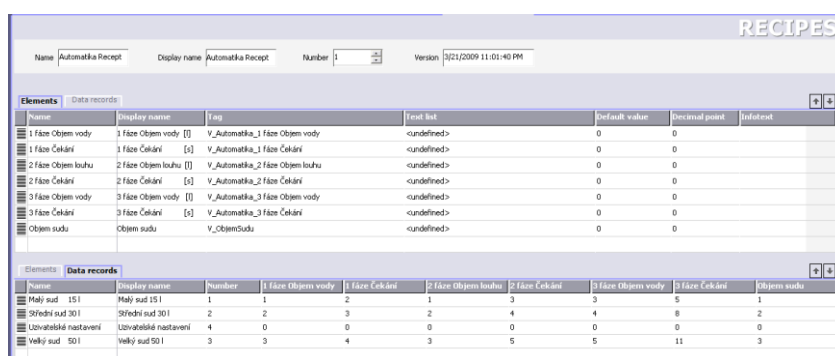
Obrázek 82 Obrazovka automatického režimu řízení

Do automatického režimu má přístup pouze přihlášený uživatel. Princip je takový, že si uživatel vybere jednu za třech předvolených receptur, kterou a aplikuje na vymývání sudu. Uživatel má možnost si vytvořit i svojí vlastní recepturu v průběhu čištění a to z důvodu, kdyby byl připojen sud, který nemáme defaultně definovaný a nebo kdyby byly na sudy požadavky jiného druhu specifického čištění. Po zvolení receptu uživatel aktivuje automatický režim. Automatický režim využívá již dva

zmíněné skripty z poloautomatického režimu a navíc využívá svůj vlastní, kterým řídí přítok kapalin do čistící stanice podle receptury a navíc se stará o časové prodlevy mezi fázemi čištění. Vývojový diagram automatického režimu řízení je přiložen v příloze.

8.4.3.1 Tvorba defaultních receptur

Nejprve si vytvoříme recepturu. V našem případě čistící stanice budeme vymývání sudů dělit na tři fáze, které v záložce Elements vytvoříme. Pro vytvořené fáze jsem udělal 3 možné inicializace v záložce Data records.



The screenshot shows the 'RECIPES' interface with two tables: 'Elements' and 'Data records'.

Name	Display name	Tag	Test list	Default value	Decimal point	Initialst
1 Fáze Objem vody	1 Fáze Objem vody [0]	V_Automatika_1 Fáze Objem vody	<undefined>	0	0	
1 Fáze Čekání	1 Fáze Čekání [0]	V_Automatika_1 Fáze Čekání	<undefined>	0	0	
2 Fáze Objem louhu	2 Fáze Objem louhu [0]	V_Automatika_2 Fáze Objem louhu	<undefined>	0	0	
2 Fáze Čekání	2 Fáze Čekání [0]	V_Automatika_2 Fáze Čekání	<undefined>	0	0	
3 Fáze Objem vody	3 Fáze Objem vody [0]	V_Automatika_3 Fáze Objem vody	<undefined>	0	0	
3 Fáze Čekání	3 Fáze Čekání [0]	V_Automatika_3 Fáze Čekání	<undefined>	0	0	
Objem sudu	Objem sudu	V_ObjemSudu	<undefined>	0	0	

Name	Display name	Number	1 Fáze Objem vody	1 Fáze Čekání	2 Fáze Objem louhu	2 Fáze Čekání	3 Fáze Objem vody	3 Fáze Čekání	Objem sudu
Malý sud 15 l	Malý sud 15 l	1	1	2	1	3	3	5	1
Střední sud 30 l	Střední sud 30 l	2	2	3	2	4	4	8	2
Uživatelské nastavení	Uživatelské nastavení	4	0	0	0	0	0	0	0
Velký sud 50 l	Velký sud 50 l	3	3	4	3	5	5	11	3

Obrázek 83 Tvorba receptur

8.4.4 Proces čištění

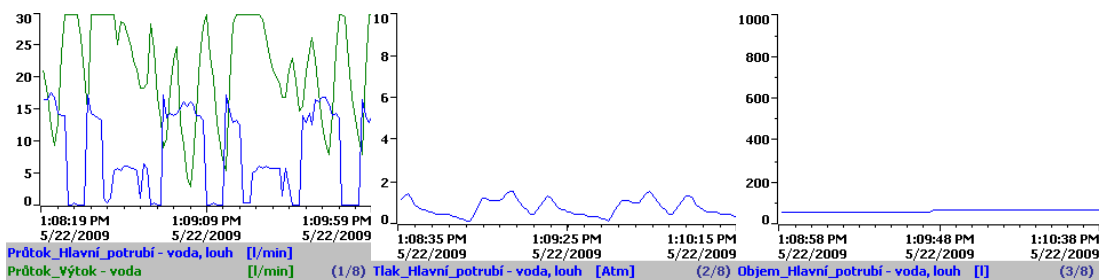
Obrazovku procesu čištění je možné aktivovat při použití automatického režimu čištění. Proces čištění je rozdělen na tři fáze. V první fázi je napouštěna do čistící stanice voda o zadaném objemu. Na této obrazovce jsme informováni, kolik litrů vody již přiteklo. V rámci první fáze čištění je i čekání, zde čekáme na odmočení sudu. Opět jsme informováni o době čekání a o tom, jak již dlouho čekáme. Druhá a třetí fáze jsou podobné již zmíněné první, s tím rozdílem, že u druhé fáze používáme k čištění louhu a ve třetí opět vodu. Po skončení třetí fáze je sud vymyt a může se začít vymývat další sud. Čistící fáze jdou tedy od začátku. O tom, v jaké fázi se nacházíme, nás informuje oranžová kontrolka. Dále nás obrazovka informuje o tom, jaký přítok a výtok je v rámci automatického řízení aktivován. Opět jako u poloautomatického režimu čištění jsme informováni o spotřebovaném množství vody a louhu. Navíc máme k dispozici informaci i o počtu vymytých sudů.

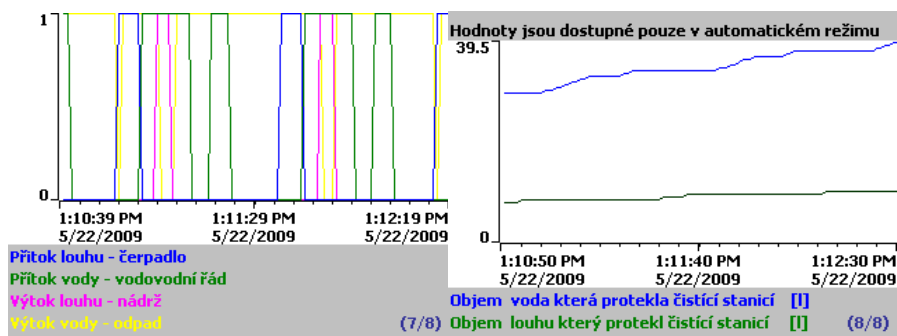
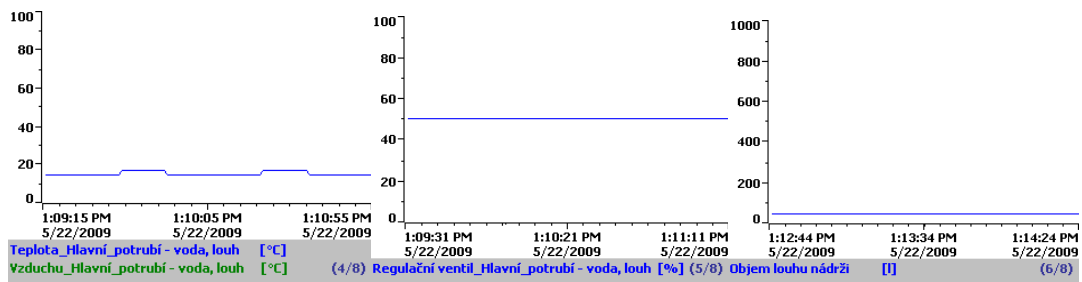


Obrázek 84 Obrazovky procesů čištění

8.4.5 Záznamy procesních hodnot

Záznamy v grafech jsou rozděleny do osmi obrazovek. Zaznamenáváme hodnoty o průtoku kapalin v různých částech potrubí po jejich teplotu a tlak. Rád bych upozornil na indukční průtokoměr, který je zapojený na výtoku vody, na jeho výstupu jsou zkeslené hodnoty z důvodu jeho nemožnosti ho zkalibrovat. Dále zde máme informace o celkovém objemu a objemu spotřebovaného louhu a vody. Mezi posledními údaji, které zaznamenáváme, je aktuální poloha regulačního ventilu a záznamy o přítoku a výtoku louhu a vody. Hodnoty jsou také zaznamenávány do procesních dat, která jsou uložena ve formátu Microsoft Excel a ta mohou být použita pro budoucí report





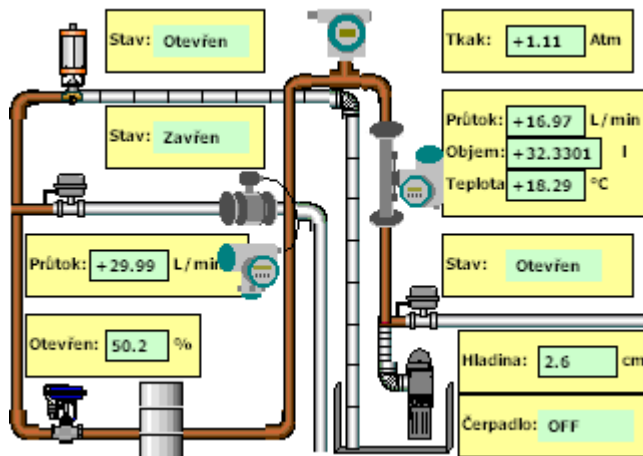
Obrázek 85 Obrazovky grafů

VarName	TimeString	VarValue
P_Pritok_Voda	22.5.2009 13:12	-1
P_Hlavní_potrubí_Tlak_Atm	22.5.2009 13:12	0,445688
P_Nadrz_objem	22.5.2009 13:12	43,99763
P_Hlavní_potrubí_Objem	22.5.2009 13:12	82,67928
P_Hlavní_potrubí_Objem	22.5.2009 13:12	82,71629
P_Hlavní_potrubí_Objem	22.5.2009 13:12	82,81446
V_OPritok_V	22.5.2009 13:12	0,135177612
P_Hlavní_potrubí_Teplota	22.5.2009 13:12	14,17462
P_Hlavní_potrubí_Prutok	22.5.2009 13:12	14,53633
P_Hlavní_potrubí_Tlak_Atm	22.5.2009 13:12	0,566783
P_Nadrz_objem	22.5.2009 13:12	44,082
P_Hlavní_potrubí_Objem	22.5.2009 13:12	82,90364
P_Hlavní_potrubí_Objem	22.5.2009 13:12	82,93545
V_OPritok_V	22.5.2009 13:12	0,256164551
P_Hlavní_potrubí_Objem	22.5.2009 13:12	82,96574
P_Hlavní_potrubí_Objem	22.5.2009 13:12	82,99527
P_Hlavní_potrubí_Objem	22.5.2009 13:12	83,02584
P_Hlavní_potrubí_Objem	22.5.2009 13:12	83,08627
V_OPritok_V	22.5.2009 13:12	0,406982422
P_Hlavní_potrubí_Prutok	22.5.2009 13:12	14,90139
P_Hlavní_potrubí_Tlak_Atm	22.5.2009 13:12	0,879616
P_Nadrz_objem	22.5.2009 13:12	43,95544

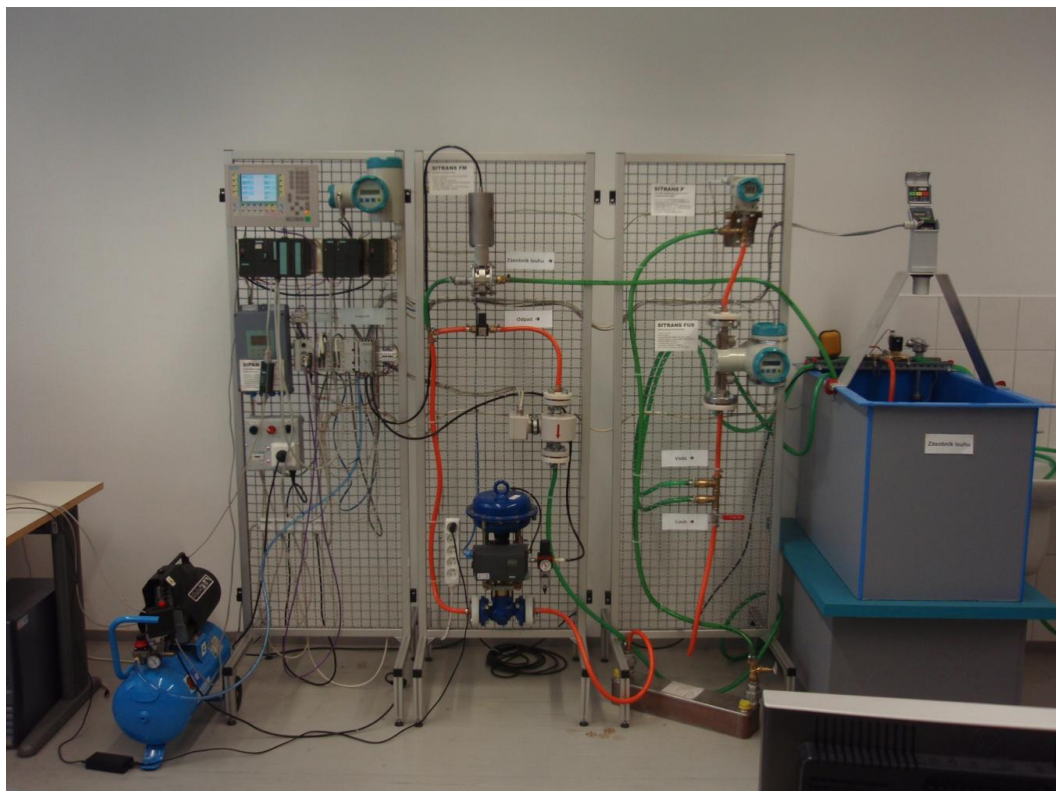
Obrázek 86 Archivace procesních hodnot

8.5 MODEL ČISTÍCÍ STANICE

Model čistící stanice nám ukazuje její reálné zapojení a rozmístění měřicích přístrojů a ventilů. U každého ventilu je znázorněn jeho aktuální stav a u přístrojů jsou znázorněny jejich aktuální hodnoty, které ve stanici měří.



Obrázek 87 Obrazovka modelu čistící stanice



Obrázek 88 Čistící stanice

9. ZÁVĚR

Zadání mé bakalářské práce bylo pro mne od začátku výzvou, protože rád vytvářím praktické věci, které mají reálnou využitelnost. Práce, která mě čekala, představovala jak mechanickou montáž, tak i elektrické zapojování a pak především programování, vytváření komunikační sítě, parametrizaci, testování a uvádění jednotlivých částí i celého systému do provozu.

Cílem práce bylo sestavit model čistící stanice pro potravinářské technologie a vybavit ho řídicím systémem sestaveným z prvků připojených na síť PROFIBUS DP/PA. Těmito prvky byly převážně měřicí přístroje (tlak, průtok, teplota) a regulační ventil. Výsadní místo však bylo určeno oživení pneumatického ventilu řízeného pěticestným elektrickým ventilem (rozvaděčem), který je integrován na ventilové řídicí jednotce (ventilový ostrov). Tato ventilová jednotka pracuje na síti PROFIBUS-DP, a její výrobce je firma Festo. Vlastní pneumatický ventil je od firmy APV. Počáteční práce zahrnovaly návrh potrubního propojení, specifikace propojovacích hadic, spojek a ventilů a jejich obstarání a pak mechanickou montáž celého modelu čistící stanice. Hypotetický čištěný objekt, např. sud nebo tank, byl v laboratorním modelu nahrazen tepelným výměníkem, který měl jen funkci hydraulické zátěže.

Elektrické instalace zahrnovaly návrh a výrobu řídicí jednotky pro ovládání čerpadla, propojení všech účastnických stanic (přístrojů) na síti PROFIBUS a zapojení vstupních a výstupních signálů do PLC SIMATIC. Následovala poměrně zdlouhavá etapa oživování, parametrizování a testování všech účastnických stanic na síti PROFIBUS DP/ PA. Komplikace způsobovaly rozdílné bytové architektury (endianity) u PLC a ventilové stanice Festo. Do této fáze práce bych zahrnul i hardwarovou konfiguraci celé sítě PROFIBUS v programovatelném automatu SIMATIC. Za tím účelem bylo třeba v katalogu CPU doinstalovat GSD, resp. GSE soubor ventilové jednotky Festo. Jen pro úplnost dodám, že tato jednotka je v dané konfiguraci řídicího systému typickou periferní stanicí, tedy *slave*, vůči PLC, který je *master*.

Vizualizace a ovládání procesu čištění je navrženo pomocí operátorského panelu OP 270 se software WinCC, vše od firmy Siemens. Při nahrávání konfigurace do operátorského panelu přes RS232 se občas může vyskytnout problém s navázáním této komunikace. V tomto případě doporučuji nastavit komunikaci na co nejnižší

rychlost. Tato situace nastává, když se použije k programování rozhraní RS-232, které je emulováno přes USB, což je v dnešní době stále častější forma emulace rozhraní RS-232 z důvodů nepřítomnosti nativního rozhraní (viz nové notebooky). V mém případě jsem k programování OP na mém notebooku využíval emulované rozhraní, a s tímto problémem jsem se několikrát setkal. Zařízení se v tomto případě tváří stejně jako normální RS-232, ale komunikace s OP nelze navázat. Jako možné východisko doporučuji použít emulované rozhraní USB/RS-232 od firmy FTDI CHIP. U této redukce nedocházelo k žádným potížím.

Začleněním operátorského panelu do řídicího systému umožnilo další etapu práce. V PLC SIMATIC jsem programově zpracoval naměřené hodnoty, a ty jsem dále zobrazoval v operátorském panelu, kde jsem vytvořil zobrazovací a ovládací obrazovky (okna).

V takto připravené řídicím systému jsem začal se zpracováním uživatelského programu čistící stanice. Prvním krokem byly vývojové diagramy, které tvořily funkční algoritmy. Pak následovala tvorba vlastního kódu, programu v jazyku STEP7. Čistící receptury jsou detailně popsány v bakalářské práci spolu s vývojovými diagramy. Testování probíhalo nejdříve jako suchý test, pak s vodou. Louh nebyl použit z bezpečnostních a praktických důvodů. Čistící procesy manuální, poloautomatické a automatické byly několikrát úspěšně testovány. Model čistící stanice byl předveden vedoucímu bakalářské práce.

Úplným závěrem bych rád upozornil na bohatou přílohu s vývojovými diagramy k procesu čištění. V příloze jsou také vybrané části dokumentací k přístrojům, které jsem přeložil do češtiny, dále zde jsou k nalezení možnosti dalšího nastavení čistící stanice spolu s důležitými poznámkami, které se do práce již nevešly. V příloze na CD odevzdávám uživatelský program vytvořený v jazyku STEP7 a WinCC pro funkci čistící stanice. Je tam i demonstrační video, na kterém je zaznamenána činnost čistící stanice a operátorské zásahy do jejího řízení.

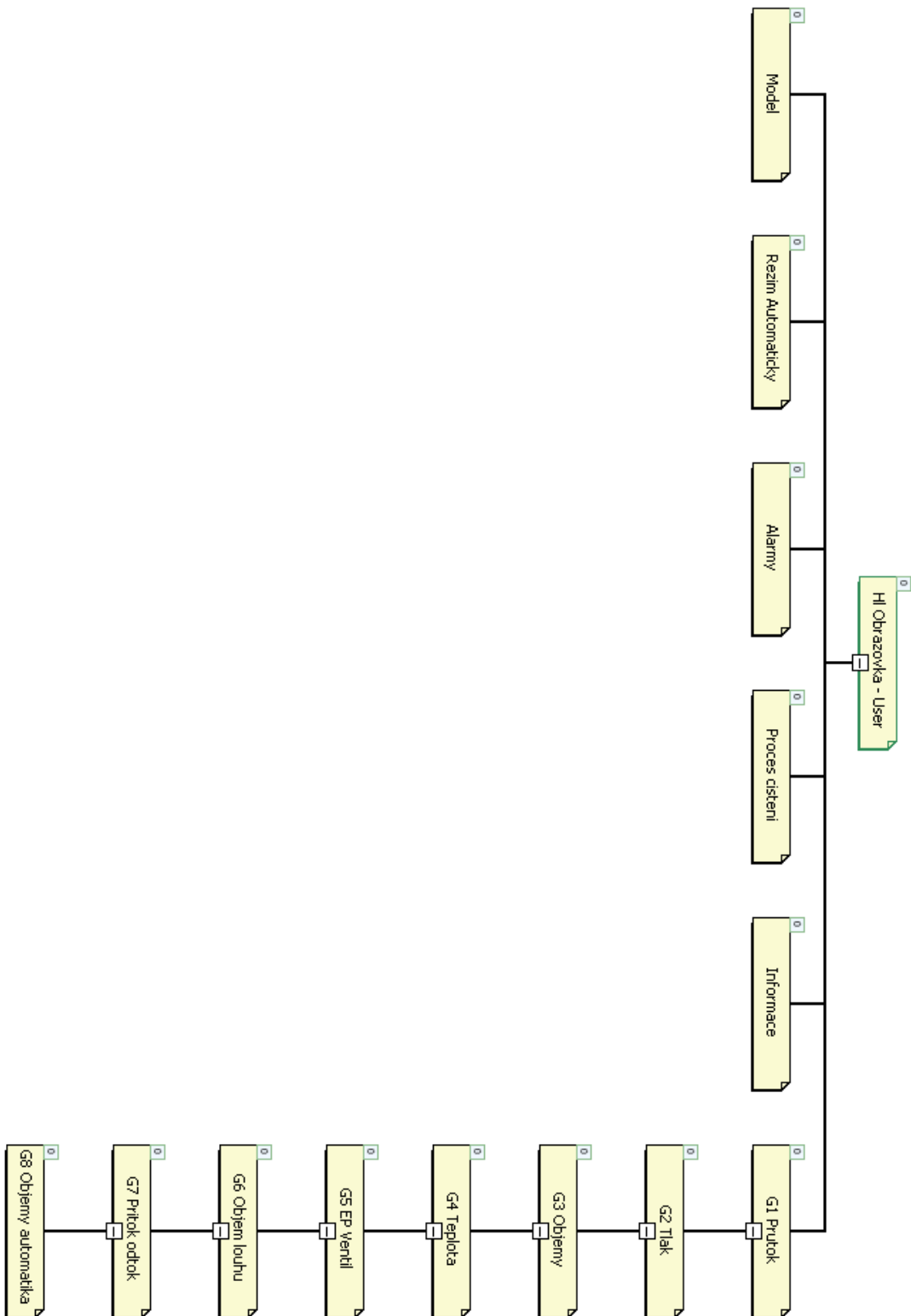
Jako možné rozšíření projektu je možnost regulace tlaku a průtoku v hlavním potrubí pomocí regulačního ventilu. Na modelu celého zařízení je nainstalován i měřič vodivosti/pH, bohužel postrádá se k němu měřící sonda. Při zakoupení pH sondy by bylo možné rozeznávat vodivost roztoků. To by mohlo sloužit k přesnějšímu rozlišení louhu a vody v potrubí při návratu louhu do zásobníku.

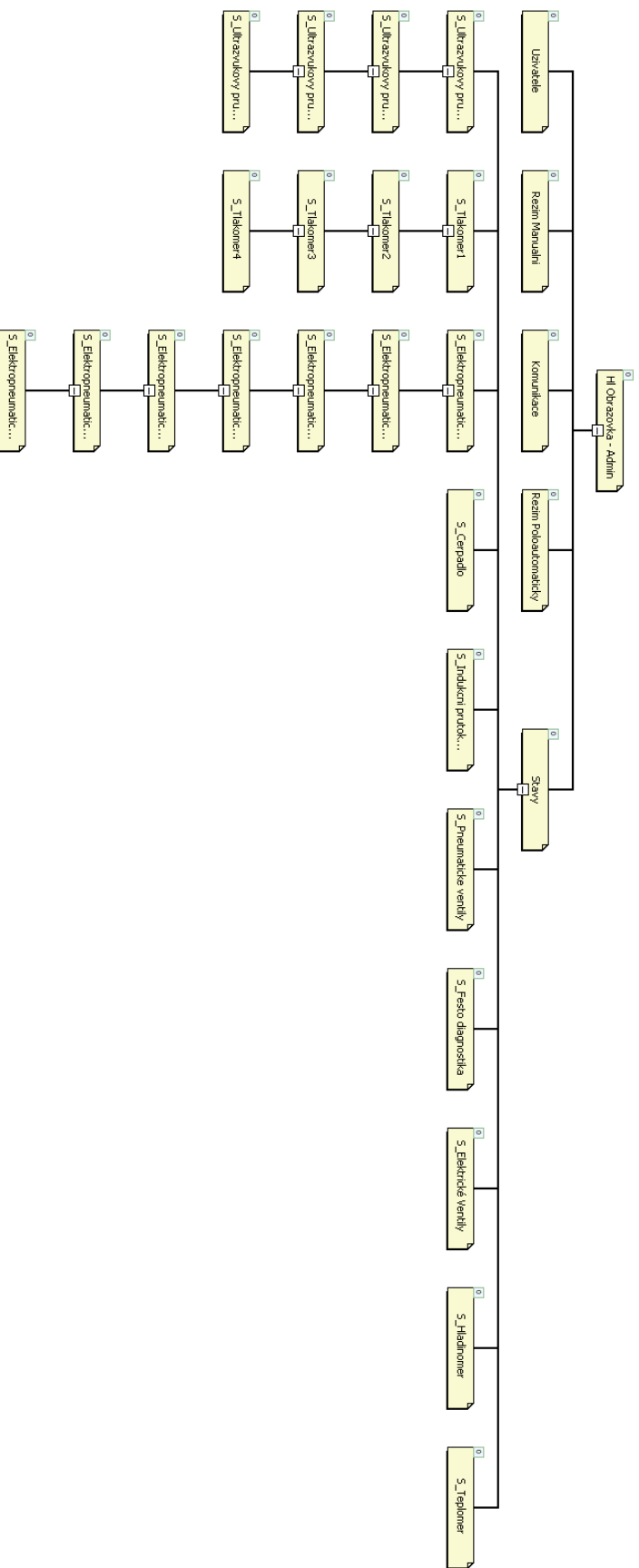
10. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ZEZULKA, F.; BRADÁČ, Z.; FIEDLER, P.; KUČERA, P.; ŠTOHL, R. *Programovatelné automaty*. [online]. Brno: Ústav automatizace FEKT VUT. Scripta electronica.
- [2] ZEZULKA, F.; BRADÁČ, Z.; HYNČICA, O.; KNOTEK, M.; ŠTOHL, R. *Programovatelné automaty-návody do cvičení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2003. 56 stran.
- [3] Festo, s.r.o., *Terminály CPX*. 2007. 137 stran.
- [4] Festo, s.r.o., *Ventilové terminály typ 32 MPA*. 2007. 51 stran.
- [5] PÁSEK, J. *Programovatelné automaty v řízení technologických procesů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2007. 128 stran.
- [6] Siemens AG, *SIMATIC System Manuals*, 2003 – 2006.
- [7] ZEZULKA, F. *Prostředky průmyslové automatizace*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 161 stran.
- [8] Siemens AG, *Instuction Manual SITRANS F*, 2007. C79000-B5676-C110-03.
- [9] Siemens AG, *Operating Instructions SITRANS P*, 2002. A5E00053276-03.
- [10] Siemens AG, *Manual SIPART PS2 6DR400x-xx*, C79000-G7476-C158-1.
- [11] Siemens AG, *Operating Instructions SIMATIC HMI TP 270, OP 270, MP 270B (WinCC flexible)*, 2004. 6AV6691-1DD01-0AB0.
- [12] Siemens AG, *Instruction Manual SIPAN 32 and SIPAN 32X*. A5E0 C79000--B5476--C046--020053276-03.
- [13] Siemens AG, *Instruction SITRANS F M flow sensors 711/A and 711/911E*, 2000
- [14] Siemens AG, *Instruction Manual PL-517*, 2000
- [15] Siemens AG, *Manual DP/PA Bus Coupler*, 2000. EWA 4NEB 780 6020-02 03.

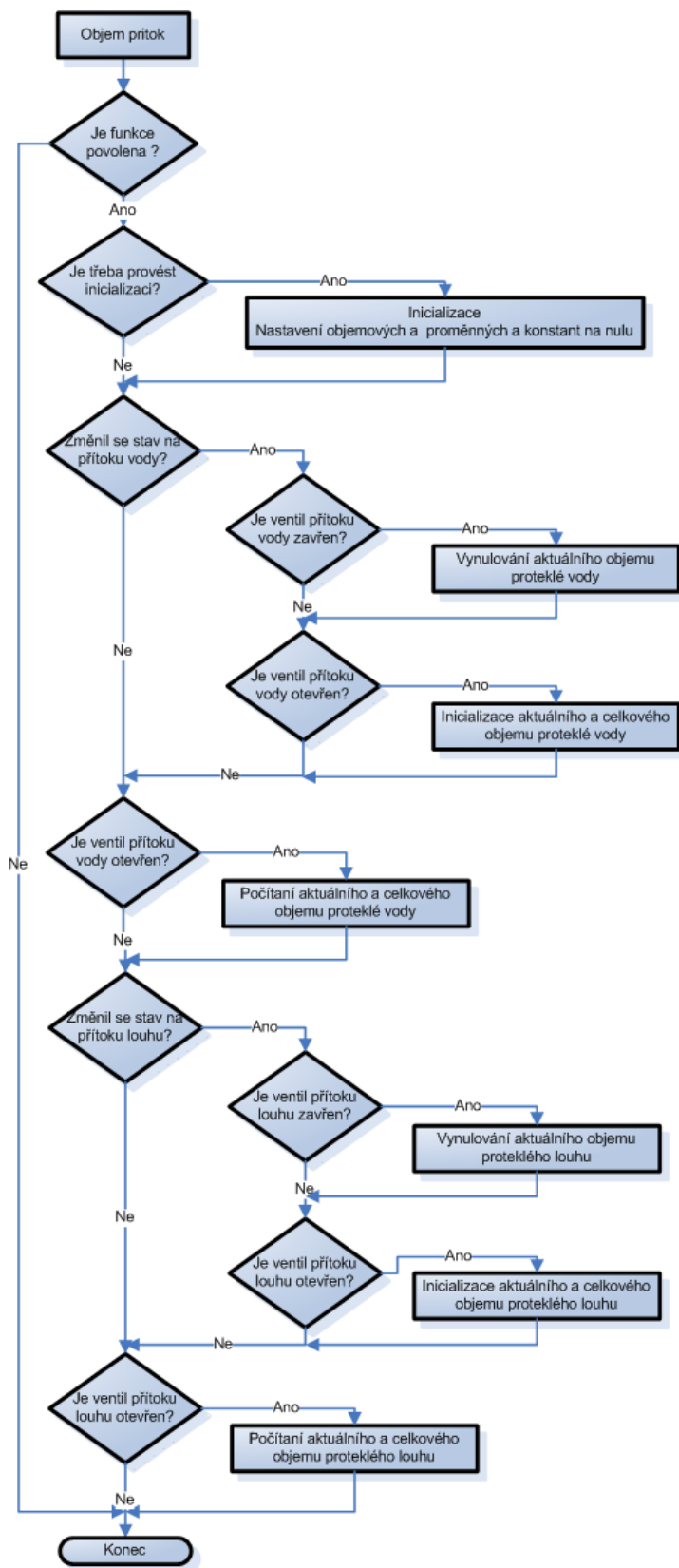
11. PŘÍLOHY

11.1 HIERARCHIE OBRAZOVEK OP

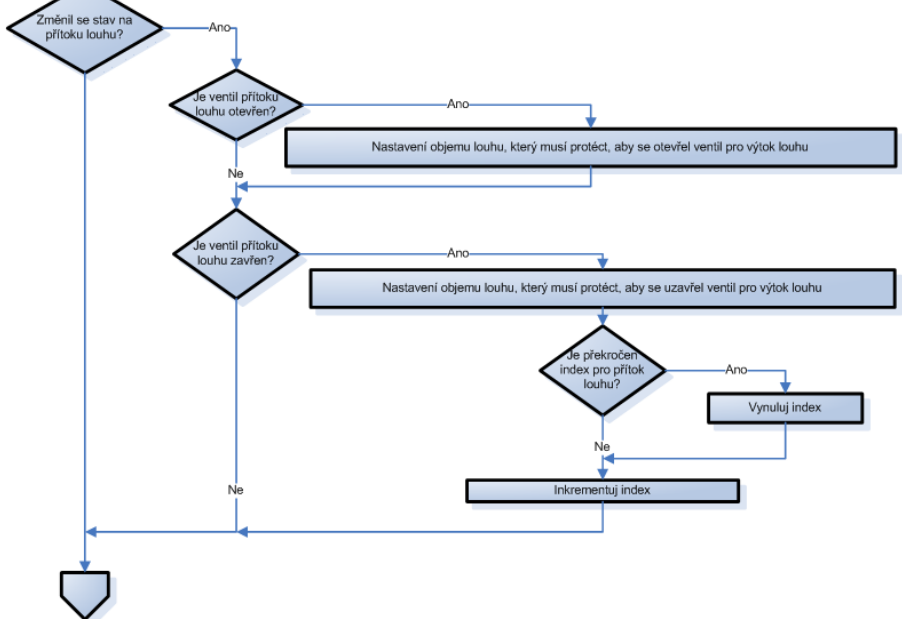
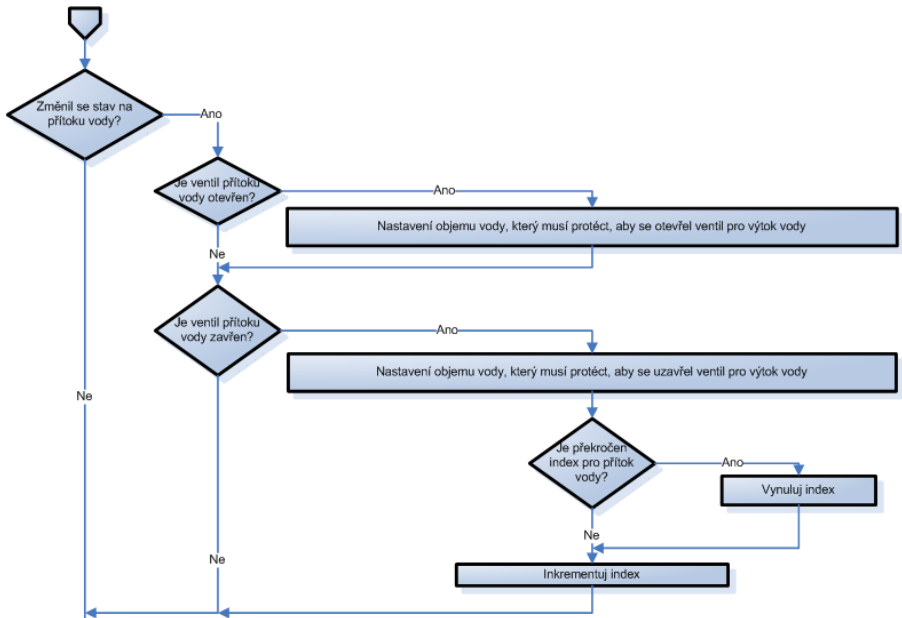
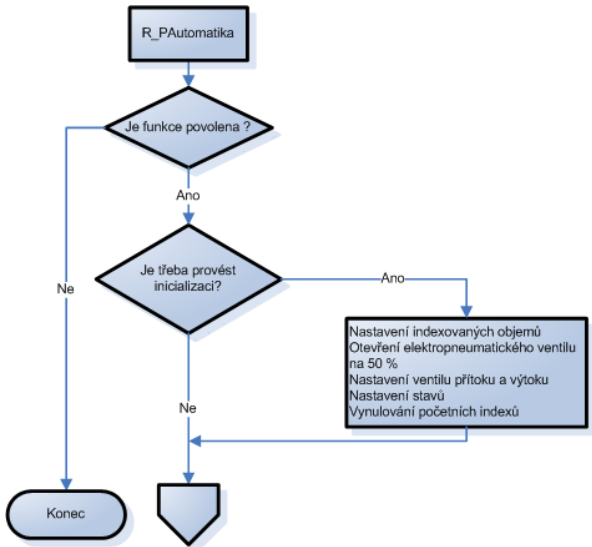


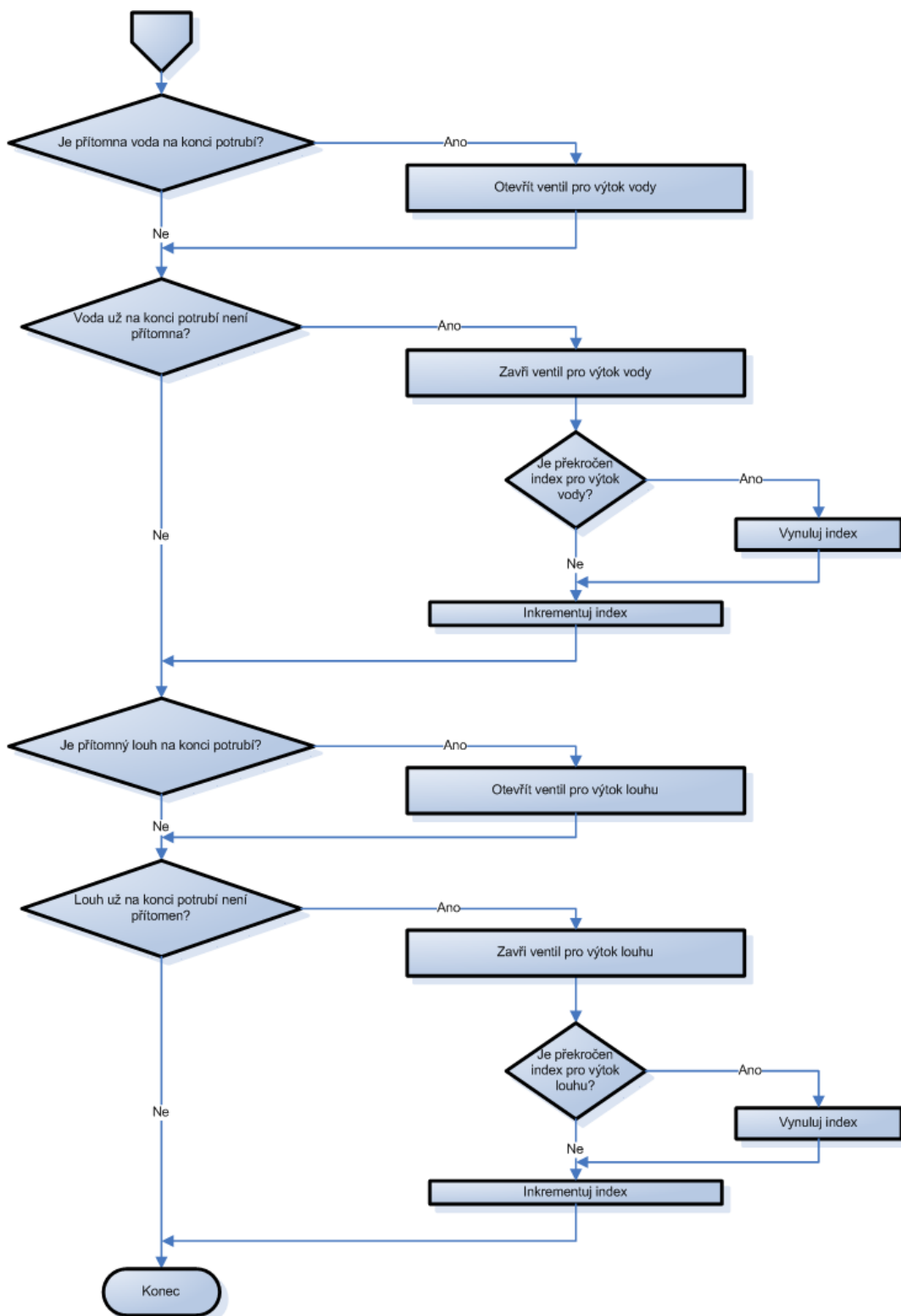


11.2 VÝVOJOVÉ DIARAMY POLOAUTOMATICKÉHO A AUTOMATICKÉHO ŘÍZENÍ

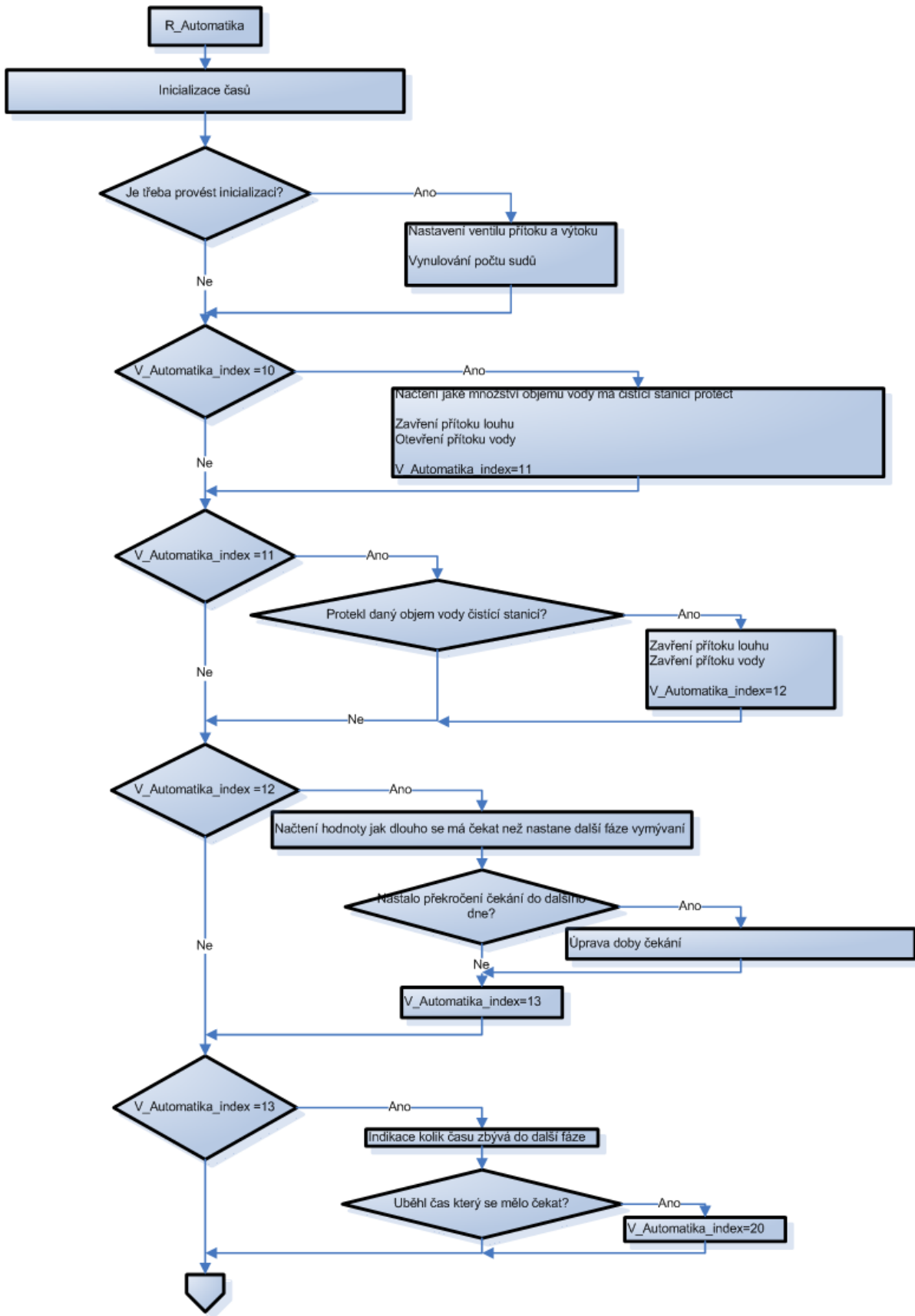


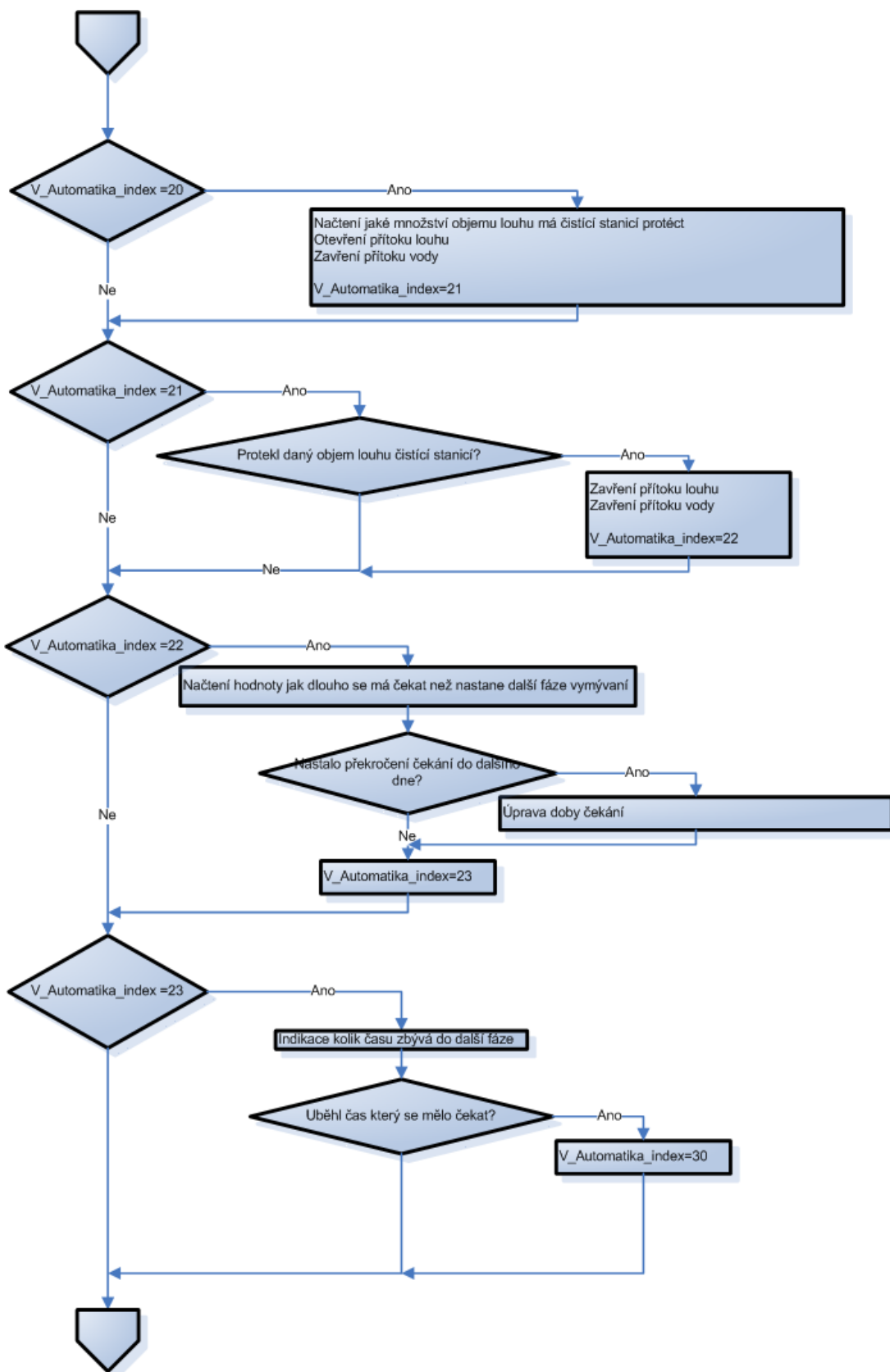
Obrázek 89 Vývojové diagram pro výpočet objemů

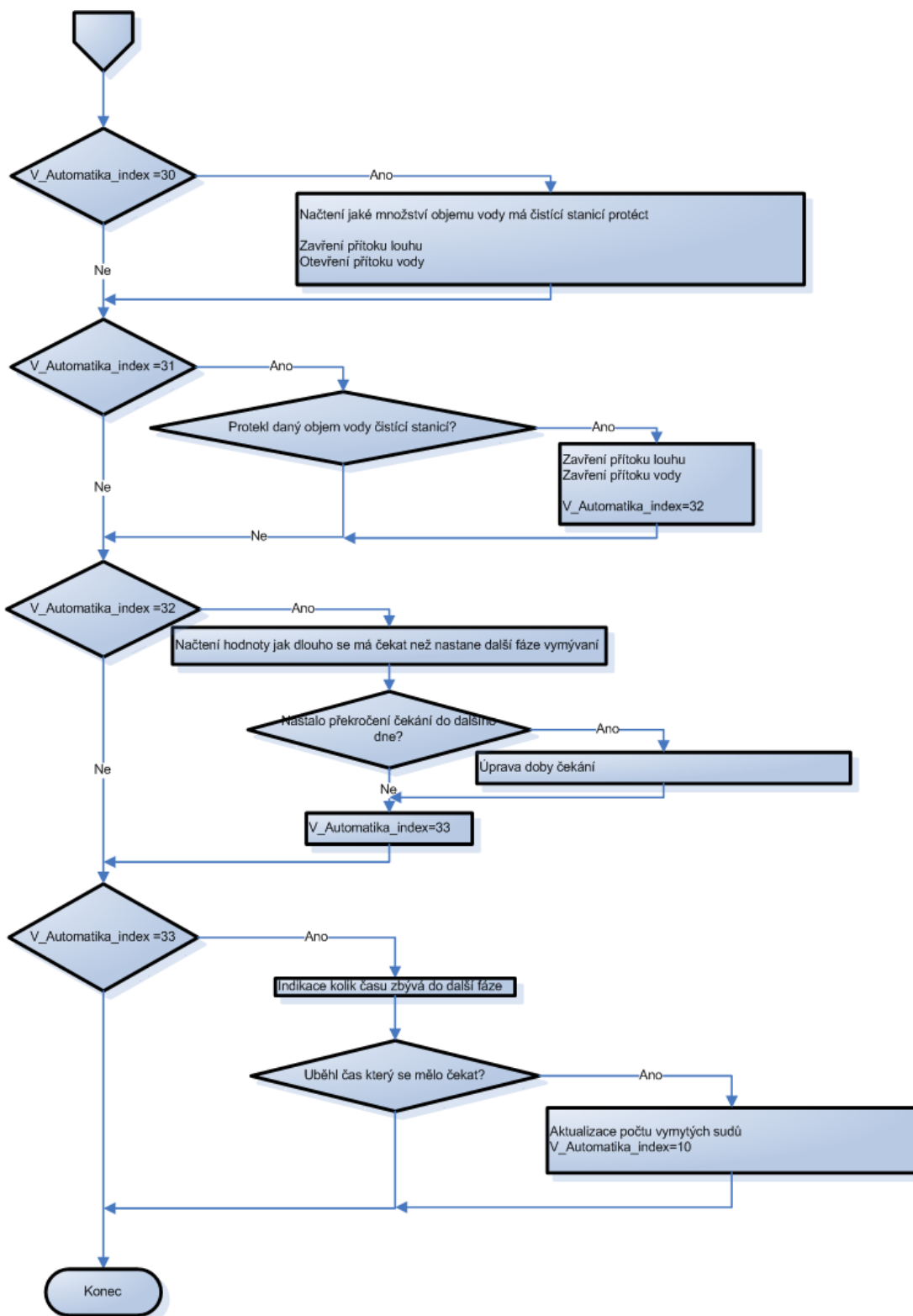




Obrázek 90 Vývojový diagramy poloautomatický režim řízení







Obrázek 91 Vývojový diagram automatického řízení