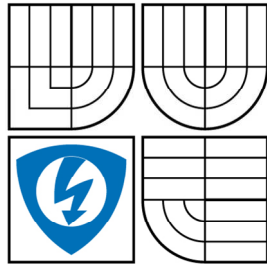


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A
KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

PLC PROGRAM PRO ŘÍZENÍ LICÍ VĚŽE PŘI VÝROBĚ PLYNOSILIKÁTU

CONTROL OF CASTING LINE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

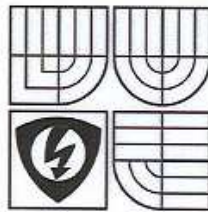
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. TOMÁŠ SUROVEC

VEDOUČÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Ing. FRANTIŠEK ZEZULKA, CSc.

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor
Kybernetika, automatizace a měření

Student: Surovec Tomáš, Bc.

Ročník: 2

ID: 89275

Akademický rok: 2007/08

NÁZEV TÉMATU:

PLC program pro řízení lící věže při výrobě plynosilikátu

POKyny PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cílem práce je návrh, realizace a ověření řídicího programu pro systém lící věže na výrobu plynosilikátu. Pro řízení je určen řídicí systém řady Simatic S7-300. Řídicí systém je připojen k operátorskému PC, kde probíhá správa receptur, vizualizace, ruční ovládání apod. Program pro PC není součástí diplomové práce.

Hlavní části PLC programu jsou především funkce pro vážení přísad na tenzometrických vahách a směšování teplé a studené vody pro optimální průběh chemických reakcí ve výrobcích. Program musí zajistit optimalizaci hodinového výkonu mísiřny. Úkolem je rovněž prověření možností měření teploty výrobků po vylití do formy.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Simatic S7-300 Uživatelský manuál
Popis technologického procesu, IVAR, Brno, 2007

Termín zadání: 3.12.2007

Termín odevzdání: 26.5.2008

Vedoucí projektu: prof. Ing. František Zezulka, CSc.

prof. Ing. Pavel Jura, CSc.

předseda oborové rady



UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové 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.

Vysoké učení technické Brno

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

PLC program pro řízení licí věže při výrobě plynosilikátu

Diplomová práce

Specializace studia: Kybernetika, měřicí a řídicí technika
Autor práce: Tomáš Surovec
Vedoucí práce: prof. Ing. František Zezulka, CSc.

Anotace :

Tato práce se zabývá především tvorbou PLC programu pro řízení licí věže při výrobě plynosilikátu. Je zde přiblížena konfigurace a nastavení parametrů PLC stanice firmy Siemens řady S7-300. Program je tvořen ve vývojovém prostředí Step7. Jsou zde popsány vlastnosti a parametry pórobetonu i jeho výroba. Dále se tato práce zabývá samotnou činností licí věže. S tím souvisí i řešení optimalizace hodinového výrobního cyklu a způsobu směšování teplé a studené vody. Kromě samotného programu pro PLC jsou zde také popsány použité snímače.

Klíčová slova: PLC program, licí věž, PLC řízení, Simatic S7-300

Brno University of Technology

Faculty of Electrical Engineering and Communication

Department of Control, Measurement and Instrumentation

Control of casting line

Thesis

Specialisation of study: Cybernetics, Control and Measurement
Student: Tomáš Surovec
Supervisor: prof. Ing. František Zezulka, CSc.

Annotation :

The thesis especially deals with creating a program for PLC to control a casting line. There is described configuration and the parameters setting of the PLC Simatic S7-300 from Siemens. The control application is created in the software tool STEP 7. Production, properties and parameters of plynosilicate are described in this work. Control of the casting line, the PLC program, the used sensors, the optimization of production per hour and mixing of cold and hot water is also described here.

Key words : PLC program, casting line, PLC control, Simatic S7-300

Bibliografická citace

SUROVEC, Tomáš. *PLC program pro řízení licí věže při výrobě plynosilikátu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 45s., 5 příloh. Vedoucí práce prof. Ing. František Zezulka, CSc.

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma PLC program pro řízení licí věže při výrobě plynosilikátu jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové 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 následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.“

V Brně dne :

Podpis:

OBSAH

1. ÚVOD	7
2. PÓROBETON	8
2.1 Vlastnosti a složení pórobetonu	8
2.2 IFT Pórobeton a.s. Ostrava	9
3. KOMPONENTY SIEMENS SIMATIC S7-300	10
3.1 Simatic S7-300	10
3.2 HW konfigurace	12
4. KONFIGURACE V PROGRAMU STEP 7	13
4.1 Vývojové prostředí Step 7	13
4.2 Tvorba projektu ve Step 7	14
4.2.1 HW konfigurace Simatic S7-300	14
4.2.2 Konfigurace pomocí programu NetPro	16
4.2.3 Adresování	16
4.2.4 Editor programu a programovací jazyky	17
4.3 Tvorba Standardního uživatelského programu	19
5. KONCEPCE ŘÍZENÍ LICÍ VĚŽE	22
5.1 Program pro operátorské PC	22
5.2 Výroba pórobetonu v automatickém režimu	25
5.3 optimalizace hodinového cyklu	31
5.4 Bezkontaktní měření teploty	32
5.5 Použité Snímače	34
5.6 Architektura řízení Licí věže	37
6. POPIS PROGRAMU	38
7. ZÁVĚR	44
8. LITERATURA	45

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1: Logo firmy IFT Pórobeton a.s. Ostrava.....	9
Obr. 3.2: Propojení PLC stanice s PC.....	12
Obr. 4.1: HW Konfigurace PLC	15
Obr. 4.2: Propojení stanic přes komunikační sběrnici	16
Obr. 4.3: Ukázka programovacích jazyků.....	18
Obr. 4.4: Příklad funkčního bloku	21
Obr. 5.1: Vizualizace výroby	23
Obr. 5.2: Signalizace a ukazatele hodnot.....	24
Obr. 5.3: Klapka pod vahou VPS spolu s dávkovacím šnekem.....	27
Obr. 5.4: Harmonogram řízení dopravy.....	28
Obr. 5.5: Spodní část míchačky s teleskopickou tyčí a ponornými vibrátory.....	29
Obr. 5.6: Bezkontaktní teploměr Raytek – MID.....	34
Obr. 5.7: Odporový teploměr Rawet – PTP50.....	35
Obr. 5.8: Ultrazvukový snímač PEPPERL+FUCHS – UB2000.....	35
Obr. 5.9: Tenzometrický snímač GEFRAN – TU	36
Obr. 5.10: Architektura řízení lící věže.....	37
Obr. 6.1: Váha kalů, síranů a hliníkové suspenze	42

SEZNAM TABULEK

Tabulka 2.1: Certifikát č. 1020/89/106/EHS/070 -030448, EN 771 – 4.....	9
Tabulka 3.1: Parametry CPU 315-2 PN/DP	11
Tabulka 3.2: Sestava PLC S7-300	12
Tabulka 4.1: Základní údajové typy jazyka SCL	18
Tabulka 4.2: Oblast deklarace proměnných.....	20
Tabulka 5.1: Harmonogram dávkování jednotlivých přísad.....	26
Tabulka 5.2: Ukázka výpočtu hmotností m_1 a m_2	30
Tabulka 5.3: Parametry tenzometrických snímačů firmy GEFRAN	36
Tabulka 6.1: Názvy zařízení a chybová hlášení	40
Tabulka 6.2: Přehled bloků v programu	43

1. ÚVOD

Cílem této práce je návrh, realizace a ověření řídicího programu pro systém licí věže na výrobu plynosilikátu v Ostravě – Třebovicích.. Tento program má být vytvořen v prostředí programu STEP 7 v programovacím jazyce SCL - *Structured Control Language*. Pro řízení licí věže je určen programovatelný logický automat firmy Siemens řady Simatic S7-300. Řídicí systém je připojen k operátorskému PC, kde probíhá správa receptur, vizualizace, ruční ovládání apod.

V úvodní kapitole jsou popsány základní informace o pórobetonu a firmě IFT pórobeton Ostrava. Následující kapitola obsahuje popis programovatelného automatu Siemens řady Simatic S7-300. Čtvrtá kapitola přibližuje program STEP 7, který je určen k programování a konfiguraci programovatelných automatů Simatic. Dále je zde seznámení s programováním v jazyce SCL. Pátá kapitola obsahuje informace o koncepci řízení licí věže a o použitých snímačích. Samotný program je popsán v kapitole šesté. V příloze jsou umístěny tabulky se vstupními a výstupními signály, schéma licí věže a hlavní okno aplikace Mísírny Třebovice pro operátorské PC.

Hlavní těžiště práce se nachází ve druhé části dokumentu. První polovina obsahuje přehled nastudované problematiky. Tyto znalosti jsou potřebné k realizaci samotného řídicího programu. Koncepce řízení licí věže spolu s popisem použitých snímačů a směšováním teplé a studené vody je popsána ve druhé části. Dále jsou zde přiblíženy hlavní funkce vážení přísad a řízení míchačky.

2. PÓROBETON

Cílem této práce je realizace řídicího programu pro systém licí věže na výrobu plynosilikátu. V této kapitole jsou tedy přiblíženy vlastnosti a složení pórobetonu a firma IFT Pórobeton a.s. Ostrava, která vyrábí pórobetonové tvárnice. Samotná výroba pórobetonu je popsána v kapitole páté.

2.1 VLASTNOSTI A SLOŽENÍ PÓROBETONU

Pórobeton je lehký beton vyrobený z křemičité jemnozrné vápenné, cementové nebo cementovápenné malty, který vzniká chemickou reakcí hliníkové přísady. Vytvrzený pórobeton je tvořen otevřenými a uzavřenými makropóry, které obsahují mikropóry a mikrokapiláry, a je tvořen dále mezipórovými stěnami. Na fyzikální vlastnosti pórobetonu mají tedy vliv jeho struktura pórovitosti a vlastnosti tuhé fáze, závisující zejména na jejím složení a způsobu přípravy [2].

Vysoká homogenita materiálu zaručuje vynikající vlastnosti v celém profilu tvárnice. Mezi největší přednosti pórobetonu se řadí tepelně-izolační schopnost. Ta je dána strukturou pórobetonových tvárnice, které tvoří mikropóry vyplněné vzduchem. Další výhodou pórobetonu je jeho vysoká pevnost (nejnižší průměrná pevnost pórobetonu v tlaku je 2,5 Mpa), nízká objemová hmotnost ($P = 560 \text{ kg/m}^3$), zvuková neprozvučnost daná rovnoměrnou strukturou pórů, a požární odolnost. Pórobeton je nehořlavý materiál, který má stupeň požární odolnosti "A", zároveň pohlcuje a uvolňuje vzdušnou vlhkost a umožňuje průchod vodních par stěnou [10].

Pórobeton dělíme podle použitých surovin na:

- Bílý pórobeton, který se vyrábí z přírodních surovin, jako je křemičitý písek, cement, vápenec a voda.
- Šedý pórobeton, kde se nahrazuje křemičitý písek elektrárenským popílkem (VPS směs).

VPS směs se skládá ze speciálního vápna, cementu a jemného létavého elektrárenského popílku. Elektrárenský popílek má vliv na pórovitou strukturu, sádrovec pozitivně ovlivňuje mrazuvzdornost i pevnost materiálu.

2.2 IFT PÓROBETON A.S. OSTRAVA

Firma IFT Pórobeton a.s. Ostrava je zaměřena na výrobu šedého pórobetonu, tedy s příměsí VPS. Pórobetonové tvárnice a příčkovky se zde vyrábějí již od roku 1964. Pórobetonové tvárnice lze použít jako zdící materiálem pro obvodové i vnitřní nosné stěny. Příčkovky se využívají kromě zdění vnitřních příček objektů i jako fasádní termoizolační desky. Základní rozměr je 500 x 250 (délka x výška), šířka je v mnoha různých provedeních (od 050 do 375 mm), vše podle normy EN 771-4.



Obr. 2.1: Logo firmy IFT Pórobeton a.s. Ostrava [10]

Tolerance rozměrů	kategorie TLMA
Tvar a uspořádání:	skupina 1 - nosné
Průměrná pevnost v tlaku	2,4 N/mm ² kolmo na ložnou plochu, celý výrobek
Rozměrová stabilita/vlhkost přetvoření:	0,01 mm.m ⁻¹
Přídržnost - deklarovaná hodnota:	obyčejná a lehká malta - 0,15N/mm ² (dle EN 998) malta pro tenké spáry - 0,3 N/mm ² (dle EN 998)
Reakce na oheň:	eurotřída A1
Nasákavost - součinitel nasákavosti:	po 10 min. - 174 g.m ⁻² .s ^{-0.5}
	po 30 min. - 141 g.m ⁻² .s ^{-0.5}
	po 90 min. - 117 g.m ⁻² .s ^{-0.5}
Faktor difuzního odporu:	μ- 5/ 10 (dle EN 1745)
Objemová hmotnost v suchém stavu:	560 ± 50kg.m ⁻³
Ekvivalentní tepelná vodivost:	0,15 W.m ⁻¹ .K ⁻¹
Mrázuvzdornost:	tvárnice musí být chráněna
Nebezpečné látky:	226 Ra = 57 ± 5 Bq. k-1 < max.150 Bq.kg ⁻¹
	index hmotnostní aktivity I=0,6
	(dle vyjádření SÚJB č.j. 18175/4.23/2004)

Tabulka 2.1: Certifikát č. 1020/89/106/EHS/070 -030448, EN 771 – 4 [10]

3. KOMPONENTY SIEMENS SIMATIC S7-300

Tato kapitola obsahuje popis a základní charakteristiku komponent firmy Siemens, které jsou použity k řízení licí věže.

3.1 SIMATIC S7-300

Řada S7-300 představuje modulární PLC pro rychlé řízení ve středně náročných úlohách. Vstupy a výstupy jsou řešeny modulárně, což umožňuje volitelné uspořádání řídicího systému a optimalizovat tak funkčnost i náklady.

PLC S7-300 nachází uplatnění v řízení složitějších technologických procesech v oblastech, jako jsou např. [11]:

- výroba standardních strojů a zařízení
- sériová výroba strojů a zařízení
- výrobní technologie
- procesní řízení (vodárenství, energetika)
- automobilový průmysl
- potravinářství a další



Obr. 3.1: CPU S7 - 315-2 PN/DP [11]

Paměť pro data a program již není nutno zálohovat baterií, protože jsou ukládány na MMC paměťovou kartu (Micro Memory Card), která pro uchování dat nepotřebuje napájení. MMC karty také usnadňují aktualizaci programu. Dovolují přístup jak pro čtení, tak pro zápis za provozu, takže například archivování hodnot je mnohem snazší. Slot pro MMC kartu je umístěn na předním panelu CPU modulu.

K řízení licí věže je použito CPU jednotky 315-2 PN/DP. Parametry tohoto CPU jsou zobrazeny v tabulce 3.1.

Bitové paměti	2048 Byte
S7 časovače / S7 čítače	256 / 256
IEC časovače / IEC čítače	ano
Počet bloků (součet FC,FB a DB)	1024
Adr. rozsah - V/V oblast adresace	2048 / 2048 Byte
Adr. rozsah - V/V oblast procesu	128 / 128 Byte
Adr. rozsah - Digitální kanály	1024
Adr. rozsah - Analogové kanály	256
DP přenosová rychlost	12 Mbit/s
DP počet slave jednotek na stanici	124
DP slave to slave komunikace	ano
PROFINET přenosová rychlost	100 Mbit/s
PROFINET CBA	ano
PROFINET IO	ano
PROFINET S7 komunikace	ano
PROFINET PG/OP komunikace	ano
PROFINET TCP/IP	ano
Rozměry š x v x h [mm]	80 x 125 x 130

Tabulka 3.1: Parametry CPU 315-2 PN/DP [11]

Základní modul je rozšířen o sedm V/V modulů. Všechny moduly jsou propojeny pomocí vnitřní sběrnice PLC. Propojení je tvořeno propojkami mezi dvěma sousedními moduly, které se vkládají při instalaci na lištu.

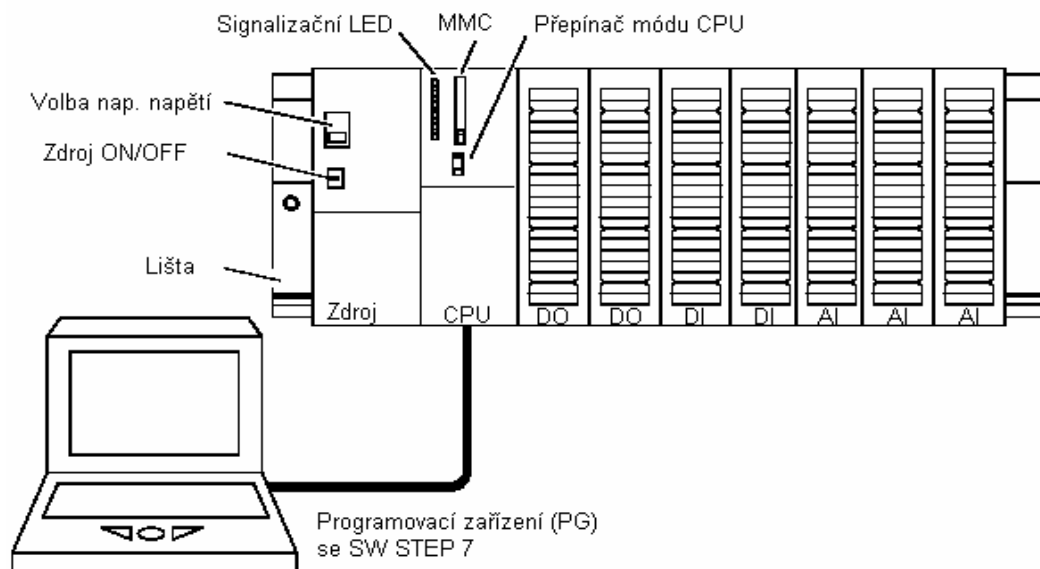
3.2 HW KONFIGURACE

Počet jednotlivých modulů spolu s typem označení a případným počtem v/v zařízení je zobrazen v tabulce 3.2. Jednotlivé v/v moduly musely pokrýt požadavek na 59 digitálních vstupů, 50 digitálních výstupů a 24 analogových vstupů (názvy v/v signálů jsou umístěny v příloze).

Modul	Označení	Typ a počet v/v	Počet ks
Zdroj	24V/5A		1
CPU	S7-3152 PN/DP		1
Digitální výstupy	SM 322	DO 32xDC24V/0,5A	2
Digitální vstupy	SM 321	DI 32xDC24V	2
Analogové vstupy	SM 331	AI 8x12bit	3

Tabulka 3.2: Sestava PLC S7-300

Na obrázku je znázorněno uskládání jednotlivých modulů na lištu a propojení PLC stanice s operátorským PC.



Obr. 3.2: Propojení PLC stanice s PC

4. KONFIGURACE V PROGRAMU STEP 7

V této kapitole je přiblížen softwarový nástroj STEP 7, určený k programování a konfiguraci programovatelných automatů Simatic (řady S7 a vyšší).

4.1 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ STEP 7

Hlavní komponenty [1]:

- SIMATIC Manager pro celkovou správu projektu
- Editor programu sloužící k tvorbě vlastního uživatelského programu. Programování je možné v jazycích LAD, STL a FBD
- Symbol editor ke správě globálních proměnných.
- Nástroj pro hardwarovou konfiguraci a parametrizaci (HW Config)
- Hardwarová diagnostika
- NetPro pro konfiguraci sítě a nastavení zpráv (data link) prostřednictvím MPI nebo PROFIBUS sběrnice

SIMATIC Manager je hlavním nástrojem pro vytvoření a úpravu projektu, vkládání stanic, jejich hardwarovou konfiguraci a parametrizaci (komponenta HW config), vkládání programových bloků uživatelské aplikace.

Další významnou součástí Manageru jsou diagnostické nástroje, které umožňují monitorování zařízení a zjištění normálních i chybových hlášení jednotlivých stanic a modulů (tzv. Diagnostic buffer).

Většina komponent v prostředí STEP 7 dovoluje pracovat ve dvou režimech:

- Offline
- Online (pouze pokud je PLC připojeno a zapnuto)

Online režim umožňuje v reálném čase sledovat stav zařízení (PLC), například sledovat hodnoty vstupů a výstupů, nebo při programování sledovat přímo průběh programu, což velmi usnadňuje jeho ladění.

4.2 TVORBA PROJEKTU VE STEP 7

Při tvorbě nového projektu v SIMATIC Manageru je možné použít průvodce (wizzard), který vytvoří projekt na základě zadaného jména a typu CPU jednotky. Pro lepší orientaci ve struktuře programu je vhodnější vytvořit projekt manuálně. Po kliknutí na ikonu *new (menu-File-new)* se zadá jméno a cesta k projektu.

Okno projektu je rozděleno na dvě části. V levé části je zobrazena struktura projektu a v pravé části se zobrazují objekty patřící k vybrané položce z levé části okna. Celá hierarchická struktura projektu bude patrná dále po vložení stanice a programových bloků. Výběrem položky v pravé části se spustí příslušný nástroj k jejich úpravě (Editor programu, HW Config atd.)

Stanice reprezentuje jedno zařízení v projektu (např. PLC včetně rozšiřujících modulů). Projekt může obsahovat libovolný počet stanic podle rozsáhlosti a členitosti hardwarového vybavení. Stanice se vloží po kliknutí pravého tlačítka myši na název projektu a po vybrání *Insert New Object – SIMATIC 300 Station (Menu – Insert – Station – SIMATIC 300 Station)*.

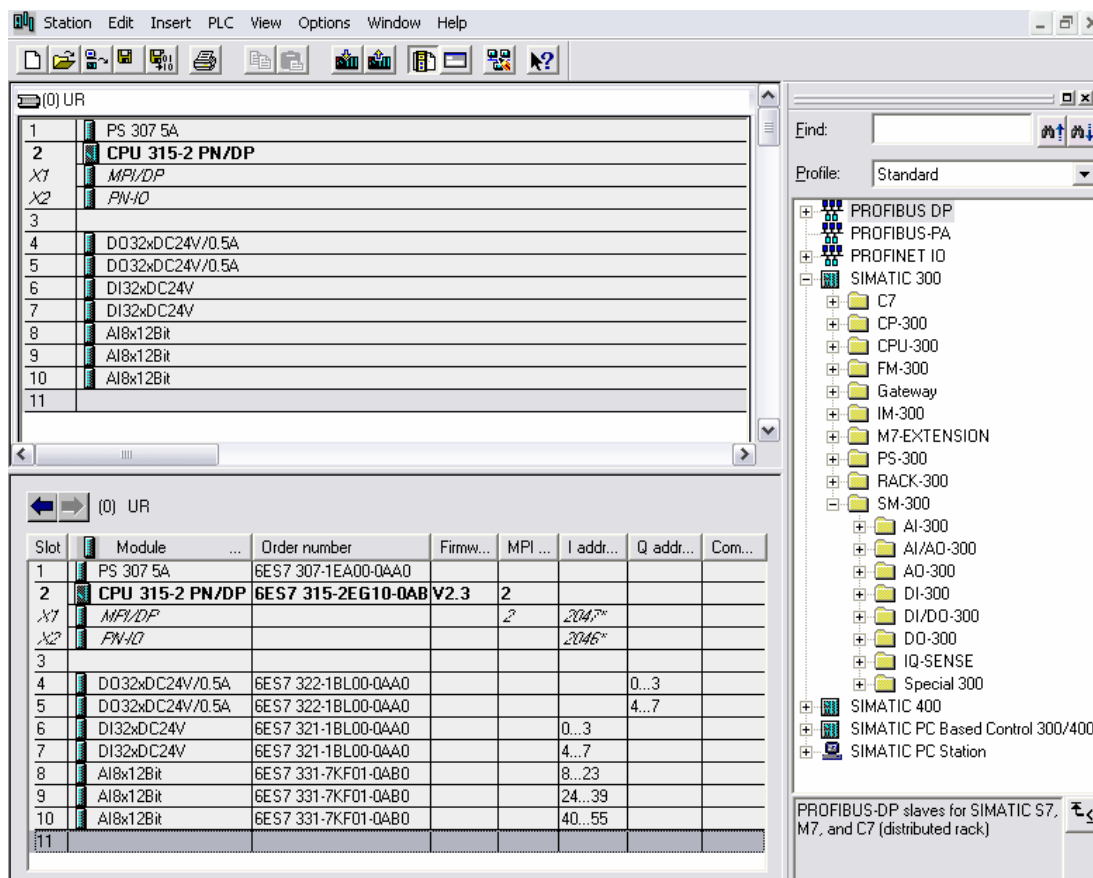
4.2.1 HW konfigurace Simatic S7-300

Po vybrání stanice se v pravé části okna objeví položka Hardware. Přes ní je možné spustit HW Config, který slouží ke konfiguraci a parametrizaci stanice.

Při konfiguraci se jako první vloží rack, který představuje lištu s jedním PLC. Vložení se provádí přetažením myši s hardwarového katalogu do levé části okna. Pokud se katalog nezobrazí v pravé části okna automaticky, spustíme jej pomocí ikony Catalog na horní liště (*Menu – View – Catalog*).

Jednotlivé moduly PLC se vkládají do volných slotů racku. Výjimkou je Slot 3, který zůstává volný jako rezerva pro Interface modul. Do jednoho Racku je možné vložit pouze jeden zdroj a jeden CPU modul. Počet V/V modulů je libovolný. U jednotlivých vstupů a výstupů, které se nepoužívají (nejsou zapojeny), je vhodné zrušit interní diagnostiku. Předejde se tím možným chybovým hlášením. Ve vlastnostech V/V modulu se tedy zvolí příslušné checkboxy v *Group Diagnosis*.

Výsledná konfigurace potom vypadá takto:



Slot	Module	Order number	Firmw...	MPI ...	I addr...	Q addr...	Com...
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AA0					
2	CPU 315-2 PN/DP	6ES7 315-2EG10-0AB0	V2.3	2			
X1	MPI/DP				2048*		
X2	PN-IO				2048*		
3							
4	DO32xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BL00-0AA0				0...3	
5	DO32xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BL00-0AA0				4...7	
6	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0			0...3		
7	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0			4...7		
8	AI8x12Bit	6ES7 331-7KF01-0AB0			8...23		
9	AI8x12Bit	6ES7 331-7KF01-0AB0			24...39		
10	AI8x12Bit	6ES7 331-7KF01-0AB0			40...55		
11							

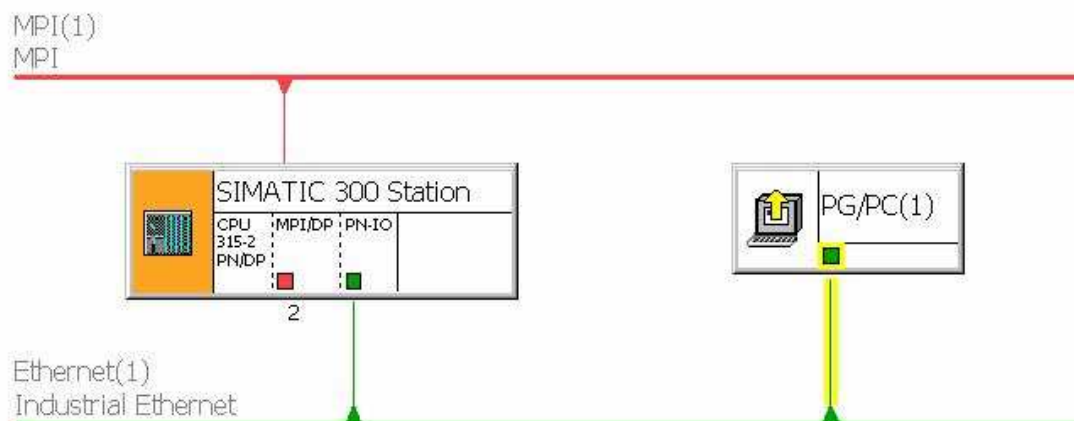
Obr. 4.1: HW Konfigurace PLC

Po vložení všech modulů a nastavení jejich parametrů, je nutné konfiguraci uložit a zkompilovat (*Save and compile*). Poté se nahraje do PLC pomocí ikony *Download to module*. Při nahrávání konfigurace musí být PLC zapnuto, a pomocí přepínače na CPU modulu nastaven mód Stop. Pokud by při pokusu o uložení konfigurace bylo PLC v módu Run, zobrazilo by se varovné okno s nabídkou zastavení PLC.

4.2.2 Konfigurace pomocí programu NetPro

NetPro je podprogram vývojového prostředí Step 7, který slouží k nastavení datových spojení přes MPI, Ethernet nebo Profibus.

Při nastavení komunikace nejprve dojde k výběru stanic, které mají být mezi sebou propojeny, ty se posléze připojí k příslušné komunikační sběrnici (viz. obr. 4.2). U stanice SIMATIC 300 je potřeba u položky PN – IO nastavit IP adresu a masku sítě, po kliknutí pravého tlačítka myši na tuto oblast se zvolí *Object Properties – General – Properties*. Stejným způsobem se nastaví IP adresa a maska sítě u PC stanice, dále se zde zvolí síťové rozhraní, které tato stanice používá.



Obr. 4.2: Propojení stanic přes komunikační sběrnici

4.2.3 Adresování

Ve standardním režimu (bez safety atributu) se adresování modulů provede automaticky po vložení do racku. Adresy se zobrazují v detailu racku ve spodní části okna HW Config nebo ve vlastnostech modulu (properties).

Počáteční adresa modulu (ať už ve standardním nebo safety režimu) je zároveň počáteční adresou používanou k adresování vstupů a výstupů (I address, Q address).

Například u vstupního modulu s 32 digitálními vstupy a počáteční adresou 4, je vstup adresován takto:

I4.0

I – vstupní element (Input)

4 – adresovací Byte

0 – bit adresovacího Bytu

Z adresování po Bytech je zřejmé, že pokud je v modulu více než 8 vstupů, u vyšších bitů dojde k přetečení Bytu. Poslední, tedy 32. vstup má tedy adresu:

I7.7

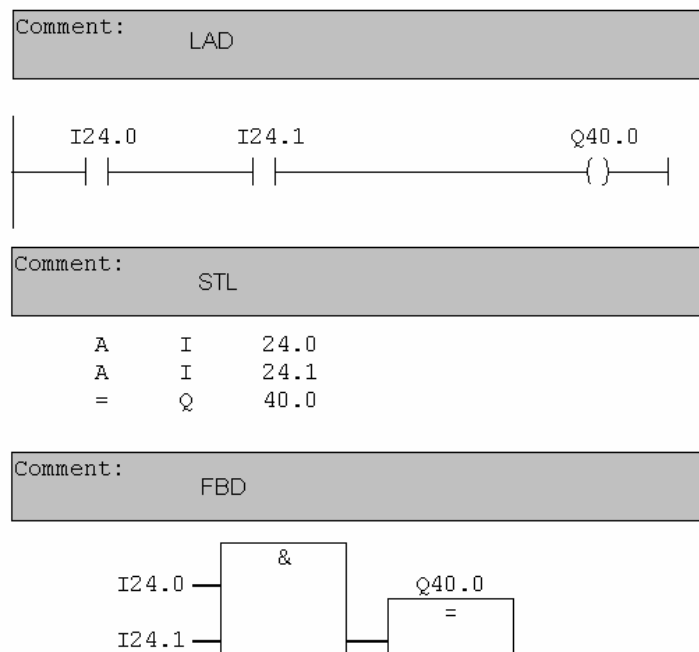
4.2.4 Editor programu a programovací jazyky

V Editoru programu, lze programovat ve třech základních programovacích jazycích. LAD a FBD jsou grafické programovací jazyky a STL je textový jazyk. Dalším programovacím jazykem je SCL - *Structured Control Language*. Jedná se o Siemens STEP 7 implementaci pro strukturovaný text jak je definován v normě IEC 61131. SCL je vyšší programovací jazyk vycházející z jazyku Pascal. V souladu se zadáním je řídicí program napsán v jazyce SCL. Pro takto rozsáhlý program, je výhodné použít programovací jazyk SCL pro jeho přehlednost a rychlou orientaci ve zdrojovém textu. Více informací o jazyce SCL je v následující kapitole.

Programování v jazyku LAD (Ladder Logic) probíhá na principu reléových schémat, což vzniklo náhradou reléové logiky programovatelnými automaty. Na levé straně je přivedeno napětí odpovídající logické úrovni 1, vpravo se nachází zem a uprostřed se vkládají komponenty (spínače, výstupy, ale i složitější funkční bloky jako časovače, čítače a další) tak, aby utvořily pomyslný el. obvod. Jednotlivé komponenty se přetahují z knihovny v levé části okna do Networků. Network představuje jeden řádek v reléovém schématu.

Jazyk FBD (Function Block Diagram) je založen na sestavování logického schématu propojováním logických bloků.

Programování v STL jazyce (Statement List) je ze všech jazyků pro S7 řídicí systémy nejvíce podobné programování ve strojovém kódu. Umožňuje využít všechny důležité aspekty programování k vytvoření kompletního uživatelského programu. Má přes 130 základních instrukcí a samozřejmě umožňuje strukturování programu pomocí funkcí a funkčních bloků.



Obr. 4.3: Ukázka programovacích jazyků

Údajový typ	Příkaz v SCL	Délka v bitech
Bit	BOOL	1
Byte	BYTE	8
Word	WORD	16
Double Word	DWORD	32
Znak	CHAR	8
Integer	INT	16
Double Integer	DINT	32
Číslo s desetinou čárkou	REAL	32
S5 Time	S5TIME	16
Time	TIME	32
Date	DATE	16
Time of day	TIME_OF_DAY	32

Tabulka 4.1: Základní údajové typy jazyka SCL [8]

4.3 TVORBA STANDARDNÍHO UŽIVATELSKÉHO PROGRAMU

Po dokončení konfigurace PLC je v SIMATIC Manageru vidět v levé části celá základní struktura projektu. Pod stanicí SIMATIC 300 je typ CPU námi používaného PLC. Pod ním STEP 7 automaticky vygeneroval položku Program. V ní jsou obsaženy skupiny Sources a Blocks.

Do skupiny **Blocks** je možné vkládat také vlastní bloky kliknutím prvním tlačítkem na **Blocks** a vybráním *Insert new object (menu – Insert – S7 Block)*.

Programové bloky:

Bloky mohou být různého typu. Nejpoužívanější jsou bloky:

- OB – organizační blok, volají se z něj funkce a funkční bloky
- FB – funkční blok, jednotlivé vstupy a výstupy jsou spojeny s příslušným datovým blokem
- FC – funkce,
- DB – datový blok, oblast v paměti PLC ve které jsou uloženy hodnoty jednotlivých proměnných funkčního bloku
- VAT – tabulka proměnných
- UDT – uživatelský datový typ
- SFB, SFC – systémové bloky pro standardní operace

Po označení skupiny **Blocks** je vidět, že v pravém okně je již vytvořen blok OB1. Je to základní organizační blok, který je vykonáván v každém cyklu PLC. Tvoří rozhraní mezi operačním systémem a vlastním uživatelským programem. Dále ovládá start PLC, cyklické přerušování a je vhodný pro ošetření chybových hlášení.

Ve skupině **Sources** je nejprve potřeba vytvořit nový objekt s typem *SCL Source* a to tak, že v SIMATIC Manageru po kliknutí pravého tlačítka dojde k výběru *Insert New Object – SCL Source (Menu – Insert – S7 software – SCL Source)*. Po zvolení názvu pro nově vytvořený SCL Source je možné začít psát program v jazyce SCL.

Po otevření tohoto objektu, se objeví okno, které je rozděleno na dvě části. Horní část je určená pro editování zdrojového textu, spodní část zobrazuje chybové hlášení (errors) a varování (warnings) při kompilaci.

Nyní je možné do toho objektu vložit šablonu některého ze základních programových bloků (*Menu – Insert – Block Template*). Kromě šablon programových bloků je možné vložit i některou ze šablon příkazů jazyka SLC: IF, CASE, FOR, WHILE, REPEAT.

Každý programový blok má svou oblast určenou k deklaraci proměnných, která se používá k definování lokálních a globálních proměnných, parametrů a konstant. Lokální proměnné, parametry a konstanty, které se používají v rámci jednoho bloku jsou definované v oblasti deklarace v daném bloku. Globální proměnné, které mohou být adresované libovolným blokem, se definují v oblasti deklarace bloku DB.

Typ	SCL syntaxe	FB	FC	OB	DB	UDT
Konstanty	CONST ... END_CONST	√	√	√		
Dočasné proměnné	VAR_TEMP ... END_VAR	√	√	√		
Statické proměnné	VAR ... END_VAR	√	√		√*	√*
Vstupní proměnné	VAR_INPUT ... END_VAR	√	√			
Výstupní proměnné	VAR_OUTPUT ... END_VAR	√	√			
Vstupně/výstupní proměnné	VAR_IN_OUT ... END_VAR	√	√			

Tabulka 4.2: Oblast deklarace proměnných [8]

* V DB a UDT se klíčová slova VAR a END_VAR nahrazují klíčovými slovy STRUCT a END_STRUCT

Rozdíl mezi dočasnou a statickou proměnnou (viz tabulka 4.2) je ten, že hodnota dočasné proměnné se po ukončení daného bloku neuchová a hodnota statické proměnné se po ukončení daného bloku uchová až do dalšího volání tohoto bloku.

```

FUNCTION_BLOCK Michacka

VAR_INPUT
    Automat,           //prepinani automatickeho rezimu
    Start_Motoru       //vazba na DB skipu
                        :BOOL;
    Vypust              //cislo vypusti ktera prave otevira
                        :INT;
END_VAR

VAR_IN_OUT
    Motor              // vystup pro motor
                        :BOOL;
END_VAR

VAR
    (* vstupy a vystupy michacky*)
    DB_OTV              // oteviraci ventil
                        :ARRAY[1..2] OF BOOL;
    DB_ZAV              // zaviraci ventil
                        :ARRAY[1..2] OF BOOL;

    (*vnitрни promenne michacky*)
    S_Mich              // sekvence michani
                        : INT:=0;
    S_Teleskop          // sekvence teleskop
                        : INT:=0;
    S_Vibrator          // sekvence vibrator
                        : INT:=0;
END_VAR

VAR_TEMP
    // Temporary Variables
    pom                :BOOL;
    i,fs               :INT;
END_VAR

    // Instruction Section

END_FUNCTION_BLOCK

```

Obr. 4.4: Příklad funkčního bloku

Jednotlivé SCL zdroje, jsou blíže popsány v šesté kapitole.

5. KONCEPCE ŘÍZENÍ LICÍ VĚŽE

V této kapitole je přiblížen program pro operátorské PC, princip činnosti licí věže, ale i jednotlivé použité snímače.

5.1 PROGRAM PRO OPERÁTORSKÉ PC

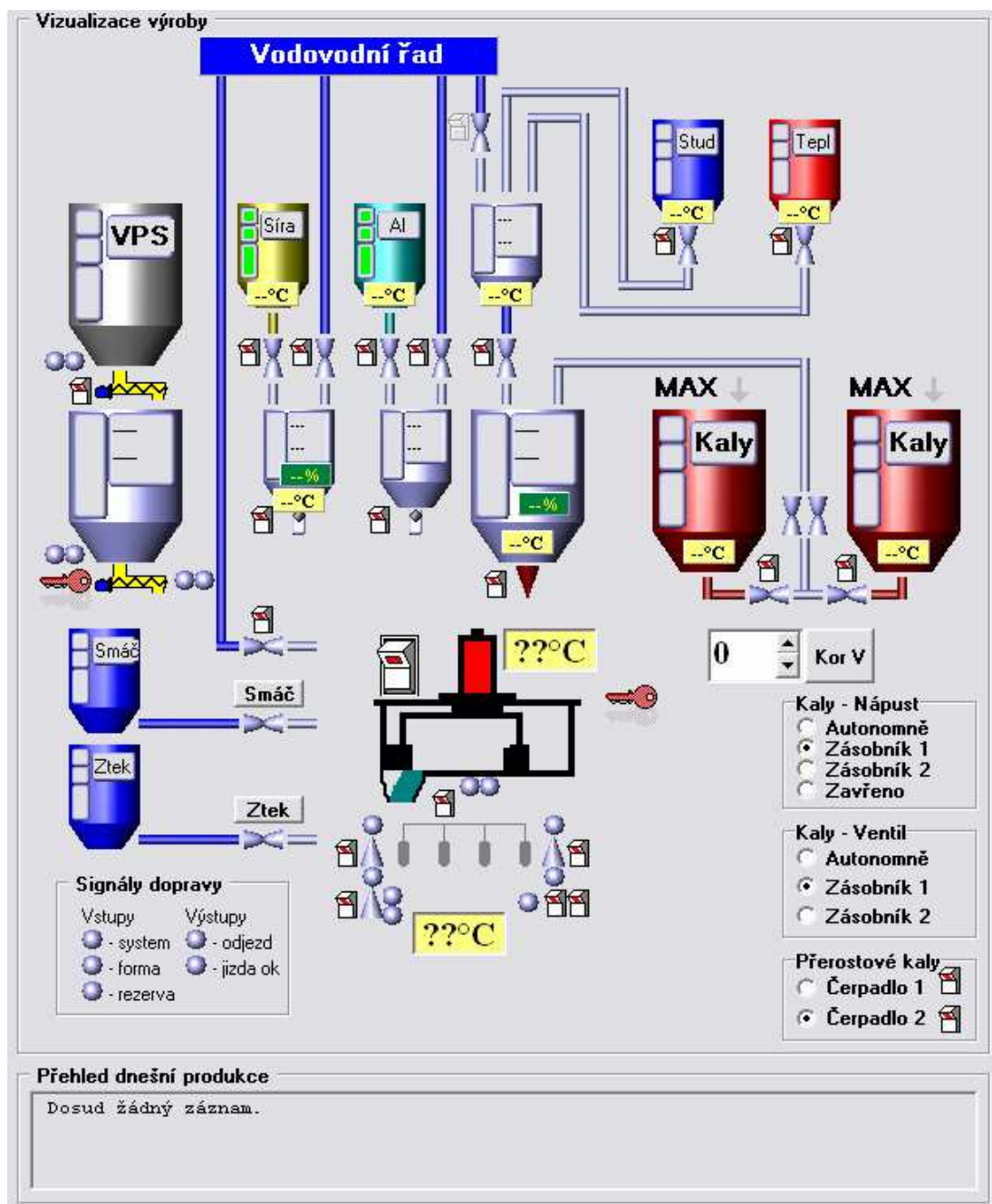
Aplikace Mísírna Třebovice je vyvinuta na platformě MS-Windows a umožňuje ovládat výrobu pórobetonové směsi na operátorském PC. Komunikuje s programovatelným automatem firmy Siemens řady Simatic S7-300, který na základě dat získaných z aplikace řídí vlastní výrobu pórobetonu. Program zajišťuje správu databáze materiálů a receptur, bilancuje produkci spolu se spotřebou materiálů a vytváří záznamy výroby. Tento program pro operátorské PC není součástí náplně práce.

Samotné okno aplikace lze rozdělit na dvě části:

V levé části se nachází vizualizace výroby (viz obr 5.1). Po objednání receptury se ve vahách na horním řádku zobrazí požadované množství přísady, na druhém řádku je zobrazena aktuální hmotnost. V ručním režimu lze navázat přísadu po stisknutí některého z tlačítek určených k otevření daného ventilu nádrže, popřípadě puštění příslušného čerpadla nebo šneku VPS směsi. V levém dolním rohu se nachází ukazatele signálů dopravy. V pravém dolním rohu jsou umístěny přepínače pro výběr trasy plnění dvou nádrží přerostových kalů a následný způsob napouštění kalů do váhy. Přehled dnešní produkce, umístěný ve spodní části okna, obsahuje záznamy výroby za daný den. Zde jsou zobrazeny jak požadované, tak i skutečné navážené hodnoty daných přísad.

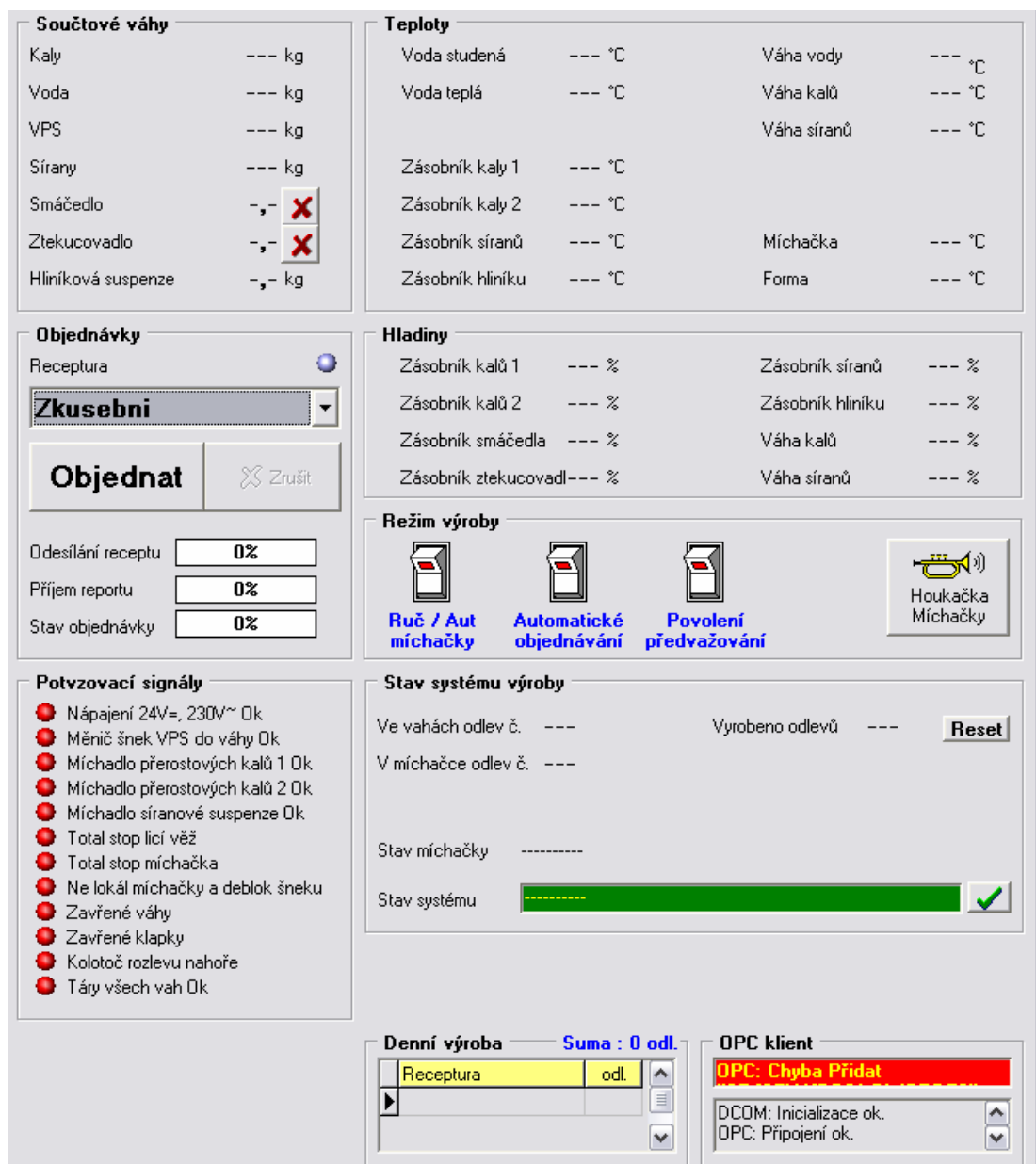
V pravé části okna aplikace (viz obr 5.2) se nachází potvrzovací signály, hodnoty navážených přísad, teploty a výšky hladin ve vahách a nádržích, výběr receptury, stav objednávky a především přepínač automatického a ručního režimu umístěný ve středu okna. Ve spodní části okna se nachází ukazatel stavu systému výroby spolu s případným chybovým hlášením, stav OPC klienta a přehled denní výroby.

Pokud se nějaká váha plní, dojde ke změně barvy ventilu i potrubí. Snímače hladiny pak podávají informaci o množství přísady ve váze nebo v nádrži. Vizually je to zobrazeno pomocí sloupcového ukazatele, který je umístěn v levé části dané ikony.



Obr. 5.1: Vizualizace výroby

Při poruše (zobrazení ve stavu systému výroby v pravé spodní části okna) se zelená barva stavu systému změní na červenou a začne blikat. Po odstranění poruchy je potřeba chybu odkliknout potvrzovacím tlačítkem, které je vpravo od chybového hlášení.



Součtové váhy

Kaly	---	kg
Voda	---	kg
VPS	---	kg
Síraný	---	kg
Smáčedlo	-,-	✗
Ztekucovadlo	-,-	✗
Hliníková suspenze	-,-	kg

Teploty

Voda studená	---	°C	Váha vody	---	°C
Voda teplá	---	°C	Váha kalů	---	°C
Zásobník kaly 1	---	°C	Váha síranů	---	°C
Zásobník kaly 2	---	°C	Míchačka	---	°C
Zásobník síranů	---	°C	Forma	---	°C
Zásobník hliníku	---	°C			

Objednávky

Receptura ⊙

Zkusebni

Objednat ✕ Zrušit

Odesílání receptury





Příjem reportu

Stav objednávky

Hladiny

Zásobník kalů 1	---	%	Zásobník síranů	---	%
Zásobník kalů 2	---	%	Zásobník hliníku	---	%
Zásobník smáčedla	---	%	Váha kalů	---	%
Zásobník ztekucovadla	---	%	Váha síranů	---	%

Režim výroby

 **Ruč / Aut míchačky**  **Automatické objednávání**  **Povolení předvažování**  **Houkačka Míchačky**

Potvrzovací signály

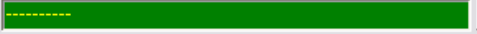

- Nápajení 24V=, 230V~ Ok
- Měnič šnek VPS do váhy Ok
- Míchadlo přerostových kalů 1 Ok
- Míchadlo přerostových kalů 2 Ok
- Míchadlo síranové suspenze Ok
- Total stop licí věž
- Total stop míchačka
- Ne lokál míchačky a deblok šneku
- Zavřené váhy
- Zavřené klapky
- Kolotoč rozlevu nahoře
- Táry všech vah Ok

Stav systému výroby

Ve vahách odlev č. --- Vyrobeno odlevů --- **Reset**

V míchačce odlev č. ---

Stav míchačky -----

Stav systému  

Denní výroba **Suma : 0 odl.**

Receptura	odl.
-----------	------

OPC klient

OPC: Chyba Přidat

DCDM: Inicializace ok.

OPC: Připojení ok.

Obr. 5.2: Signalizace a ukazatele hodnot

5.2 VÝROBA PÓROBETONU V AUTOMATICKÉM REŽIMU

Nejprve se spustí program na operátorském PC. Po přihlášení obsluhy dojde k ověření komunikace mezi operátorským PC a PLC stanicí. Před samotnou výrobou pórobetonu je potřeba ověřit funkčnost všech motorů a čerpadel na licí věži. Dále je potřeba zjistit, zda není nějaká váha otevřená nebo plná. Pokud není nějaká tato podmínka splněna, v programu na operátorském PC se rozsvítí výstražná červená kontrolka.

Je-li vše v pořádku, dojde k výběru receptury, popřípadě k doladění požadovaného množství jednotlivých přísad. Ty se mění především v závislosti na kvalitě VPS. Po objednání receptury obsluha operátorského PC spustí automatický režim a začnou se plnit váhy. Měření hmotnosti probíhá pomocí tenzometrů. V každé váze, kromě váhy VPS, je také umístěn teploměr, který podává obsluze informace o stavu každé přísady. Pomocí vah jsou měřeny tyto přísady: kaly, voda, sírany, VPS, a hliník. Množství zbylých dvou přísad je měřeno pomocí dávkovacích čerpadel, jedná se o ztekuvadlo a smáčedlo.

Ve váze kalů a síranu je potřeba kontrolovat jestli nedošlo ke změně hustoty. Tyto dvě váhy mají navíc ultrazvukový snímač, pro měření výšky hladiny. Je-li znám objem a váha, hustota se dopočítá dle vzorce

$$\rho = \frac{m}{V} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \quad (5.1)$$

kde ρ ... hustota přísady
 m ... váha přísady
 V ... objem přísady

Je-li vše naváženo a forma je připravená pod míchačkou, začne dávkování přísad do míchačky. Během celého dávkování probíhá míchání. Nejprve se dávkuje kaly, voda, sírany, ztekuvadlo a smáčedlo. Po promíchání mokrých složek přidáme VPS. Po nadávkování VPS a následném promíchání dávkuje hliníkovou suspenzi. Je-li hliníková suspenze nadávkovaná, směs v míchačce se naposledy promíchá a obsah se vylije do formy, která je umístěna pod míchačkou. Do této směsi se ponoří



Obr. 5.3: Klapka pod vahou VPS spolu s dávkovacím šnekem

Vážení [7]

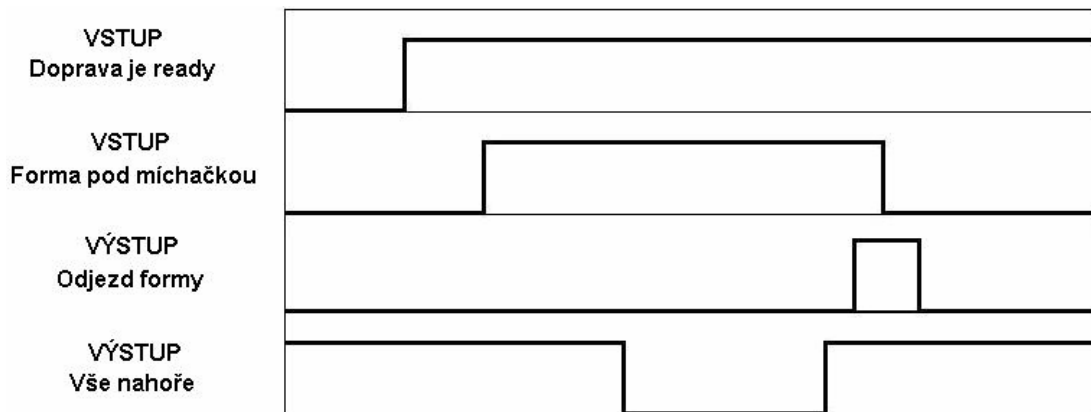
Aby vážení složky proběhlo bezchybně musí trvat nejméně cca 3 sekundy. Při kratší době se zvyšuje nepřesnost až na desítky procent. Pokud je předřazený dávkovací ventil otevřen naplno může zvláště při malých dávkách docházet pouze k mžikovému otevírání dávkovacího ventilu. Tento jev je způsoben dynamickým rázem, který ihned překročí požadovanou hodnotu navážky. Po uklidnění váhy vážící algoritmus zjistí, že skutečná statická hmotnost je mnohem nižší než požadovaná a provede korekci vážení. Při příštím vážení této složky automat navažuje vyšší hodnotu tak, aby se výsledná statická hmotnost přiblížila požadované. Toto zvyšování probíhá až do okamžiku, kdy korekcí zvýšená hodnota je větší než dynamický ráz, poté však klapka zůstane otevřena po dobu než nadávkuje korekcí zvýšené množství a pak teprve zavírá. Výsledkem je navážka s výrazně vyšší hmotností než byla požadovaná.

Řízení dopravy:

Pod pojmem řízení dopravy je zde myšleno řízení pohybu formy pod míchačkou, která slouží k převozu pórobetonu na zrací pole. Forma je zobrazena na obrázku 5.5.

Vstupní signál *Doprava je ready* udává, že je vše v pořádku a je možné začít jezdit s formou (viz. obr. 5.4). Důležitým signálem je *Forma je pod míchačkou*. Až po příchodu tohoto signálu je možné začít míchat směs pórobetonu. Pokud by se do míchačky nadávkovaly všechny složky včetně hliníku, musí se po určité době celý obsah vypustit i kdyby forma před vypuštěním odjela z prostoru pod míchačkou. Pro tento případ, je pod míchačkou připravená jímka.

Je-li domícháno může se začít vypouštět obsah míchačky do formy. Po vypuštění celého obsahu míchačky do formy se čeká na výstupní signál *Vše nahoře*. Tento signál udává, že teleskop, síto i ponorné vibrátory jsou ve své původní pozici pod míchačkou a nezasahují do dráhy pojízdného vozíku s formou. Nyní se teprve aktivuje druhý výstupní signál *Odjezd formy* a vozík odjíždí s formou na zrací pole. Vstupní signál *Forma je pod míchačkou* se tímto dostává zpět na logickou úroveň 0.



Obr. 5.4: Harmonogram řízení dopravy

Na obrázku 5.5 je zachycena spodní část míchačky spolu s teleskopickou tyčí a ponornými vibrátory. Síto, které je umístěno na konci teleskopické tyče, bylo v testovacím provozu sejmuto a na fotografii chybí. Ve spodní části snímku lze vidět odpadní jímku a pojízdnou plošinu na kterou se umístí forma.



Obr. 5.5: Spodní část míchačky s teleskopickou tyčí a ponornými vibrátory

Směšování teplé a studené vody:

Směšování teplé a studené vody je v této technologii výroby použito kvůli optimálnímu průběhu chemických reakcí ve výrobcích. Vychází z kalorimetrické rovnice, kde dochází k tepelné výměně těles, pro která platí zákon zachování energie (teplo, které při výměně jedno těleso odevzdá, druhé těleso přijme) Dále se předpokládá, že nedochází ke změně druhu energie.

Vzorec vychází z kalorimetrické rovnice, ve které dojde k vykrácení měrné teplotní kapacity vody, jelikož je pro obě kapaliny stejná:

$$m_1(t_1 - t) = m_2(t - t_2) \quad (5.2)$$

dále platí: $m = m_1 + m_2$

kde m ... hmotnost vody

t ... teplota vody, $t_1 > t > t_2$

Ze znalosti celkové požadované teploty t , celkové požadované hmotnosti m a teploty obou kapalin t_1 a t_2 se hmotnosti kapalin m_1 a m_2 určí takto:

$$m_1 = \frac{m \cdot (t - t_2)}{(t_1 - t) + (t - t_2)} [kg] \quad (5.3)$$

$$m_2 = \frac{m \cdot (t_1 - t)}{(t - t_2) + (t_1 - t)} [kg] \quad (5.4)$$

t_1 [°C]	t_2 [°C]	t [°C]	m [kg]	m_1 [kg]	m_2 [kg]
75	20	20	10	0	10
75	20	30	10	1,82	8,18
75	20	40	10	3,64	6,36
75	20	50	10	5,45	4,55
75	20	60	10	7,27	2,73
75	20	70	10	9,09	0,91
75	20	75	10	10	0
75	20	20	15	0	15
75	20	30	15	2,73	12,27
75	20	40	15	5,45	9,55
75	20	50	15	8,18	6,82
75	20	60	15	10,91	4,09
75	20	70	15	13,64	1,36
75	20	75	15	15	0

Tabulka 5.2: Ukázka výpočtu hmotností m_1 a m_2

5.3 OPTIMALIZACE HODINOVÉHO CYKLU

Nedílnou součástí realizace tohoto projektu je řešení optimalizace hodinového cyklu. Byl zde požadavek na dobu trvání jednoho výrobního cyklu 4,5 minuty, tzn. 13 odlevů za hodinu. První odlev s dávkováním všech přísad i s navážením trval 8 minut.

Největší snížení času jednoho výrobního cyklu přineslo navažování jednotlivých přísad hned po objednání receptury, je-li daná váha volná. Jakmile se tedy navážený obsah váhy vypustí do míchačky, dojde znovu k navážení příslušného množství přísady dle receptury pro následující záměs. Po vypuštění pórobetonu do formy jsou již všechny složky navázeny a může se začít míchat další objednávka.

Neméně podstatné zkrácení výrobního cyklu přineslo použití závěrných klapek před váhou. Daná přísada se po uzavření klapky již nedostala do váhy a doba na dovážení se podstatně zkrátila. Toto opatření mělo také pozitivní vliv na korekci. Pouze u hliníkové suspenze se čeká na vytečení zbylého obsahu z přívodního potrubí. Této přísady se však ve srovnání se zbylými přísadami dávkuje podstatně méně a na délku výrobního cyklu to nemá vliv.

Další snížení doby tohoto cyklu bylo dosaženo po úpravě časů míchání směsi daných recepturou. Receptura udává dobu míchání mokrých složek, dobu míchání mokrých složek a VPS směsi a dobu míchání směsi po přidání hliníkové emulze. Tyto časy jsou dány výrobním technologem a jsou prověřeny mnohaletými zkušenostmi z výroby. Nová licí věž má však jiný způsob dávkování příměsí a uzpůsobení míchacího zařízení, proto došlo i ke změně těchto časů. Přísady jsou nyní nadávkovány daleko rychleji než na staré licí věži, což je dáno především umístěním vah přímo nad míchačku a také přívodním potrubím s velkým průměrem. Rychlé dávkování bylo ovšem negativní u dávkování VPS směsi (viz kapitola 5.2), proto se klapka pod váhou VPS musí otvírat a zavírat v časovém intervalu, aby nedošlo k vyprázdnění celého obsahu z váhy do míchačky najednou.

5.4 BEZKONTAKTNÍ MĚŘENÍ TEPLoty

Teplota je jednou z nejsledovanějších technologických a diagnostických veličin. Přístroje a zařízení pro bezkontaktní měření teploty využívají moderní elektronickou instrumentaci a výhody digitálního zpracování. Díky velkému rozmezí měřených teplot od -50 do $+3\,000$ °C lze bezkontaktní teploměry využít ve většině průmyslových činností [9].

Bezkontaktní teploměry pracují na principu vyhodnocení množství vyzářené energie v infračerveném spektru. Infračervené záření emitují všechna tělesa, jejichž teplota je vyšší než 0 K, vlivem tepelného pohybu elementárních částic hmoty. Konstrukčně je bezkontaktní teploměr opticko-elektronický přístroj. Objektiv soustřeďuje infračervené záření na senzor, který je převede na elektrickou veličinu. Elektronická jednotka s procesorem signál senzoru zpracuje a zobrazí na displeji hodnotu teploty, případně převede na standardní elektrické veličiny [6].

Mezi výhody bezkontaktního měření teploty patří rychlost měření, možnost měření pohybujících se předmětů, měření na obtížně přístupných místech, na malých plochách, v silných elektromagnetických polích, v prostředích chemicky agresivních, s vysokou vlhkostí či koncentrací kouře nebo ve vakuu. Při měření nedochází k ovlivnění měřeného předmětu, k mechanickým účinkům na povrch měřeného objektu nebo ke kontaminaci

Nevýhodou je, že měřený předmět musí být opticky viditelný a dochází pouze k měření povrchové teploty.

Při realizaci tohoto projektu byl vybrán bezdotykový teploměr firmy Raytek (viz kapitola 5.5). Ta rozlišuje tři základní typy bezkontaktních teploměrů:

- Ruční přístroje
- Systémové přístroje
- Zobrazovací systémy

Ruční bezkontaktní teploměry se využívají všude tam, kde je třeba pohodlně, rychle a operativně zjišťovat absolutní teplotu, její změnu, popř. teplotní tendence. Tyto přístroje jsou určeny hlavně pro všeobecnou teplotní diagnostiku. Měří v rozsahu -30 až $+760$ °C.

Systémové bezkontaktní teploměry se používají při monitorování a řízení tepelných procesů v těch oblastech průmyslu, vývoje a výzkumu, kde je nezbytná objektivní znalost teploty pro dodržení technologických postupů, kvality procesu i konečného produktu. Lze využít speciálních provedení, což umožňuje použití i při vysokých okolních teplotách. Výhodou je možnost digitální komunikace přes rozhraní RS-485/232, k dispozici jsou i standardní analogové výstupy. Součástí většiny systémových pyrometrů je výkonné programové vybavení DataTemp, které umožňuje nejen průběžně zobrazovat průběhy teploty na obrazovkách běžných PC, ale i archivovat naměřené údaje v podobě zákaznický konfigurovatelných souborů. Měřicí rozsah u těchto systémových bezkontaktních teploměrů je v rozmezí -40 až $+3000$ °C. [9].

Pro kontinuální technologická měření s průběžným zobrazováním naměřených hodnot, jejich archivací a pro účely řízení technologických procesů se používají systémové bezkontaktní teploměry. Nachází uplatnění především při měření pohybujících se objektů. Umožňují snímat a zobrazovat teplotní profil velkých plošných cílů rychlostí až 48 řádků za sekundu při 256 měřených bodech na jeden řádek. Typickým využitím řádkových skenerů je kontrola teploty kontinuálně vyráběných materiálů, jako je ploché sklo, plastové fólie nebo papír. Časté využití najdou také při kontrole technologických zařízení, jako jsou např. pláště rotačních pecí, tepelných výměníků apod. [9].

5.5 POUŽITÉ SNÍMAČE

Bezkontaktní měření teploty:

Teplota směsi ve formě je měřena pomocí bezkontaktního infračerveného teploměru firmy Raytek – MID. Samotný teploměr se skládá ze dvou částí – měřící hlavičky a oddělená vyhodnocovací elektronika s pětimístným podsvíceným displejem (viz obr. 5.6). Díky malým rozměrům optické hlavičky a robustní skříňce s elektronikou s vysokým krytím je teploměr vhodný zejména pro měření teplot v průmyslovém prostředí. Po připojení teploměru k PC je možné nastavit jeho parametry, včetně emisivity (intenzita záření) nebo kritických teplotních mezí pro signalizaci.

Tento typ MID má měřící rozsah -40 až $+600$ °C s přesností 1%, stupeň krytí IP65, možnost komunikace přes rozhraní RS-232, analogový výstup 4 až 20 mA.



Obr. 5.6: Bezkontaktní teploměr Raytek – MID [6]

Měření teploty:

Teplota je měřena odporovými teploměry firmy Rawet – PTP50. Tento teploměr je v provedení s dvou vodičovým převodníkem 4-20mA (0-100°C), přesnost převodu < 0,5%, přetlak kapaliny max. 15 MPa.



Obr. 5.7: Odporový teploměr Rawet – PTP50 [3]

Měření výšky hladiny:

Výška hladiny je měřena pomocí ultrazvukových snímačů firmy PEPPERL+FUCHS – UB2000-F42-I-V15. Tyto snímače mají analogový výstup udávající hodnotu 4-20mA, pracovní rozsah 60-2000mm a reakční dobu cca 150ms.



Obr. 5.8: Ultrazvukový snímač PEPPERL+FUCHS – UB2000 [4]

Měření hmotnosti:

Hmotnost je měřena pomocí tenzometrických snímačů firmy GEFRAN. Jsou zde použity tři typy snímačů s označením CM, CU a TU. Porovnání jejich parametrů zobrazuje tabulka 5.3.

	GEFRAN-CM	GEFRAN-CU	GEFRAN-TU
Přesnost [%]	0,1	0,2	0,2
Maximální hodnota [kg] (podle typu)	100 - 50000	50 - 1000	50 - 1000
Výstupní tolerance z maximální hodnoty [%]	<±0,2	<±0,2	<±0,2
Vstupní / výstupní odpor [Ω]	700 / 700	350 / 350	350 / 350
Napájecí napětí [V]	10	10	10
Rozsah pracovních teplot [°C]	-10 až 50	-10 až 50	-10 až 50
Stupeň krytí	IP 67	IP 67	IP 67

Tabulka 5.3: Parametry tenzometrických snímačů firmy GEFRAN [5]

Pro jednotlivé váhy jsou použity tyto tenzometrické snímače:

- Kaly - GEFRAN CUK1M (0 až 1000 kg)
- VPS - GEFRAN CMK2M (0 až 2000 kg)
- Voda - GEFRAN CUK1M (0 až 1000 kg)
- Sírany - GEFRAN TUK5C (0 až 500 kg)
- Hliník - GEFRAN TUK1C (0 až 100 kg)

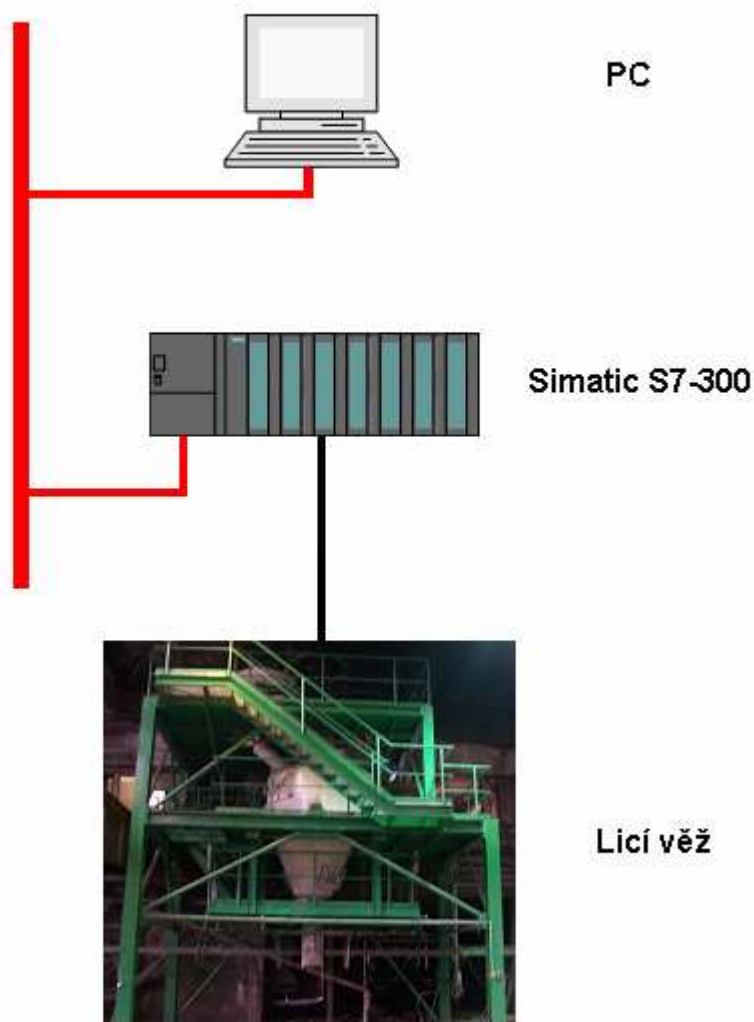


Obr. 5.9: Tenzometrický snímač GEFRAN – TU [5]

5.6 ARCHITEKTURA ŘÍZENÍ LICÍ VĚŽE

Licí věž je řízena stanicí Simatic S7-300, která komunikuje s PC přes síť ethernet protokolem TCP/IP. V PC probíhá správa receptur, vizualizace, ruční ovládání nebo také lze online sledovat jednotlivé vstupy a výstupy, jako jsou například teploty přísad, výšky hladin ve vahách, nádržích apod.

ETHERNET



Obr. 5.10: Architektura řízení licí věže

6. POPIS PROGRAMU

V této kapitole je přiblížen samotný program k řízení licí věže, který je napsán v jazyce SCL.

V SIMATIC Manageru ve skupině *Sources* jsou umístěny jednotlivé soubory se zdrojovým kódem, kde je program psán přímo do daného SCL zdroje např. pro funkci, funkční nebo datový blok. Všechny tyto programové bloky jsou při kompilaci vytvořeny ve skupině *Blocks*. Přehled těchto bloků je v tabulce 6.1. Jde-li o instanční datový blok, jsou při kompilaci dány jeho proměnné funkčním blokem, ke kterému je datový blok přiřazen.

Popis jednotlivých SCL zdrojů v programu:

Compile

Je typu *Compile Control File* a slouží k volání jednotlivých SCL zdrojů pro jejich překlad při kompilaci. Do tohoto souboru se vkládají pouze názvy samotných SCL zdrojů. Výhodou je, že dochází ke kompilaci proměnných i v jiných částech programu, než v samotném zdroji kde je proměnná deklarována, což při kompilaci pouze jednoho SCL zdroje způsobuje problémy a vypisuje chybová hlášení. Tento způsob kompilace je vhodný použít právě tehdy, když jsou jednotlivé zdrojové kódy umístěny ve více SCL zdrojích, právě tak, jako je to v tomto projektu.

Main_Vez

V tomto SCL zdroji jsou volány organizační bloky OB100 a OB1. Pomocí organizačního bloku OB100 je zajištěna inicializace v prvním cyklu PLC. Organizační blok OB1 se vykonává v každém cyklu PLC a volá jednotlivé funkce a funkční bloky, jako jsou například FB_Vyska_hladiny, Vazeni_Vez, Michani, Michacka, Styk_PC apod. Dále je zde kontrolován signál *Doprava je ready*, jsou zde hlídány signály udávající havarijní maxima nádrží a signály *Total Stop* tlačítek pro míchačku a celou licí věž.

Misirna_Vez

V tomto SCL zdroji je napsán především algoritmus míchání, který je obsažen ve funkčním bloku *Michacka*. Dále jsou zde umístěny pomocné funkce k míchání a příslušné datové bloky. Po přepnutí do automatického režimu, dojde k rozběhu míchačky. Je-li rozběh v pořádku a míchačka je uzavřená, začne dávkování jednotlivých příměsí. Zde se také vyhodnocují případná zpoždění dávkování některé ze složek dané recepturou. S dávkováním souvisí také kontrola signálů o stavu naplnění a následném vyprázdnění jednotlivých vah. Dále jsou zde zpracovány signály řízení dopravy, vyslání reportu do operátorského PC a zpracování receptury. V neposlední řadě je zde řízen chod spouštění teleskopické tyče, síta a ponorných vibrátorů.

Styk_PC

Obsahuje data a procedury pro styk s PC. Kromě funkcí zajišťujících vysílání a příjem dat z PC, jsou zde především datové bloky PC_Report, DB_Nastaveni, Data_do_PC a Data_z_PC, ve kterých jsou do operátorské stanice posílány aktuální informace o stavu zaplnění nádrží a vah, teploty jednotlivých příměsí a případná chybová hlášení. Z PC se naopak vysílají signály z ovládacího panelu, především pro práci v ručním režimu. Tyto signály se zde v tomto SCL zdroji také zpracovávají a nastavují příslušné výstupní signály. Datový blok DB_Nastaveni obsahuje všechny konstanty a offsety pro teploměry a hladinoměry nastavitelné na operátorském PC.

Report

Obsahuje uživatelský datový typ Typ_Report a datový blok reportu DB_Report, dále funkce pro zpřístupnění reportu podle čísla šarže. Report je složen z informací o naměřených hodnotách ve váhách, množství přísad nadávkovaných dávkovacími čerpadly, z teplot jednotlivých přísad, ale i z teplot směsi v jednotlivých krocích výroby. Je zde uložena jak požadovaná hodnota, tak skutečná nadávkovaná hodnota z každé váhy.

Errors_Lib

Zde dochází ke zpracování chybových hlášení pro PC stanici pomocí jednotlivých funkcí. Mezi hlavní funkce patří SetErr, ClearErr a Error_Management . Vytvořená chybová zpráva má strukturu podle datového bloku DB_Error a obsahuje informace o tom které zařízení je v chybě a o jakou chybu se jedná. Chybová zpráva rozlišuje 14 různých zařízení (např. míchačka, váhy, čerpadla, dávkovací šneky a pod) a 13 různých chybových hlášení k těmto zařízením (např. hlášení o neotevření pro míchačku, velké táry u váhy, nespouštění pro čerpadla a pod). Přehled zařízení a příslušných chybových hlášení je umístěn v tabulce 6.1. Na operátorském PC se vždy zobrazuje poslední chyba. Pokud je odstraněna příčina chybového hlášení, lze chybu na PC potvrdit. V případě, že závada odstraněna nebyla, objeví se na operátorském PC znovu chybové hlášení.

Název zařízení	Číslo zařízení v programu	Chybové hlášení	Číslo chybového hlášení
Váha kaly	1	Velká Tára	2
Váha VPS	2	Je otevřená	3
Váha voda	3	Neváží složka	4
Váha síranů	4	Nezavřela složka	5
Váha AL	5	Nevypouští	6
Míchačka	6	Nezavřela	7
Průtokoměr	7	Nejede	8
Šnek z váhy VPS	10	Neotevřela	9
Šnek do váhy VPS	11	Průsak	18
Teleskopická tyč	12	Neteče	19
Ponorné vibrátory	13	Výpadek	22
Síto	14	Nádrž	27
Čerpadlo smáčedlo	15	AL cesta	28
Čerpadlo ztekuvadlo	16		

Tabulka 6.1: Názvy zařízení a chybová hlášení

Vahy_FB

Nejdůležitější částí v tomto SCL zdroji je funkční blok *FB_Vazeni*. Každá váha má svůj instanční datový blok, jehož proměnné jsou dány právě tímto funkčním blokem *FB_Vazeni*, který je k datovým blokům přiřazen. To znamená, že všechny váhy používají jeden funkční blok a hodnoty proměnných se kterými pracují jsou uloženy pro každou váhu zvlášť v datovém bloku.

Zde se tedy zpracovává nejen samotné vážení, ale i vypouštění obsahu váhy do míchačky a následný výplach váhy daný recepturou. Dále se zde nastavují parametry jednotlivých vah. Mezi nejužívanější parametry patří:

- Číslo váhy – každá váha má své číslo pro lepší orientaci při komunikaci s programem na operátorském PC.
- Počet složek – většina vah je jednosložková, pouze váha vody rozlišuje složky tři, teplou vodu, studenou vodu a vodu z řádu.
- Maximální váživost – množství přísady, které lze navážít najednou. Pokud by byla požadovaná hmotnost přísady daná recepturou vyšší, než maximální váživost, vážení by se rozdělilo na dva vážící cykly, což by bylo ovšem časově náročnější.
- Maximální tára – hodnota po jejímž překročení není váha považována za prázdnou.
- Doba na zbytek – po vypuštění obsahu váhy ještě musí uplynout tato doba a poté se váha teprve uzavře.
- Maximální zbytek na váze – po dosažení této hranice se začne odpočítávat doba na zbytek.
- Doba na korekci – po navážení požadované hmotnosti musí uplynout tato doba a poté dojde k uzavření klapky nad váhou. Slouží k dotečení přísady z přívodního potrubí.
- Maximální korekce – po překročení této hodnoty se korekce již nebude zvětšovat a jako aktuální korekce bude použita právě maximální korekce.
- Konstanta váhy – používá se k výpočtu hmotnosti po vynásobení s analogovou hodnotou získanou z tenzometrů.

Vazeni_Vez

Ve funkčním bloku *Vazeni_Vez* se sleduje přidělená receptura a v případě volné váhy si tato váha danou hodnotu navážky z receptu odebere. Dále jsou zde přiřazeny jednotlivé parametry vah dané funkčním blokem *FB_Vazeni*. Pro každou váhu jsou přiděleny příslušné vstupní a výstupní signály (např. *Q_Vyplach_vahy_siranu*, *Q_Klapka_vaha_vody_otv*, *I_Vaha_VPS_zavrena* a pod).



Obr. 6.1: Váha kalů, síranů a hliníkové suspenze

Název	Adresa	Název	Adresa
Synchro	FC 1	FB_Vazeni	FB 10
SetTimer	FC 2	Kuzel_Beton	FB 11
GetTimer	FC 3	FB_Vyska_Hladiny	FB 12
SetTimer100ms	FC 4	Doprava_Kameniva	FB 13
GetTimer100ms	FC 5	FB_Hustota	FB 14
Blikac	FC 6	FB_Teplota	FB 15
Flip_Flop	FC 7	RM	DB 1
Doplň_String	FC 8	Recept	DB 2
MyConcat	FC 9	Err	DB 3
ConCateErr	FC 10	DB_Synchro	DB 4
SetErr	FC 11	DB_Error	DB 5
OnTimeErr	FC 12	DB_Vlhkost	DB 6
ClearErr	FC 13	DB_Voda_Sarze	DB 7
Error_Management	FC 14	Vaha_Kaly	DB 8
Korekce_Sarze_Ready	FC 15	Vaha_VPS	DB 9
Write_Korekci	FC 16	Vaha_Voda	DB 10
Get_Korekci	FC 17	Vaha_Siranu	DB 11
TL_Zavez_x	FC 18	Vaha_Neinstalovana	DB 12
DoPole	FC 19	DB_Report	DB 13
ZPole	FC 20	DB_Cerp_Voda	DB 14
Init_Doprava_Kam	FC 21	DB_Konz	DB 16
Get_Report_Index	FC 22	DB_Michacka	DB 17
Get_Free_Report_Index	FC 23	DB_Kryt_M1	DB 18
Init_Report	FC 24	Data_z_PC	DB 19
Clear_Report	FC 25	Data_do_PC	DB 20
Init_Michacka	FC 26	DB_Nastaveni	DB 21
Init_Misirna	FC 27	PC_Report	DB 22
Prijem_PC_Receptu	FC 28	DB_Pomocny	DB 23
Vysilani_PC_Reportu	FC 29	DB_Kuzel	DB 24
Init_Styk_PC	FC 30	DB_Houkacka	DB 25
Michani	FC 31	DB_OT_Pas_Horni	DB 26
Init_All	FC 32	DB_Myti	DB 27
Styk_PC	FC 33	DB_Vahy_Vez	DB 28
Kontrola	FC 34	DB_OT_Elevator	DB 29
Kontrola_Zav	FC 35	DB_Hladiny	DB 31
Houkani	FB 1	DB_Doprava_Kam	DB 32
Hlidac_Otacek	FB 2	Vaha_AL	DB 33
Bezpecnostni_Lanko	FB 3	DB_Hustota	DB 34
Zpozdena_Zapnuti	FB 4	DB_Teplota	DB 35
Mereni_Vlhkosti	FB 5	DB_Rotace_Michacky	DB 36
Konzistomer	FB 6	DB_Rot_Snek_Do_Vahy	DB 37
Michacka	FB 7	DB_Rot_Snek_Z_Vahy	DB 38
FB_Myti	FB 8	Typ_Recept	UDT 1
Vazeni_Vez	FB 9	Typ_Report	UDT 3

Tabulka 6.2: Přehled bloků v programu

7. ZÁVĚR

V rámci této práce byla nakonfigurována stanice s PLC firmy Simatic řady S7-300, která slouží k řízení licí věže pórobetonu v Ostravě - Třebovicích. Řídicí systém je připojen k operátorskému PC na kterém probíhá správa receptur, vizualizace, ruční ovládání apod. Samotný program byl v souladu se zadáním realizován v jazyce SCL (Structured Control Language).

Ověření řídicího programu bylo provedeno v reálném provozu. Zde probíhala i optimalizace hodinového výkonu mísírnny. Jeden výrobní cyklus nyní trvá 4,5 minuty, tzn. za jednu hodinu se uskuteční nejméně deset odlevů. Značné snížení doby jednoho cyklu přineslo navažování složek do váhy, hned po uvolnění této váhy. Jakmile je tedy celý obsah míchačky vypuštěn do formy, všechny váhy již mají naváženy svou přísadu a je možné začít znovu míchat novou směs pórobetonu.

Pro měření teploty směsi po vylití do formy byl vybrán bezdotykový teploměr firmy Raytek, který je svou konstrukcí určen do provozu k průmyslovému využití.

Tato práce mi byla přínosem nejen v tom, že jsem si díky ní rozšířil znalosti o PLC firmy Siemens a získal zkušenosti s prací v reálném provozu, ale také jsem se blíže seznámil s problematikou výroby pórobetonu.

8. LITERATURA

- [1] *Working with STEP 7 V5.3*, Edition 01/2004, A5E00261403-01
- [2] ABDULKARIM, J.: *Possibilities of Improving the Properties of Fly – Ash Aerated Concrete*, Edition 01/2004
- [3] *RAWET – Odporové teploměry s hlavicí*, Edition 08/2007
- [4] *PEPPERL + FUCHS – Ultrazvukové snímače*, Edition 11/2005
- [5] *GEFRAN – TU Compact Load Cell for Tension/Compression Applications*, Edition 09/2004
- [6] *RAYTEK – Noncontact Temperature Measurement for industrial Applications*, Edition 08/2006
- [7] Popis technologického procesu, IVAR, Brno, 2007
- [8] BÉLAI, I.: *Riadiaci systém SIMATIC S7-300*, Edition 2002
- [9] *Bezkontaktní měření teploty*. Automa, 2003, č. 01 [online], [cit 2008-05-05]. Dostupné z www:
<http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=28669>
- [10] webové stránky firmy IFT Pórobeton a.s. Ostrava [online], [cit 2008-04-24]. Dostupné z www:
<<http://porobeton.ift.cz/>>
- [11] webové stránky firmy Siemens [online], [cit 2008-04-25].
Dostupné z www:
<<http://www.siemens.cz/siemjet/cz/home/ad/326/Main/index.jet>>
<<http://www2.automation.siemens.com/>>

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Obrázek hlavního okna aplikace Mísírna Třebovice
- Příloha 2 Schéma licí věže
- Příloha 3 Tabulka digitálních vstupů
- Příloha 4 Tabulka analogových vstupů
- Příloha 5 Tabulka digitálních výstupů

Příloha 1

Mistina Teblovce, Server
 Program: Vyroba, Ostrani
 Windows: Napoveda

Vizualizace výroby

Vodovodní řád

Signály dopravy

Vstupy: systém, forma, izida ok, rezerva
 Výstupy: systém, odjezd, izida ok

Prerostové kaly

Prerostadlo 1
 Prerostadlo 2

Kaly - Ventil

Autonomní
 Zásobník 1
 Zásobník 2

Kaly - Nápust

Autonomní
 Zásobník 1
 Zásobník 2
 Zavřeno

Polozovaci signály

Nápaní 24h - 230V~ OK
 Menší sněh VPS do vály OK
 Michadlo prerostových kaly 1 OK
 Michadlo prerostových kaly 2 OK
 Michadlo stranové suspenze OK
 Total stop včej
 Total stop michadka
 Neblok mi chadky a deblok snaku
 Zavřené vály
 Zvřené klapy
 Kolobč rodenu nakuře
 Taty včej vah OK

Objednat

Odeslaní receptu: 02
 Přilem reportu: 02
 Stav objednávk: 02

Objednat

Objednávky

Receptura
Zkusebni

Součtové váhy

Kaly	---	kg
Voda	---	kg
VPS	---	kg
Strany	---	kg
Smáče	---	kg
Zakucovací	---	kg
Hliniková suspenze	---	kg

1 teplý

Voda studená	---	°C	Váha vody	---	°C
Voda teplá	---	°C	Váha kaly	---	°C
			Váha stran	---	°C
Zásobník kaly 1	---	°C			
Zásobník kaly 2	---	°C			
Zásobník stran	---	°C	Michadka	---	°C
Zásobník hliniku	---	°C	Forna	---	°C

Hladiny

Zásobník kaly 1	---	%	Zásobník stran	---	%
Zásobník kaly 2	---	%	Zásobník hliniku	---	%
Zásobník smáče	---	%	Váha kaly	---	%
Zásobník zakucovací	---	%	Váha stran	---	%

Režim výroby

Ruč / Aut. Automatické předřazení
 mchadky objednávání

Stav systému výroby

Ve vřadní odlev č: ---
 V mchadce odlev č: ---
 Wyporno odlev: ---
 Stav mchadky: ---
 Stav systému: ---

Reset

Denní výroba Suma: 0 odl.
 Receptura: 0dl

OPC Klient

OPC: Chyba Přidání
 DCOM: Instalace ok.
 OPC: Připojení ok.

Přihlášen: Drakobijce (šéf)

Motohodiny: 00:26:15 / 99:33:45

Příloha 3

Název	Adresa	Datový typ
I_TI_TOTAL_STOP_michacka	I 0.0	BOOL
I_TI_TOTAL_STOP_lici_vez	I 0.1	BOOL
I_Uzaver_michacky_otev	I 0.2	BOOL
I_Uzaver_michacky_zavren	I 0.3	BOOL
I_Teleskop_rozlevu_nah1	I 0.4	BOOL
I_Teleskop_rozlevu_dole1	I 0.5	BOOL
I_Vibratory_nahore1	I 0.6	BOOL
I_Vibratory_dole1	I 0.7	BOOL
I_Klap_VPS_pred_mich_otv	I 1.0	BOOL
I_Klap_VPS_pred_mich_zav	I 1.1	BOOL
I_Rot_sneku_VPS_z_vahy	I 1.2	BOOL
I_Uzaver_vahy_kalu_zav	I 1.3	BOOL
I_Uzaver_vahy_siranu_zav	I 1.4	BOOL
I_Uzaver_vahy_AL_zav	I 1.5	BOOL
I_Impulsy_vyplach_mich	I 1.6	BOOL
I_Rezerva in 1	I 1.7	BOOL
I_Michacka_OK	I 2.0	BOOL
I_snek_VPS_OK	I 2.1	BOOL
I_Menic_snek_VPS_OK	I 2.2	BOOL
I_Rotace_michacky	I 2.3	BOOL
I_Vaha_vody_zavrena	I 2.4	BOOL
I_Klapka_pred_vah_VPS_ot	I 2.5	BOOL
I_Vaha_VPS_zavrena	I 2.6	BOOL
I_Rot_sneku_VPS_do_vahy	I 2.7	BOOL
I_Mich_prerost_kalu1_OK	I 3.0	BOOL
I_Mich_prerost_kalu2_OK	I 3.1	BOOL
I_Cerpadlo_rezacka_OK	I 3.2	BOOL
I_Cerpadlo_jimka_OK	I 3.3	BOOL
I_Prerost_kaly_1_hav_MAX	I 3.4	BOOL
I_Prerost_kaly_2_hav_MAX	I 3.5	BOOL
I_Uzaver_siran_nadrz_zav	I 4.0	BOOL
I_Uzaver_siran_nadrz_ot	I 4.1	BOOL
I_Michani_siranu_OK	I 4.2	BOOL
I_Rizeni_dopravy_1	I 4.4	BOOL
I_Rizeni_dopravy_2	I 4.5	BOOL
I_Rizeni_dopravy_3	I 4.6	BOOL
I_Napeti_Ovl_OK	I 4.7	BOOL
I_Cerp_smacedlo_OK	I 5.0	BOOL
I_Cerp_ztekucovadlo_OK	I 5.1	BOOL
I_TI_lokal_michacka	I 5.2	BOOL
I_TI_michacka_zapnout	I 5.3	BOOL
I_TI_michacka_zavrit	I 5.4	BOOL
I_TI_lokal_snek_VPS	I 5.5	BOOL
I_TI_snek_VPS	I 5.6	BOOL
I_Klapka_AL_stara_zav	I 6.0	BOOL
I_Klapka_AL_stara_otv	I 6.1	BOOL

I_Klapka_AL_nova_zav	I	6.2	BOOL
I_Klapka_AL_nova_otv	I	6.3	BOOL
I_Sito_nahore1	I	6.4	BOOL
I_Sito_nahore2	I	6.5	BOOL
I_Sito_dole1	I	6.6	BOOL
I_Sito_dole2	I	6.7	BOOL
I_Teleskop_rozlevu_nah2	I	7.0	BOOL
I_Teleskop_rozlevu_dole2	I	7.1	BOOL
I_Vibratory_nahore2	I	7.2	BOOL
I_Vibratory_dole2	I	7.3	BOOL
I_Vyplach_michacka_zav	I	7.5	BOOL
I_Vyplach_Sirany_zav	I	7.6	BOOL
I_Vyplach_AL_zav	I	7.7	BOOL

Příloha 4

Název	Adresa	Datový typ
A_VPS	IW 8	INT
A_voda	IW 10	INT
A_kaly	IW 12	INT
A_siran	IW 14	INT
A_hladina_kaly_1_nadrz	IW 16	INT
A_hladina_kaly_2_nadrz	IW 18	INT
A_hladina_AL_nadrz	IW 20	INT
A_hladina_siran_nadrz	IW 22	INT
A_hladina_siran_vaha	IW 24	INT
A_hladina_kaly_vaha	IW 26	INT
A_hladina_smacedlo	IW 28	INT
A_hladina_ztekucovadlo	IW 30	INT
A_teplota_nadrz_sirany	IW 32	INT
A_teplota_nadrz_AL	IW 34	INT
A_teplota_michacka	IW 36	INT
A_teplota_forma	IW 38	INT
A_teplota_vaha_kaly	IW 40	INT
A_teplota_vahy_sirany	IW 42	INT
A_teplota_kaly_1	IW 44	INT
A_teplota_kaly_2	IW 46	INT
A_teplota_vahy_vody	IW 48	INT
A_teplota_voda_studena	IW 50	INT
A_teplota_voda_tepla	IW 52	INT
A_AL	IW 54	INT

Příloha 5

Název	Adresa	Datový typ
Q_Michacka	Q 0.0	BOOL
Q_Snek_z_vahy_VPS	Q 0.1	BOOL
Q_Snek_do_vahy_VPS	Q 0.2	BOOL
Q_Snek_vaha_VPS_rychl_1	Q 0.3	BOOL
Q_Snek_vaha_VPS_rychl_2	Q 0.4	BOOL
Q_Cerpadlo_smacedlo	Q 0.5	BOOL
Q_Cerpadlo_ztekucovadlo	Q 0.6	BOOL
Q_Cerpadlo1_prerost_kaly	Q 1.0	BOOL
Q_Cerpadlo2_prerost_kaly	Q 1.1	BOOL
Q_Ponorne_vibratory_1az4	Q 1.2	BOOL
Q_Ponorne_vibratory_5az8	Q 1.3	BOOL
Q_Cerpadlo_AL_suspenze	Q 1.6	BOOL
Q_Cerpadlo_siranu	Q 1.7	BOOL
Q_Signal_1_pro_dopravu	Q 2.5	BOOL
Q_Signal_2_pro_dopravu	Q 2.6	BOOL
Q_Houkacka	Q 2.7	BOOL
Q_Klapka_snek_VPS_do_vah	Q 3.0	BOOL
Q_Klapka_pod_vahou_VPS	Q 3.1	BOOL
Q_Klapka_VPS_nad_mich	Q 3.2	BOOL
Q_Smacedlo_uzaver_z_nadr	Q 3.3	BOOL
Q_Ztekucovadlo_uzav_nadr	Q 3.4	BOOL
Q_Smacedlo_uzav_mich	Q 3.5	BOOL
Q_Ztekucovadlo_uzav_mich	Q 3.6	BOOL
Q_Sirany_uzaver_z_nadze	Q 3.7	BOOL
Q_Sirany_uzav_napust_vah	Q 4.0	BOOL
Q_Klapka_vaha_sirany_otv	Q 4.1	BOOL
Q_Voda_napust_do_vahy	Q 4.3	BOOL
Q_Klapka_vaha_vody_otv	Q 4.4	BOOL
Q_Klapka_vaha_kaly_otv	Q 4.5	BOOL
Q_Klapka_kaly_1_otv	Q 4.6	BOOL
Q_Klapka_kaly_2_otv	Q 4.7	BOOL
Q_Uzaver_michacky_zav	Q 5.0	BOOL
Q_Sito_zavrit	Q 5.1	BOOL
Q_Vyplach_michacky	Q 5.2	BOOL
Q_Vyplach_vaha_AL	Q 5.3	BOOL
Q_Uzaver_vaha_AL_otv	Q 5.4	BOOL
Q_Klapka_AL_otv_z_nadrze	Q 5.5	BOOL
Q_Vyplach_vahy_siranu	Q 5.6	BOOL
Q_Napust_studena_voda	Q 6.0	BOOL
Q_Napust_tepla_voda	Q 6.1	BOOL
Q_Teleskop_dolu	Q 6.2	BOOL
Q_Teleskop_nahoru	Q 6.3	BOOL
Q_Ponorne_vib_dolu	Q 6.4	BOOL
Q_Ponorne_vib_nahoru	Q 6.5	BOOL
Q_Ventil_AL_stary_zav	Q 6.6	BOOL
Q_Ventil_AL_novy_otv	Q 6.7	BOOL
Q_Ventil_krajecka1_kaly1	Q 7.0	BOOL

Q_Ventil_krajecka1_kaly2	Q	7.1	BOOL
Q_Ventil_krajecka2_kaly1	Q	7.2	BOOL
Q_Ventil_krajecka2_kaly2	Q	7.3	BOOL