

**VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra měřicí a řídicí techniky**

**Návrh řídicího systému pro převáděcí vůz  
Design of Control System for a Transport system**

2009/2010

Jan Vymazal

## Zadání bakalářské práce

Student: **Jan Vymazal**  
Studijní program: B2649 Elektrotechnika  
Studijní obor: 2601R004 Měřicí a řídicí technika  
Téma: **Návrh řídicího systému pro převáděcí vůz**  
**Design of Control System for a Transport System**

### Zásady pro vypracování:

1. Rozbor současného stavu řešené problematiky.
2. Návrh řídicího systému pro převáděcí vůz (funkční analýza, návrh HW ŘS, návrh komunikací, I/O, konfigurace HW).
3. Tvorba a testování řídicí aplikace (návrh struktury aplikace, implementace kódu, testování).
4. Návrh a realizace vizualizační aplikace (komunikace s ŘS, struktura obrazovek, tvorba obrazovek).
5. Zhodnocení výsledků.

### Seznam doporučené odborné literatury:

1. KOZIOREK, J. - CHROMČÁK, L. Logické systémy řízení. Učební text, příklady pro cvičení. VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2007. ISBN 978-80-248-1490-2.
2. PIGAN, R. - METTER, M. Automating with PROFINET: Industrial communication based on Industrial Ethernet. ISBN: 10-3895782564.
3. Firemní technická dokumentace k dané problematice na <http://www.siemens.com/>.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.**

Datum zadání: 20.11.2009

Datum odevzdání: 07.05.2010



doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Vondrák, CSc.  
děkan fakulty

## Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Jan Vymazal



V Ostravě dne 7.5.2010

## Prohlášení právnické osoby

Souhlasím se zveřejněním této bakalářské/diplomové práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských/magisterských programech VŠB-TU Ostrava.

Ing. Radomír Obst  
Výkonný ředitel ELDAT, a.s.

**ELDAT**  
ELDAT a.s., Hlubinská 917/20  
702 00 Ostrava



V Ostravě dne 3.5.2010

## Poděkování

Mé upřímné poděkování patří vedoucímu bakalářské práce doc. Ing: Jiřímu Koziorkovi, Ph.D. za pomoc při vypracování této práce a za cenné rady, které mi poskytl v průběhu zpracování.

## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce je návrh řízení převáděcího vozu pro obsluhu 10. koksárenské baterie o 56 komorách v nepřetržitém provozu na Koksovně Svoboda v Ostravě - Přívoz.

K řízení převáděcího vozu je použit programovatelný logický automat SIMATIC řady S7-300 s procesorem CPU 315. Analogové vstupy, digitální vstupy a digitální výstupy jsou řešeny distribuovanými I/O řady ET 200s, které komunikují s procesorem prostřednictvím komunikačního protokolu PROFIBUS-DP. Vizualizace je tvořena v programu InTouch a komunikuje s CPU pomocí komunikačního protokolu Industrial Ethernet.

## **Klíčová slova**

Programovatelný logický automat, Siemens, SIMATIC, PLC, vizualizace, InTouch,...

## **Abstract**

The aim of this bachelor thesis is to design a transmitting carriage for operating the 10<sup>th</sup> coke-oven battery with 56 chambers at a continuously operating Svoboda Coke Plant in Ostrava - Přívoz.

A programmable logical controller SIMATIC S7-300 with a CPU 315 processor is used for controlling the transmitting carriage. Analogue inputs, digital inputs and outputs are solved with distributed I/O of ET 200s series, which communicate with the processor using a PROFIBUS-DP communication protocol. A visualization is created in InTouch Programme and communicates with a CPU via a Industrial Ethernet communication protocol.

## **Key words**

Programmable logical controller, Siemens, SIMATIC, PLC, visualization, InTouch,...

## Seznam použitých symbolů a zkratk

AI	Analog input – analogový vstup
AO	Analog output – analogový výstup
CPU	Central Processor Unit – centrální procesorová jednotka
DB	Data Blok – datový blok PLC
DI	Digital input – digitální vstup
DO	Digital output – digitální výstup
Industrial Ethernet	Protokol Ethernet upravený pro použití v průmyslovém prostředí
FB	Function Block – funkční blok PLC
FBD	Function Block Diagram – programování ve funkčních blocích
HMI	Human Machine Interface – rozhraní člověk stroj
I/O	Input/Output – vstup/výstup
LAD	Ladder diagram – grafický programovací jazyk kontaktních schémat
MPI	Multi Point Interface – komunikační rozhraní PLC
OB	Organization block – organizační blok
OP	Operátorský panel
PLC	Programmable logic controller – programovatelný logický automat
PROFIBUS-DP	Průmyslová komunikační sběrnice
PřV	Převáděcí vůz
ŘS	Řídící systém
SIMATIC	Systém pro průmyslovou automatizaci od firmy siemens
SCL	Textový programovací jazyk
STL	Textový programovací jazyk

# Obsah

1 Úvod.....	1
2 Rozbor současného stavu řešené problematiky. ....	2
2.1 Všeobecná charakteristika baterie .....	2
Technické parametry baterie:.....	2
2.2 Popis.....	2
Technické parametry převáděcího vozu: .....	3
Technické parametry pojezdového ústrojí:.....	3
Technické parametry kabelového přiváděče proudu: .....	3
2.3 Pracovní cyklus – počáteční podmínky .....	3
2.4 Provozní podmínky .....	4
3. Návrh řídicího systému pro převáděcí vůz .....	5
3.1 Funkční analýza .....	5
3.1.1 Pojezdové ústrojí.....	5
3.1.2 Převaděč plnicích plynů.....	6
3.1.3 Čistič stoupaček .....	8
3.1.4 Vysavač topných kanálků .....	9
3.1.5 Kabelový přiváděč proudu.....	10
3.1.6 Mazací systém.....	10
3.1.7 Technické parametry a popis jednotlivých funkčních uzlů hydraulického zařízení .....	11
3.2 Návrh HW ŘS a komunikace.....	12
3.2.1 Porovnání a výběr řídicího systému.....	13
3.3 Návrh I/O .....	14
3.4 Popis jednotlivých komponentů ŘS.....	15
3.4.1 Zdroj SITOP PS 307 power 2 .....	15
3.4.2 Základní jednotka CPU S7-300 – 315 2 PN/DP.....	15
3.4.1 Distribuovaný systém ET 200s .....	16
4 Tvorba a testování řídicí aplikace .....	20
Simatic Manager .....	20
4.1 Návrh struktury aplikace.....	20
4.2 Implementace kódu .....	21
4.2.1 Hardwarová konfigurace.....	21
4.2.2 Popis programových bloků řídicího systému.....	22
4.3 Testování.....	24
5 Návrh a realizace vizualizační aplikace.....	25
5.1 Komunikace s ŘS.....	25
5.2 Struktura obrazovek .....	26
5.3 Tvorba obrazovek .....	27
5.3.1 Simulace.....	27
5.3.2 Pult strojníka .....	28
5.3.3 Místní ovládání převaděče plnicích plynů .....	29
5.3.4 Místní ovládání čističe stoupaček .....	30
5.3.5 Místní ovládání vysavače topných kanálků .....	31

5.3.6 Místní ovládání hydrauliky .....	31
6 Závěr .....	32

# 1 Úvod

V dnešní době se žádná koksárenská baterie neobejde bez převáděcího vozu. Převáděcí vůz zajišťuje převádění plynů vznikajících při výrobě koksu, čištění komor při zanesení a k různým opravám koksárenské baterie při poruše. Cílem práce je seznámit se s technologií a navrhnout řídicí systém převáděcího vozu pro 10. koksárenskou baterii na koksovně Svoboda v Ostravě - Přívoze.

Převáděcí vůz je navržen pro obsluhu koksárenské baterie o 56 komorách v nepřetržitém provozu. Jeho hlavním úkolem je převádění plnicích plynů z obsazované komory do sousedící komory vzdálené o dvě rozteče a k čištění stoupaček při zanesení.

Hlavním úkolem je navrhnout a realizovat řídicí systém pro Převáděcí vůz. Celý řídicí systém je řešen pomocí programového automatu PLC řady S7 300 od firmy Siemens. Program byl rozdělen do několika funkcí a funkčních bloků, které jsou volány sekvenčně jeden po druhém. Každá funkce nebo funkční blok obsahuje celé ovládání konkrétního mechanismu a vyhodnocuje příčiny odstavení, které budou následně zobrazovány na operačním panelu obsluhy stroje. Veškeré ovládání stroje je řešeno přes ovládací pulty mechanickými tlačítky nebo přepínači a jednotlivé stavy jsou signalizovány signálními svítilny.

Dalším důležitým úkolem každého řízení je vizualizace. Obsluha může v kabině sledovat co se v daný okamžik děje se stojem, případně rychle odstranit závadu nebo poruchu. Proto bude v kabině v ovládacím pultu umístěn monitor s dotekovou obrazovkou. Díky vizualizaci jednoznačně obsluha rozpozná, kde nastala porucha a údržba může velmi rychle problém vyřešit. Bohužel do této doby se ještě rozhodnuto, jaká vizualizace bude použita pro PřV, tak byla vytvořena vizualizace v programu InTouch, která simuluje jednotlivé funkční mechanismy. V další části vizualizace byly vytvořeny jednotlivé ovládací panely jednotlivých ovládacích míst podle zadání. Tato vizualizace slouží především k testování vytvořeného řídicího programu pro převáděcí vůz.



## **2 Rozbor současného stavu řešené problematiky.**

### **2.1 Všeobecná charakteristika baterie**

10. KB KSV je určena na výrobu slévárenského koksu vysokoteplotní karbonizací, vedlejším produktem je surový koksárenský plyn. Bude vybavena jednou sadou nových obsluhovacích strojů, výtlačný stroj (VS), vodící vůz (VV), převáděcí vůz (PřV).

#### **Technické parametry baterie:**

- typ koksárenské baterie STILL
- způsob plnění komory (provoz) pýchovaný
- počet komor 2 x 28
- otop koksárenský plyn
- druh vyráběného koksu slévárenský

### **2.2 Popis**

PřV je navržen pro obsluhu 10. KB KSV o 56 komorách v nepřetržitém provozu. Pojíždí po koleji uložené na stropě a na koncových plošinách baterie. Slouží především k čištění stoupaček a převádění plnicích plynů z obsazované komory do sousedící komory vzdálené o dvě rozteče. Vedlejší činností je vysávání topných kanálek a použití převáděcího vozu s instalovaným zvedacím zařízením k opravám stoupaček a dopravě materiálů mezi koncovou plošinou a místem opravy. Pohony jednotlivých mechanismů jsou hydraulické nebo elektromechanické, volba pohonu je dána charakterem požadovaného pohybu. Obsluha a řízení stroje je umožněna z klimatizované kabiny strojníka nebo z jednotlivých stanovišť místního ovládní. Elektrická zařízení jsou soustředěna do klimatizované rozvodny elektro, hydraulické agregáty, elektromagnetické rozvaděče atd. jsou umístěny v klimatizované rozvodně hydrauliky. PřV je řešen s jednobodovým najížděním na osu komory, tj. vystředění osy čističe stoupaček s osou stoupačky.

### **Technické parametry převáděcího vozu:**

- počet obsluhovaných komor 56
- provozní napětí elektrické sítě 3PE ~500V 50 Hz – IT
- instalovaný elektrický výkon 80 kW **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**
- koeficient současnosti chodu 0,73

### **Technické parametry pojezdového ústrojí:**

- celkový počet kol 4
- počet hnacích kol 2

### **Technické parametry kabelového přívaděče proudu:**

- bubnový s motorickým pohonem 3 x 125 A + PE

## **2.3 Pracovní cyklus – počáteční podmínky**

Za výchozí polohu stroje a jeho mechanismů pro potřeby tohoto popisu se považuje ten bod celkové činnosti, kdy převáděcí vůz je:

- připojen na elektrickou síť, má zapnuto vhodné osvětlení, vytápění nebo klimatizace
- čerpadlo hydraulické stanice je v provozu, v hydraulickém systému je předepsaný tlak
- má pojezdové ústrojí v klidu
- převaděč plicích plynů je v horní poloze, zajištěn háky, snímací hlavy jsou v horní poloze
- vstupním hrdlem „A“ („B“) převaděče plicích plynů je vystředěn na osu mini stoupačky obsazované komory
- čistič stoupaček je v základní (horní) poloze
- zařízení na demontáž stoupaček je v klidové poloze a nejsou na něm zavěšena břemena
- vysavač topných kanálků je vypnut a vysávací trubka není zavěšena na stroji
- na strojním zařízení není porucha nebo závada bránící v jeho spolehlivé činnosti

PřV není čištěn, mazán, neprovádí se na něm žádné opravy, revize, manipulace s břemeny nebo jiné činnosti nesouvisející s hlavními funkcemi PřV

## 2.4 Provozní podmínky

PřV může provádět požadované technologické operace jen za předpokladu dodržení následujících provozních podmínek:

- dodržení poloh strojního zařízení baterie v rámci dovolených tolerancí
- dodržení požadované přesnosti najetí osou příslušného mechanismu na osu stoupačky, a mini stoupačky, dovolená tolerance  $\pm 5$  mm
- stroj je připojen na napájecí soustavu
- je řízen osobou způsobilou k řízení PřV

PřV pracuje v prostředí s výskytem uhelného a koksového prachu o zrnitosti do 1 mm, teplotou okolí do 40°C, prostorově omezenými vlivy jiných prostředí dané umístěním zařízení (sálavé teplo ze stropu baterie a otevřené stoupačky) a technologickými vlivy (otřesy). Rovněž se projevuje vliv prostředí se zvýšenou korozní agresivitou. Ve většině případů mají tyto vlivy pouze lokální působnost. Elektrické a hydraulické zařízení je proti přímému působení prostředí chráněno přístřešky, případně jsou ostatní vlivy vhodně kompenzovány zakrytím, stíněním, izolací, klimatizací apod.

## 3. Návrh řídicího systému pro převáděcí vůz

### 3.1 Funkční analýza

#### 3.1.1 Pojezdové ústrojí

##### Popis

Pojezdové ústrojí slouží k pojíždění PŘV po kolejích osazených na stropu a koncových plošinách baterie. Sestává ze čtyř odpružených podvozků, dva podvozky mají pohonnou jednotku, sestavenou z převodové skříně, poháněcího elektromotoru se zabudovanou elektromagnetickou kotoučovou brzdou a motorem cizího chlazení. Minimální pojezdová rychlost VS 5 m min<sup>-1</sup>. Maximální pojezdová rychlost VS 35,64 m min<sup>-1</sup>.

Přehled instalovaného zařízení:

- 2 x trojfázový asynchronní elektromotor s kotvou nakrátko, P=5,5 kW, napětí 3 ~ 500 V, 50 Hz, 1465 min<sup>-1</sup>, s 3ks vestavěných termistorů, napětí brzdy 500V AC/225V DC, brzda s možností ručního odbrzdění, motor cizího chlazení P= cca 0,1 kW, 3 ~ 500 V, 50 Hz
- 1 x zpomalovací koncový vypínač

Pojezd stroje zajišťuje dvojice asynchronních elektromotorů s kotvou nakrátko, napájená z frekvenčního měniče vybaveného brzdovým odporovým členem.

Oteplení motorů je snímáno zabudovanými termistory, které je napojeno na vyhodnocovací relé. Brzdy se zapínají samostatným stykačem, měnič ovládá stykač digitálním výstupem, zapíná se při startu měniče a vypíná se při nulových otáčkách motorů. Motory cizího chlazení jsou zapínány společným stykačem, při zapnutí pojezdu stroje a vypínají se s časovým zpožděním. Ošetření pojezdu před koncem pojezdové dráhy je řešen koncovým zpomalovacím vypínačem. Při aktivaci tlačítek nouzového stopu musí brzdy pojezdových motorů působit okamžitě.

##### Ovládání

Pojezdové ústrojí se řídí z kabiny strojníka nebo ze skříně místního ovládání čističe stoupaček. Volba místa ovládání pojezdu PŘV je prováděna přepínačem z pultu v kabině strojníka. Pojezd je možné ovládat jen z jednoho stanoviště. Z kabiny strojníka je směr a rychlost řízena pákovým ovladačem osazeným na ovládacím pultu strojníka. Poloha ovladače musí být analogická s požadovaným smyslem pohybu stroje.

Místní ovládání pojezdu je řízeno tlačítky na výdrž pevně nastavenou minimální rychlostí. Do skříně místního ovládání jsou vsazeny tlačítka: „Pojezd ←“, „Pojezd →“, „Deblok pojezdu“, „Houkačka“, signální svítidlo „Ovládání povoleno“.

## **Blokovací podmínky**

Pojezd PřV je podmíněn funkcí následujících mechanismů:

převaděč plnicích plyn je v základní poloze (nahore) a zajištěn

- čistič stoupaček je v základní poloze (nahore)
- kabelový buben je zapnutý
- vysavač topných kanálků je vypnutý

Splnění všech blokovacích podmínek pro pojezd PřV musí být indikován signálním svítidlem na pultu v kabině strojníka. Na pultu je tlačítko „Deblok pojezdu“, které umožňuje pojezd PřV i při nesplnění blokovacích podmínek. Grafická vizualizace jednotlivých podmínek na OP.

## **Výstražná signalizace**

Při pojezdu stroje je automaticky aktivována výstražná signalizace řešená semaforem a houkačkou, přístroje jsou osazeny na čelních stranách PřV ve směru jízdy. Signalizace je indikována kmitavým světlem a přerušovaným houkáním, červená (při jízdě proti pozorovateli), zelená (při jízdě od pozorovatele) a aktivní obě houkačky. Houkačky je možné aktivovat tlačítky „Houkačky“ ze všech ovládacích míst pojezdu PřV a bude vydávat trvalý tón po dobu stisknutí tlačítka.

### **3.1.2 Převaděč plnicích plynů**

#### **Popis**

Převaděč plnicích plynů slouží k převádění plynů, vznikajících při osazování koksovací komory uhelným hranolem, do sousední komory vzdálené o dvě rozteče, ve které právě probíhá koksovací proces.

Převaděč je zavěšen pod plošinou stroje na strojové straně vpravo před kabinou strojníka. Vertikální pohyb převaděče, vertikální pohyb snímacích hlav a natáčení zajišťovacích háků je řešen přímočarými hydro motory. Na dolních částech snímacích hlav jsou osazeny elektromagnety, které drží víka mini stoupaček při jejich zvedání a spouštění. Směr proudění plnicích plynů je dopředný, tzn. plyn z komory č. 1 je převáděn do komory č. 3, z komory č. 2 do komory č. 4 atd. Pouze na

koncových komorách č. 27, 28, 55, 56 musí být použito zpětné převádění plynů, tzn. plyn z komory č. 27 je převáděn do komory č. 25, z komory č. 28 do komory č. 26, z komory č. 55 do komory č. 53 a z komory č. 56 do komory č. 54.

#### Přehled instalovaného zařízení:

- 1 x hydro válec zdvihu převaděče
- 2 x magnetický spínač (převaděč nahoře/dole)
- 2 x hydro válec zdvihu snímacích hlav
- 4 x magnetický spínač (hlavy nahoře/dole)
- 1 x hydro válec zajišťovacích háků
- 2 x indukční snímač (háky odjištěny/zajištěny)
- 2 x elektromagnet snímacích hlav, P=750 W, 110 V DC se zabudovaným teplotním čidlem Pt 100

## **Funkce**

V automatickém režimu pracují mechanismy převaděče ve třech krocích, uvedený popis je proveden pro dopředné převádění.

### **1. příprava převádění**

Po vystředění osy snímací hlavy „A“ na osou osazované komory, aktivuje obsluha PřV z kabiny strojníka tlačítkem cyklus „Příprava převádění“. Odjistí se háky, převaděč plnicích plynů se spouští do dolní polohy, aby hrdla převáděcí roury dosedla na mini stoupačky a následně se spouští obě snímací hlavy do dolní polohy, aby tělesa elektromagnetů mohla dosednout na víka. Koncové polohy mechanismů jsou kontrolovány koncovými spínači.

### **2. otevření komory**

Po přijetí signálu z VS „Obsazování“, aktivuje obsluha PřV v kabině strojníka tlačítkem cyklus „Otevření komory“. Zapínají se elektromagnety snímacích hlav, s časovým zpožděním 2s se nejprve zvedá do horní polohy snímací hlava „B“ na pomocné komoře a následně s časovým zpožděním 2s se zvedá do horní polohy snímací hlava „A“ na obsazované komoře.

### **3. uzavření komory**

Po přijetí signálu z VS „Obsazování ukončeno“, aktivuje obsluha PřV v kabině strojníka tlačítkem cyklus „Uzavření komory“. Nejprve se spouští snímací hlava „A“ na obsazované komoře do dolní polohy, s časovým zpožděním 2s se spouští snímací hlava „B“ na pomocné komoře do dolní polohy. Následně se vypne magnetizace a na dobu 3s se zapíná demagnetizace sníženým napětím. Poté se obě snímací hlavy zvedají do horní polohy, těleso převaděče se zvedá do horní polohy a cyklus se ukončí zajištěním háků.

## Blokování

- PřV musí být v klidu a zabrzděn
- stroj je vystředěn snímací hlavou „A“ na osu mini stoupačky na osazované komoře při dopředném převádění
- stroj je vystředěn snímací hlavou „B“ na osu mini stoupačky na osazované komoře při zpětném převádění a platí to pro komory čís. 27, 28, 55, 56
- technologické blokování mechanismů převaděče

### 3.1.3 Čistič stoupaček

#### Popis

Čistič stoupaček PřV slouží k mechanickému odstraňování grafitových nánosů. Čistící souprava je tvořena čističem kolena stoupaček a ježkem, kterým je čištěna vertikální část stoupaček. Tato souprava je zavěšená na řetězu navinutém na bubnu, který je poháněn elektromotorem přes převodovou skříň. Řetězový buben je opatřen suchou lamelovou spojkou ovládanou přímočarým hydro motorem. Podle směru otáčení pohonu je čistící zařízení spouštěno nebo zvedáno. Ježek postupuje stoupačkou dolů a nahoru a společně s čističem kolena stoupačky odstraňuje grafitové nánosy. Jednotlivé polohy zařízení jsou kontrolovány programovým spínačem. Při vypnutém pohonu je mechanismus čističe zabrzděn čelistovou brzdou. Z důvodu konstrukce stroje neumožňuje vizuální kontrolu zařízení z kabiny strojníka, lze toto zařízení ovládat pouze ze skříňe místního ovládání.

#### Přehled instalovaného zařízení:

- 1 x trojfázový asynchronní elektromotor s kotvou nakrátko, P=7,5 kW, 3~500 V, 50 Hz, 1455 min-1
- 1 x elektrohydraulický přístroj brzdy, P=0,2 kW, 3~500V, 50 Hz
- 1 x hydro válec spojky
- 1 x rotační vačkový spínač

#### Funkce

Čistič stoupaček má v základní poloze čistící souprava v horní poloze. Po ustavení PřV na osu čištěné stoupačky a po uklidnění soupravy se tlačítkem „Dolů“ uvede do chodu pohon směrem dolů a souprava je na řetězu spouštěna do stoupačky. Po mechanickém vystředění ježkem, dosedne těleso čistící soupravy na okraj stoupačky a ve spouštění pokračuje čistič kolena a ježek. Dráha

čističe kolena je usměrněna vedením do kolena stoupačky, po dojezdu na doraz ve vedení, je svislou částí stoupačky spouštěn pouze ježek. V dolní poloze těsně pod úrovní stropu komory vypíná vačka programového spínače pohon čističe. Dosažení dolní polohy je indikováno signálním svítidlem „Ježek dole“. Po časové prodlevě 3s, nutné k uklidnění ježka je automaticky zapnut pohon směrem nahoru, řetěz se navíjí na buben a ježek se pohybuje vzhůru stoupačkou a v horní části unáší se sebou i čistič kolena. Po opuštění stoupačky je pohyb čistící soupravy ve směru pohybu PŘV stabilizován vodičkem. Po dosažení horní polohy je pohon vypnut další vačkou programového spínače. Pohyb čističe lze kdykoliv zastavit tlačítkem „Stop“. Po zastavení čističe tlačítkem „Stop“, je možné pohyb nahoru zapnout tlačítkem „Nahoru“, i když ježek ještě nedosáhl dolní polohu. Čištění stoupačky se musí provádět před vytlačení koksů z komory. Jestliže se ve stoupačce vyskytnou nánosy grafitu, které není možné odstranit pouze plynulým spouštěním ježka, může se obsluha pokusit uvolnit nánosy nárazem ježka, padajícího z určité výše. V tomto případě se zapne chod pohonu směrem nahoru, ježek se zvedá a po zmáčknutí tlačítka „Spojka“ se přivede tlaková kapalina do hydro válce spojky a ta se rozpojí. Tím pádem dojde k uvolnění ježka, který padá vlastní vahou dolů a postupně rozrušuje nános grafitu. Tuto funkci lze využívat až po zasunutí ježka do stoupačky.

## **Blokování**

- PŘV musí být v klidu a zabrzděn
- čistič stoupaček vystředěn na osu čištěné komory

### **3.1.4 Vysavač topných kanálků**

#### **Popis**

Vysavač topných kanálků je složen ze dvou vysokotlakých ventilátorů a cyklonu, který je zařazen před ventilátory. Na cyklon navazuje zásobník pro zachycování hrubých částic. Vlastní odsávání kanálků je prováděno ocelovou trubkou, která je propojena s cyklonem hadicí.

#### Přehled instalovaného zařízení:

- 2 x vysokotlaký ventilátor, elektromotor P=3 kW, 3 ~ 500 V, 50 Hz, 2800 ot min<sup>-1</sup>
- 1 x snímač teploty s čidlem Pt 100



### 3.1.5 Kabelový přivaděč proudu

#### Popis

Přívod elektrické energie na PŘV je řešen pohyblivým přívodem s motorickým kabelovým bubnem a kroužkovým sběračem. Připojovacím místem pohyblivého přívodu je přechodová krabice osazená v prostoru mezi hlavy.

Přehled instalovaného zařízení:

- 1 x motorový buben, pohon asynchronním elektromotorem,  $P=0,75$  kW, 3 ~ 500 V, 50Hz, vačkový spínač minimálního návinu kabelu, kroužkový sběrač 3 x 125 A + PE, ohřev kroužkového sběrače topným tělesem 100 W, 230 V AC s pevně nastaveným termostatem.
- 52 m kabel

#### Blokování

- minimální návin kabelu (2 závity) na kabelovém bubnu

### 3.1.6 Mazací systém

#### Popis

Olejový mazací systém zajišťuje automatické periodické mazání pístnic hydro válců zdvihu snímacích hlav. Zdrojem tlakového oleje je mazací pohon čerpadla se zásobníkem oleje.

Přehled instalovaného zařízení:

- 1 x mazací agregát, asynchronní elektromotor  $P=0,11$  kW, 1 ~230 V, 50 Hz, hladinoměr pro signalizaci minimální hladiny oleje
- 1 x koncový tlakový spínač

#### Blokování

- stop čerpadla při minimální hladině oleje v zásobníku

### **3.1.7 Technické parametry a popis jednotlivých funkčních uzlů hydraulického zařízení**

Hydraulické obvody jsou řešeny jako otevřené se zdrojem konstantního tlaku. Hydraulické zařízení převáděcího vozu lze rozdělit na tyto funkční celky:

- pohony
- hydraulický agregát s příslušenstvím
- chladicí jednotka
- volné díly

#### **Pohony**

Pro pohony převáděcího vozu budou použity hydraulické válce od firmy Bosch-Rexroth. Navržené pohony plní následující funkce:

Převaděč plnicích plynů:

- hák převaděče
- zvedání převaděče
- zdvih snímací hlavy „A“
- zdvih snímací hlavy „B“

Čistič stoupaček:

- odbrzdění spojky

#### **Hydraulický agregát s příslušenstvím**

Hydraulický agregát je koncipován jako kompaktní celek z důvodu minimální zástavby a skládá se z těchto konstrukčních uzlů:

- pohonné jednotky
- oběhová jednotka filtrace a teplotní stabilizace kapaliny

#### **Olejová nádrž**

Olejová nádrž je beztlaková nádoba vybavena příslušenstvím jako např. termostatem, snímačem hladiny, odpadním filtrem, vzduchovým filtrem, čistícím víkem, ohřívačem, olejoznakem.

Hlavní funkce nádrže v hydraulickém obvodu:

- shromáždit potřebné množství kapaliny pro spolehlivou činnost hydraulického obvodu
- uklidnit kapalinu a vyloučit z ní nečistoty, které se budou ukládat na dně nádrže

- umožnit odvodu tepla z kapaliny stěnami nádrže
- snížit hlukové rezonance
- umožnit snadnou výměnu pracovní kapaliny

## **Pohonné jednotky**

Hlavní hydraulický obvod tvoří dvě neregulační čerpadla, z nichž jedno je jen záložní. Pracovní pohonné jednotky jsou umístěné na víku nádrže se svislou osou, kdy jsou čerpadla ponořena pod hladinu oleje. Odlehčení čerpadel je zajištěno tlakovým ventilem, na kterém je nastaven maximální systémový tlak. Měřicí místo tohoto ventilu je napojeno na dvou kontaktní tlakový spínač a monitoruje systémový tlak čerpadel.

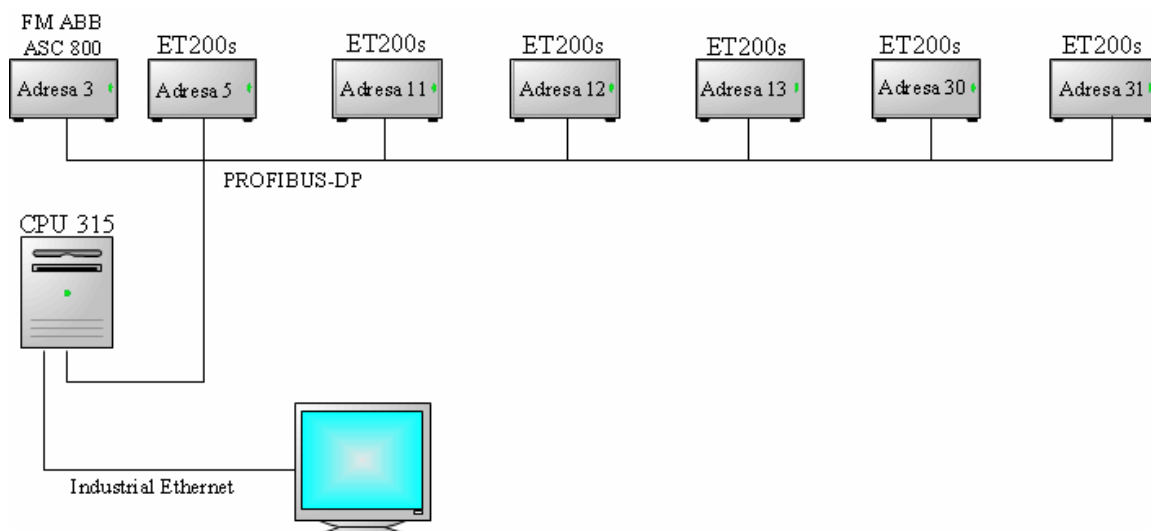
## **Oběhová jednotka filtrace a teplotní stabilizace kapaliny**

Slouží jednak k čištění kapaliny v nádrži a také k ochlazení kapaliny při nárůstu teploty nad povolenou mez. Oběhová jednotka je umístěná na boku nádrže se svislou osou motoru, s čerpadlem orientovaným nahore. Tato jednotka je dále tvořena nízkotlakým průtokovým filtrem a pro stabilizaci teploty je obvod doplněn vzduchovým chladičem, který je umístěn mimo hydraulickou stanici.

Za oběhovým filtrem je v okruhu vřazen ventil, který umožňuje v bez napětovém stavu vykratovat chladič a olej proudí přímo do nádrže. Toto opatření bude efektivní především v zimním období, kdy se průtokem přes vzduchový chladič odvádělo oleji teplo. Při aktivním chlazení, kdy se zapíná ventilátor vzduchového chladiče, se tento ventil sepne a umožní průtok přes chladič. Spínání ventilátoru a ventilu se odvíjí od termostatu. Jednotka filtrace a teplotní stabilizace se spouští automaticky, při zanesení filtrační jednotky se otevírá obtokový ventil, který chrání filtrační vložku před protržením a elektrický spínač filtru hlásí systému, že je vložka zanesená a je třeba ji vyměnit.

## **3.2 Návrh HW ŘS a komunikace**

Hlavní podmínkou investora pro výběr PLC je, aby PLC bylo od firmy Siemens. Je to z důvodu, že všechny provozovny koksovny jsou řízeny programovatelnými automaty od firmy Siemens a údržba je zvyklá s nimi pracovat.



*Obr. 1.* Blokové schéma ŘS

### Požadavky na PLC:

- dostatečný počet vstupů (min. 3x analogový vstup a 312 digitálních vstupů i s rezervou pro případné rozšiřování)
- dostatečný počet výstupů (132 digitálních výstupů i s rezervami pro případné rozšíření)
- dostatečná paměť pro řídicí program
- 2x komunikační port (protokol Industrial Ethernet pro HMI a PROFIBUS-DP pro frekvenční měnič a distribuovaný systém ET 200s)

### Požadavky na HMI:

- zobrazení provozních stavů a hodnot

### 3.2.1 Porovnání a výběr řídicího systému

Firma Siemens dodává řídicí systémy ve třech provedeních, jejichž výkonové parametry se mezi sebou doplňují.

Řada S7-200 je nejnižší řada, která by zvládla ovládat hydraulickou stanici se třemi čerpadly, číst analogové vstupy nebo ovládat převaděč plicích plynů, který je složen převážně z hydraulických pohonů. Ale jedním z požadavků je, aby řídicí systém byl schopen řídit frekvenční měnič pojezdu od firmy ABB ACS 800 protokolem PROFIBUS-DP. Zde je jedno omezení u řady S7-200. Nemůže totiž vystupovat při řízení komunikace protokolem PROFIBUS-DP jako Master, ale jako Slave [1].

Řada S7-300 je nejvyžívanější PLC od firmy Siemens. Tahle řada obsahuje i procesory s integrovaným protokolem Industrial Ethernet, tak i procesory v kompaktním provedení (obsahují několik analogových vstupů, výstupů a několik digitálních vstupů a výstupů). Firma Siemens nabízí v této řadě kromě standardních karet i několik karet se speciálními funkcemi [1].

Řada S7-400 je nejvyšší řadou běžně průmyslově využívaných PLC SIMATIC. Má vyšší výpočetní výkon než řada S7-300, obsahuje všechny funkce této řady, ale i funkce navíc např. umožňuje redundanci (paralelní chod) procesů. Tato řada je nejdražší ze všech, proto by se měla využívat tam, kde se opravdu uplatní její výpočetní výkon nebo funkce, kterou nižší řady neobsahují [1].

Pro PřV je tedy možné využít procesory řady S7-300 nebo S7-400. Na řídicí systém PřV byl vybrán procesor řady S7-300, protože je levnější a není potřeba využívat speciálních funkcí řady S7-400. Byl vybrán konkrétní typ CPU 315 2 PN/DP (6ES7 315-2EH13-0AB0). Tento procesor má integrovaný protokol Industrial Ethernet pro HMI a také integrovaný protokol PROFIBUS-DP.

### 3.3 Návrh I/O

Firma Siemens nabízí několik řešení vstupně/výstupních karet, které by mohl reálně využít PřV pro řízení.

PřV by mohl využít karty 32. digitálních vstupů SM321 (6ES7 321-1BL00-0AA0), 32. digitálních výstupů SM322 (6ES7 322-1BL00-0AA0) a 4. analogových vstupů SM331 (6ES7 331-7RD00-0AB0). Tahle možnost by byla také realizovatelná, ale PřV má 5 různých míst místního ovládání, proto by byla montáž časově náročná a nákladná.

V případě využití distribuovaného systému ET 200s bude montáž rychlejší a méně nákladnější. Není totiž potřeba natahovat spoustu kabelů ze všech jednotlivých ovládacích míst do jednoho rozvaděče, kde je umístěno PLC. Další výhodou je úspora místa v rozvaděči, odolnost vůči vibracím, mechanickým rázům a elektromagnetickému rušení. Do každého místního ovládání a rozvaděče konkrétního mechanismu je nainstalovaný distribuovaný systém ET 200s s požadovaným počtem vstupně/výstupních modulů.

U distribuovaného systému ET 200s jsou použity základní moduly digitálních vstupů 8DI DC24V (6ES7131-4BF00-0AA0) a výstupů 8DO DC24V/0,5A (6ES7132-4BF00-0AA0). Pro čtení analogových vstupů byl vybrán speciální modul, který nepotřebuje D/A převodník. Tato analogová karta je speciálně vyrobena firmou Siemens pro přímé dvou vodičové zapojení teplotního čidla Pt100 nebo Ni100. Karta sama vyhodnocuje rozpojení smyčky zapojeného teplotního čidla, takže se nemusí programově ošetřovat.

## 3.4 Popis jednotlivých komponentů ŘS

### 3.4.1 Zdroj SITOP PS 307 power 2

Zdroj napětí 24V pro CPU řady S7-300 a pro přídatné moduly.

#### Základní parametry použitého zdroje:

Katalogové označení:	6ES7 307-1BA00-0AA0
Napájecí napětí:	120/230V AC
Výstupní napětí:	24V/2A max.

### 3.4.2 Základní jednotka CPU S7-300 – 315 2 PN/DP

Průmyslové PLC řady S7-300 jsou určeny pro realizaci nejrůznějších automatizačních úloh středního rozsahu. Tato CPU se vyrábějí v provedeních:

- standardního CPU
- kompaktního CPU, které je doplněno o analogové i digitální vstupy/výstupy
- bezpečnostního CPU
- technologického CPU

Všechny jednotky jsou standardně osazeny programovatelným a komunikačním rozhraním MPI. U většiny typů je zabudované rozhraní PROFIBUS-DP a rozhraní Industrial Ethernet.

#### Základní parametry použité jednotky CPU 315 2 PN/DP:

Katalogové označení:	6ES7 315-2EH13-0AB0
Napájecí napětí:	24V DC
Pracovní paměť:	256kB
Binární vstupy/výstupy:	1024/1024
Analogové vstupy/výstupy:	256/256
Protokol MPI:	ano
Protokol PROFIBUS-DP:	ano
Protokol Industrial Ethernet:	ano

### 3.4.1 Distribuovaný systém ET 200s

Distribuovaný systém ET 200s komunikuje s CPU komunikačním protokolem PROFIBUS-DP. ET 200s se skládá z:

- interface modulu
- power modulu
- vstupně/výstupních modulů

#### **Interface modul IM151-1 Standard:**

Katalogové označení: 6ES7151-1AA05-0AB0  
Napájecí napětí: 24V DC  
Protokol PROFIBUS-DP: ano  
Připojení vstupně/výstupních modulů: max. 63 modulů

#### **Interface modul IM151-1 Basic:**

Katalogové označení: 6ES7 151-1CA00-0AB0  
Napájecí napětí: 24V DC  
Protokol PROFIBUS-DP: ano  
Připojení vstupně/výstupních modulů: max. 12 modulů

#### **Power modul PM-E DC24V:**

Katalogové označení: 6ES7 138-4CA00-0AA0  
Napájecí napětí: 24V DC

#### **Modul digitálních vstupů:**

Katalogové označení: 6ES7131-4BF00-0AA0  
Napájecí napětí: 24V DC  
Digitální vstupy: 8x (24V DC)  
Digitální výstupy: 0

#### **Modul digitálních výstupů:**

Katalogové označení: 6ES7132-4BF00-0AA0  
Napájecí napětí: 24V  
Digitální vstupy: 0  
Digitální výstupy: 8x (24V DC, 0,5A)

## Modul analogových vstupů:

Katalogové označení:	6ES7 134-4JB51-0AB0
Napájecí napětí:	24V
Analogové vstupy:	4x (4..20mA, vybavené přímo pro Pt100, není potřeba převodník)
Rozlišení:	15bit

Označení	Popis	Adresa Profibus
<b>=105PLC CPU, rozvaděč DA1.1</b>		<b>Adresa Profibus:2</b>
-A1.C	CPU 315-2 PN/DP, MMC 512KB	6ES7 315-2AG10-0AB0
<b>=105PLC HD1, rozvaděč DA1.1</b>		<b>Adresa Profibus:3</b>
Snímací hlava		
<b>=105PLC Vzdálené IO, rozvaděč DA1.1</b>		<b>Adresa Profibus: 5</b>
-05A00	INTERFACE MODULE, IM151-1 (max.63modulů)	6ES7151-1AA05-0AB0
-05A01	POWER MODULE	6ES7138-4CA01-0AA0
-05A02	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
-05A03	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
-05A04	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
-05A05	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
-05A06	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
-05A07	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
-05A08	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
-05A09	POWER MODULE	6ES7138-4CA01-0AA0
-05A10	8 x DO MODULE, 24VDC, 0,5A	6ES7132-4BF00-0AA0
-05A11	8 x DO MODULE, 24VDC, 0,5A	6ES7132-4BF00-0AA0
-05A12	8 x DO MODULE, 24VDC, 0,5A	6ES7132-4BF00-0AA0
-05A13	POWER MODULE	6ES7138-4CA01-0AA0



-05A14	4 x AI MODULE, 4...20mA	6ES7 134-4JB51-0AB0
<b>=105PLC Vzdálené IO, rozvaděč RM1.1 Adresa Profibus: 11</b>		
-11A00	INTERFACE MODULE, IM151-1 (max.12modulů)	6ES7151-1CA00-0AB0
-11A01	POWER MODULE	6ES7138-4CA01-0AA0
-11A02	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
-11A03	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
-11A04	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
-11A05	POWER MODULE	6ES7138-4CA01-0AA0
-11A06	8 x DO MODULE, 24VDC, 0,5A	6ES7132-4BF00-0AA0
<b>=105PLC Vzdálené IO, rozvaděč RM1.2 Adresa Profibus: 12</b>		
-12A00	INTERFACE MODULE, IM151-1 (max.12modulů)	6ES7151-1CA00-0AB0
-12A01	POWER MODULE	6ES7138-4CA01-0AA0
-12A02	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
-12A03	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
-12A04	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
-12A05	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
-12A06	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
-12A07	POWER MODULE	6ES7138-4CA01-0AA0
-12A08	8 x DO MODULE, 24VDC, 0,5A	6ES7132-4BF00-0AA0
-12A09	8 x DO MODULE, 24VDC, 0,5A	6ES7132-4BF00-0AA0
-12A10	8 x DO MODULE, 24VDC, 0,5A	6ES7132-4BF00-0AA0
<b>=105PLC Vzdálené IO, rozvaděč RM1.3 Adresa Profibus: 13</b>		
-13A00	INTERFACE MODULE, IM151-1 (max.12modulů)	6ES7151-1CA00-0AB0
-13A01	POWER MODULE	6ES7138-4CA01-0AA0
-13A02	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
-13A03	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-

		0AA0
-13A04	POWER MODULE	6ES7138-4CA01-0AA0
-13A05	8 x DO MODULE, 24VDC, 0,5A	6ES7132-4BF00-0AA0
<b>=105PLC Vzdálené IO, pult DTK1 Adresa Profibus: 31</b>		
31A00	INTERFACE MODULE, IM151-1 (max.12modulů)	6ES7151-1CA00-0AB0
31A01	POWER MODULE	6ES7138-4CA01-0AA0
31A02	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
31A03	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
31A04	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
31A05	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
31A06	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
31A07	POWER MODULE	6ES7138-4CA01-0AA0
31A08	8 x DO MODULE, 24VDC, 0,5A	6ES7132-4BF00-0AA0
31A09	8 x DO MODULE, 24VDC, 0,5A	6ES7132-4BF00-0AA0
31A10	8 x DO MODULE, 24VDC, 0,5A	6ES7132-4BF00-0AA0
<b>=105PLC Vzdálené IO, skříňka MSH Adresa Profibus: 30</b>		
30A00	INTERFACE MODULE, IM151-1 (max.12modulů)	6ES7151-1CA00-0AB0
30A01	POWER MODULE	6ES7138-4CA01-0AA0
30A02	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
30A03	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
30A04	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
30A05	8x DI MODULE, 24VDC,	6ES7131-4BF00-0AA0
30A06	POWER MODULE	6ES7138-4CA01-0AA0
30A07	8 x DO MODULE, 24VDC, 0,5A	6ES7132-4BF00-0AA0
30A08	8 x DO MODULE, 24VDC, 0,5A	6ES7132-4BF00-0AA0
30A09	8 x DO MODULE, 24VDC, 0,5A	6ES7132-4BF00-0AA0

*Tab. 1.* Hardwarová konfigurace

## 4 Tvorba a testování řídicí aplikace

Celá aplikace je tvořena ve vývojovém softwaru STEP7. Program STEP7 je prostředí pro konfiguraci a programování řídicích systémů SIMATIC C7 a S7 řady 300 a 400. Obsahuje výkonné nástroje a funkce pro řadu úloh spojených s automatizačními projekty. Umožňuje uživatelsky příjemný způsob práce ve všech fázích vývoje projektu, jako jsou konfigurace a parametrizování hardwaru, definice komunikace, programování, testování, oživení projektu a diagnostika.

Editor programu umožňuje vývoj aplikace v LADDER diagramu (LAD), STL, FBD a také umožňuje vývoj aplikace v SOURCE pomocí SCL nebo STL. Řídicí aplikace pro PřV je celá tvořena v SCL SOURCE.

### Simatic Manager

Je základní prostředí pro tvorbu organizačních bloků, funkcí, funkčních bloků, datových bloků a jejich organizaci jak ve vývojovém prostředí tak i v PLC. Dále obsahuje HW configurator pro tvorbu a konfiguraci hardwaru pro PLC.

### 4.1 Návrh struktury aplikace

Celá aplikace byla rozdělena do několika bloků. Každý blok obsahuje aplikaci pro řízení jednotlivého funkčního mechanismu (např. funkce pojezd obsahuje pouze aplikaci pro řízení pojezdu a navíjení kabelového přívaděče proudu). Takhle rozdělená aplikace se lépe testuje a v případě problému se programátorovi snadněji hledá porucha.

Základním blokem celé řídicí aplikace je organizační blok OB1. Tento blok se volá v programu přísně sekvenčně a volá funkce nebo funkční bloky v přesném pořadí takto:

- FC21 – čtení digitálních vstupů
- FC20 – čtení a převod analogových vstupů
- FC71 – supervisor
- FC15 – pojezd
- FC11 – čistič stoupaček
- FB1 – převaděč plnicích plynů
- FC13 – mazací agregát
- FC14 – hydraulická stanice
- FC12 – vysavač topných kanálků

- FC10 – volání koncových členů
- FC22 – zápis digitálních výstupů

Další použité funkce nejsou volány sekvenčně, ale pouze v případě potřeby jejich využití:

- FC50 – TON – funkce zpožděného zapnutí
- FC51 – TOFF – funkce zpožděného vypnutí
- FC52 – RE – funkce vyhodnocení vzestupné hrany
- FC53 – FE – funkce vyhodnocení sestupné hrany

Datové bloky využívané k parametrizování:

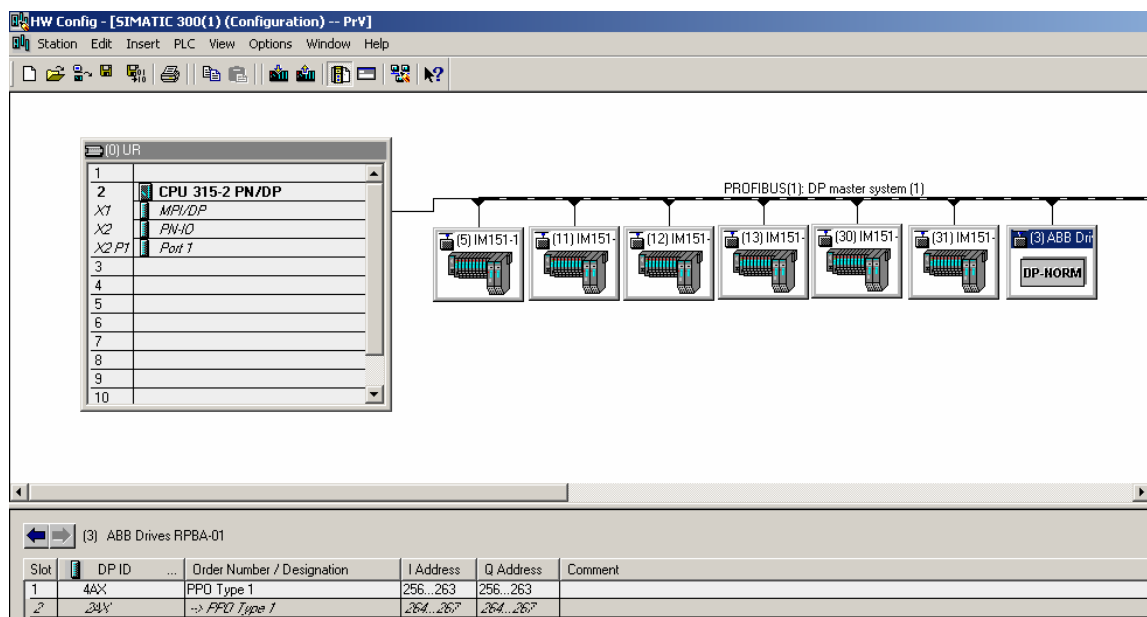
- DB1 – instanční data blok k FB1
- DB2 – obsahuje parametry pro zadávání rychlosti pojezdu na měnič
- DB6 – obsahuje všechny časové parametry
- DB7 – obsahuje všechny časované parametry

## 4.2 Implementace kódu

Implementace vlastního kódu ve vývojovém prostředí STEP7 je rozdělena do několika částí. Nejprve je nutné definovat použitý hardware a poté si vytvořit řídicí program.

### 4.2.1 Hardwarová konfigurace

Jako první je třeba si vytvořit nový projekt, vložit používanou stanici (u PřV S7-300) a definovat použitý hardware. Dalším krokem je tvorba databáze proměnných.



**Obr. 2.** Hardwarová konfigurace v prostředí STEP7

## 4.2.2 Popis programových bloků řídicího systému

Jak již bylo uvedeno výše, řízení jednotlivých mechanismů stroje je rozděleno do několika bloků. Jejich funkce, ovládání a blokování je popsáno v kapitole 3.1 Funkční analýza.

### OB1:

Je hlavní organizační blok, ze kterého jsou volány všechny funkce a funkční bloky v přesném pořadí.

### FC20:

Je funkce čtení analogových vstupů. U PřV jsou 3 analogové vstupy pro vyhodnocování teploty ze snímače Pt100. Modul analogových vstupů je vyroben přímo pro dvou vodičové zapojení Pt100 nebo Ni100 v rozsahu 4..20mA. Jeho hodnota je typu WORD v rozsahu – 2430 – 10000, která je převedena na °C v rozsahu -243 – 1000°C. V případě rozpojené smyčky se programově vyhodnotí chyba čtení analogové hodnoty.

### FC21:

Funkce čtení digitálních vstupů čte všechny digitální vstupy najednou a zapisuje je do paměťové oblasti Merker bitů od adresy 0.0.

**FC71:**

Funkce Supervisor je časovací funkce všech časovaných procesů v řídicí aplikaci. V hardwarové konfiguraci v nastavení procesoru je třeba nastavit příslušný byte jménem Clock Memory. Procesor tak automaticky generuje časové pulsy na jednotlivé bity Clock Memory byte.

- Clock Memory bit 0 generuje časový puls 0,1s
- Clock Memory bit 1 generuje časový puls 0,2s
- Clock Memory bit 2 generuje časový puls 0,4s
- Clock Memory bit 3 generuje časový puls 0,5s
- Clock Memory bit 4 generuje časový puls 0,8s
- Clock Memory bit 5 generuje časový puls 1s
- Clock Memory bit 6 generuje časový puls 1,6s
- Clock Memory bit 7 generuje časový puls 2s

**FC15:**

Řídicí funkce pojezdu podle aktuálních podmínek a požadavků zadává žádanou rychlost pojezdu. Ve funkci je vždy volána funkce FC75, která zadává žádanou rychlost na měnič a ošetřuje reverzaci pohonu, aby nedošlo k poškození měniče nebo pohonu samotného.

**FC11:**

Řídicí funkce čističe stoupaček. Funkce podle aktuálních podmínek programově zapíná pohon čističe stoupaček požadovaným směrem a dle požadavku je spojka rozpojena nebo spojena.

**FB1:**

Funkční blok podle aktuálních podmínek a požadovaného úkonu od obsluhy vyhodnocuje programová zapnutí jednotlivých hydraulických mechanismů převaděče plnicích plynů. Veškerá programová zapnutí jsou vyhodnocována v koncových členech. FB1 má přiřazený instanční datový blok ve kterém jsou ukládány aktuálně prováděné úkony převaděče.

**FC13:**

Funkce mazání je zapínána vždy s pohybem převaděče plnicích plynů. Blokováno je pouze při výpadku napájení a minimální hladině oleje.

**FC14:**

Funkce zajišťující bezpečný chod hydraulické stanice. Podle aktuálních podmínek hlídá bezpečný chod hlavních čerpadel a oběhového čerpadla.

**FC12:**

Podle aktuálních podmínek a požadavku na zapnutí z místního ovládní vysavače topných kanálků zapíná či vypíná vysokotlakové ventilátory a monitoruje teplotu odsávané vzdušiny.

**FC10:**

Funkce volání koncových členů. V této funkci se volají FC73 a FC72. FC73 je funkce koncového členu, který zapíná či vypíná podle aktuálních podmínek konkrétní jednosměrný pohon a vyhodnocuje časovou poruchu nezapnutí pohonu. FC72 je funkce podobná FC73, ale je určena pro reverzační pohony a vyhodnocuje navíc reverzační zpoždění. Do těchto funkcí jsou zavedena programová zapnutí a podle aktuálních podmínek funkce povolí chod. Funkce FC73 je volána tolikrát kolik je jednosměrných pohonů a FC72 kolik je reverzačních pohonů.

**FC22:**

Funkce zápisu digitálních výstupů. V této funkci zapisuje výstupní Merker bity na fyzické výstupy.

## 4.3 Testování

Pro správnou funkčnost vytvořeného řídicího programu pro PŘV byla vytvořena testovací aplikace ve vizualizačním prostředí InTouch 10.1. Vytvořený program byl nahrán do PLC S7-300 315 2 PN/DP. PLC bylo spojeno protokolem Industrial Ethernet s PC, na kterém je nainstalovaný InTouch a komunikují spolu přes driver DASSIdirect, který je také třeba nainstalovat.

Ve vizualizaci bylo vytvořeno několik oken. Hlavní okno obsahuje simulace všech funkčních mechanismů PŘV. Jednotlivé mechanismy se na simulaci chovají stejně, jak se budou chovat v reálném provozu. Toho bylo dosaženo díky naprogramovaného skriptu pro okno simulace. Další okna simulují pult v kabině strojníka a jednotlivá ovládací místa místního ovládní pro PŘV.

## 5 Návrh a realizace vizualizační aplikace

Vizualizační aplikace je velmi důležitou součástí pro řízení veškeré automatizační techniky. Je to z důvodu, že obsluha vůbec nemusí být na místě, kde automatický proces probíhá a může sledovat proces ve vzdáleném řídicím stanovišti. Pomocí vizualizační aplikace je obsluha informovaná co konkrétní mechanismus dělá a v jakém je stavu.

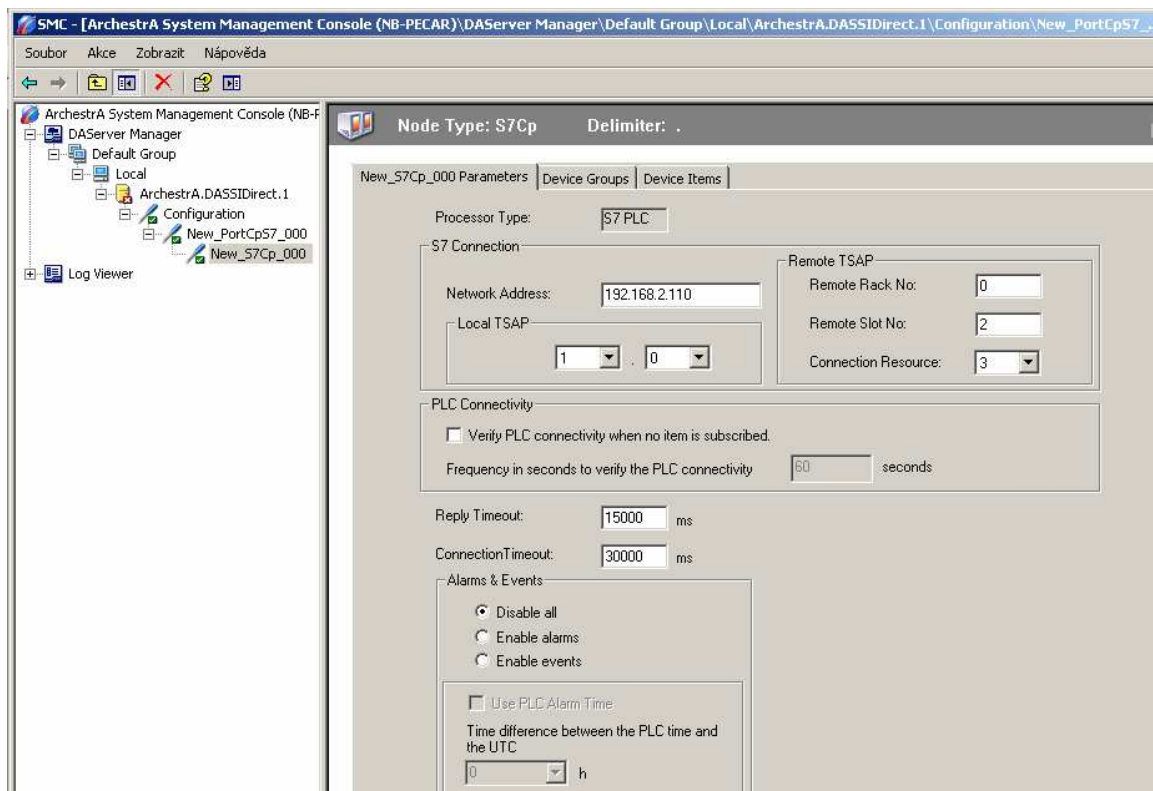
Zatím ještě nebylo dohodnuto, jaká vizualizační aplikace bude využívána pro PřV, tak byla vypracována vizualizace v prostředí InTouch 10.1. Tato vizualizace obsahuje kompletní simulaci všech funkčních částí PřV pro testování navrženého řídicího systému. Dále obsahuje návrh ovládacích panelů jednotlivých ovládacích míst.

### 5.1 Komunikace s ŘS

Vytvořená vizualizační aplikace komunikuje s řídicím systémem pomocí protokolu Industrial Ethernet. Pro komunikaci PLC s InTouchem je třeba mít nainstalovaný příslušný driver. Byl vybrán driver DASSIdirect a to z důvodu jeho jednoduchého nastavení. Tento ovladač byl nainstalován a nastavena komunikace v System management console, který je součástí instalace InTouch. Je důležité nastavit, přes co se bude komunikovat (využíváme Industrial Ethernet), s čím se bude komunikovat (komunikujeme s S7 PLC) a na nakonec IP adresu programovatelného automatu.

Další důležitou částí komunikace je vytvořit si databázi proměnných tzv. tagy, které se budou číst z PLC a zapisovat do PLC. Databázi byla vytvořena v programu Microsoft Excel ve formátu CSV (oddělený středníkem). Databáze musí obsahovat důležité parametry, s čím bude InTouch komunikovat, jméno ovladače pro komunikaci, jméno databáze Topic a nakonec samotná databáze proměnných s názvem proměnné a hlavně adresu proměnné v PLC.





Obr. 3. DAServer Manager – nastavení komunikace mezi PLC a InTouchem

## 5.2 Struktura obrazovek

Jako hlavní bylo zvoleno okno obsahující simulaci všech mechanismů stroje. Obsahuje simulaci převaděče plnicích plynů, hydraulické stanice, mazacího agregátu, kabelového přiváděče proudu, pojezdu, čističe stoupaček a vysavače topných kanálků. Ostatní obrazovky znázorňují jednotlivá místa ovládání jako ovládací pult strojníka v kabině stroje, místní ovládání čističe stoupaček, místní ovládání hydrauliky, místní ovládání převaděče plnicích plynů a vysavače topných kanálků. Navíc bylo přidáno okno s grafem, který simuluje zadávání rychlosti na měnič pojezdu a jeho aktuální rychlost.

Hlavní okno se simulací všech mechanismů stroje je otevřeno stále a uživatel si otevírá k hlavnímu oknu konkrétní ovládací panel, ze kterého chce simulovat, pomocí tlačítek s názvy jednotlivých pultů.

## 5.3 Tvorba obrazovek

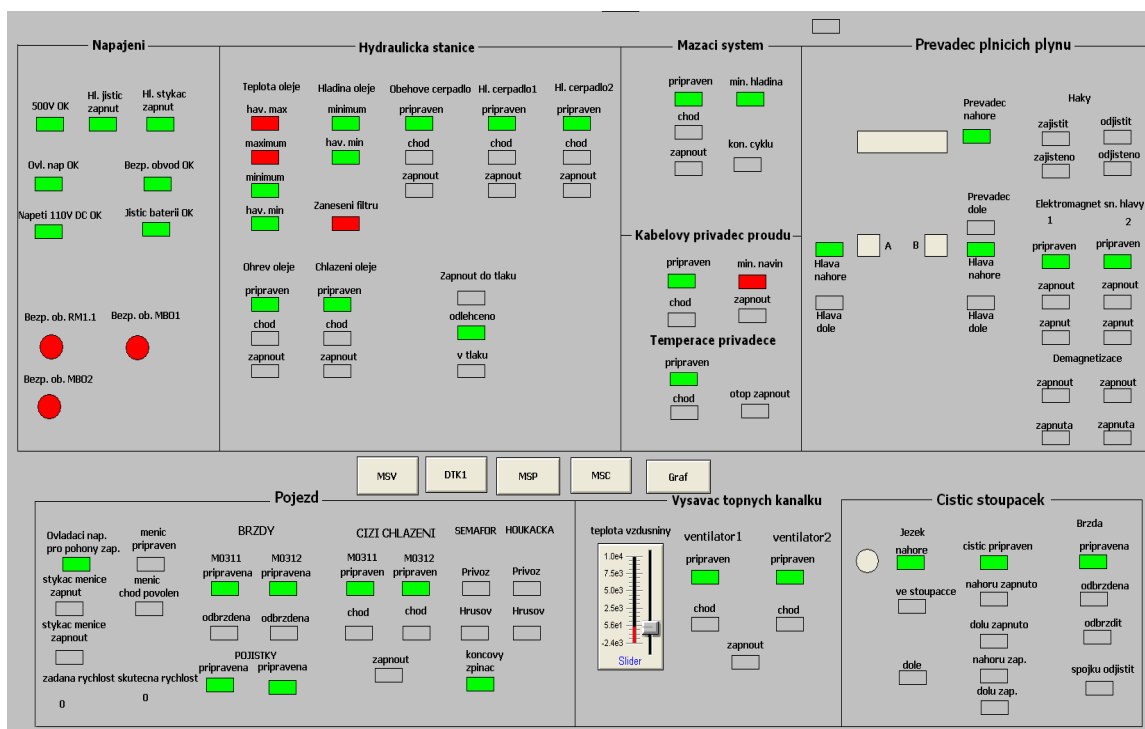
Jednotlivé pulty ovládání stroje byly vytvořeny podle zadaných požadavků. Každá obrazovka s pultem obsahuje tlačítko nouzového vypnutí.

### 5.3.1 Simulace

Obrazovka Simulace obsahuje simulace všech ovládaných mechanismů PřV a to hydraulické stanice, napájení, mazací systém, kabelový přivaděč proudu, převaděč plnicích plynů, pojezd, vysavač topných kanálků a čistič stoupaček. Celá obrazovka obsahuje skript pro simulaci jednotlivých mechanismů stroje, který se provádí každých 500ms. Všechny stavy jsou určeny dvěma barvami. Zelená znamená zapnuto nebo v pořádku a červená značí nepřipravenost.

Na simulaci všech mechanismů stroje byly vytvořeny dva druhy signálek tvořené malými obdélníky. Prvním druhem jsou signálky, které určují připravenost napájení, teplotu a hladinu oleje nebo minimální návin kabelového bubnu. Na tyto signálky může uživatel kliknout myší a změní si jejich stav, aby si mohl nasimulovat konkrétní poruchu. Další signálky indikují programový povel zapnutí a nemají žádnou další funkci. Na nich jsou závislé signálky, které simulují, že pohon nebo stykač je zapnut. Tyhle se zapínají automaticky zpožděně od povelu na konkrétní mechanismus díky naprogramovanému skriptu okna Simulace.

U převaděče plnicích plynů byl vytvořen pohybující se převaděč směrem nahoru a dolů i se snímacími hlavami. Podle toho jestli je převaděč nahoře nebo dole se automaticky zapne signálka aktuální polohy, která simuluje snímač dosažení koncové polohy. Pomocí skriptu se převaděč pohybuje nahoru nebo dolů a indikuje koncové polohy pohybujícího se mechanismu. Takhle jsou řešeny i simulace snímacích hlav a pohybu ježka u čističe stoupaček.



Obr. 3. Obrazovka se simulací všech mechanismů

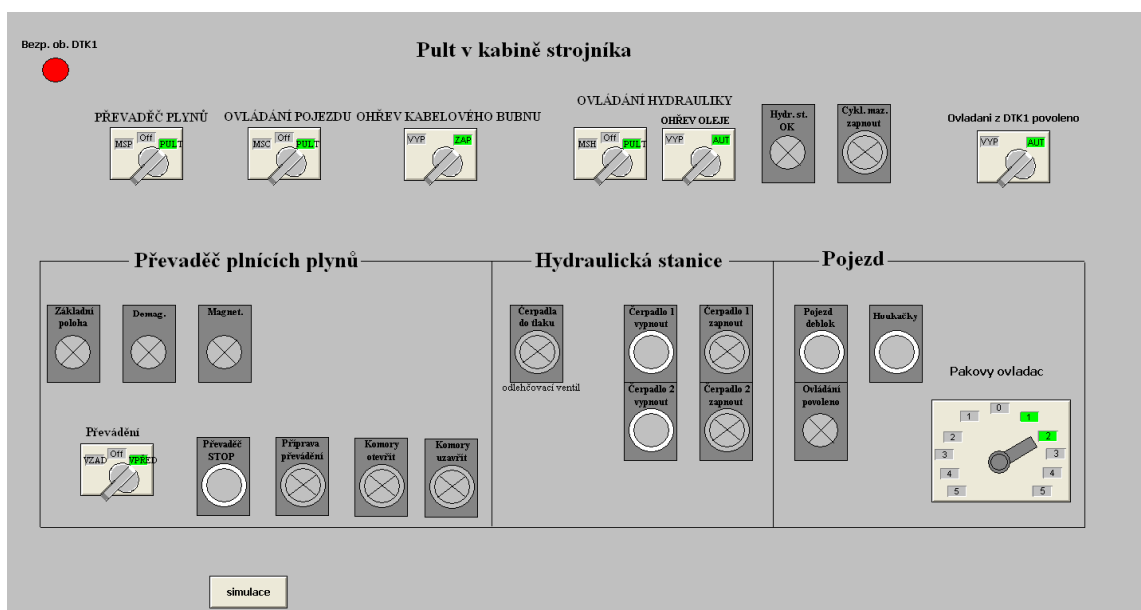
### 5.3.2 Pult strojníka

Obrazovka simulující pult v kabině strojníka obsahuje všechny ovládací prvky, které bude mít strojník v reálném užívání stroje. Některé ovládací prvky byly vytvořeny samostatně a byla jim přiřazena funkce, kterou mají plnit v reálném používání. Myšlena jsou tlačítka se signálkou, kterou se zadává konkrétní povel na konkrétní technologii a signálka vyznačuje, jestli se povel uplatnil či nikoli. Tlačítka mají funkci „direct“. Tato funkce simuluje klasické tlačítko, kdy při zmáčknutí dává puls jen po dobu držení. Dalším funkčním prvkem je tlačítko „STOP“ bez signálky. Tohle tlačítko má z důvodu bezpečnosti opačnou logiku a byla mu přiřazena funkce „reverse“. V klidovém stavu indikuje stav stálé logické jedničky a po dobu zmáčknutí indikuje stav logické nuly.

Strojník bude ovládat pojezd pomocí pákového ovladače. Pákový ovladač dává informaci, kterým směrem a jak velkou rychlostí se má stroj pohybovat. Rychlost je zadávána v pěti rychlostních stupních. Rychlosti se připínají, tzn. když je zadána rychlost pět, je zapnut směr a všechny 4 zbývající rychlosti. Simulace pákového ovladače byla vytvořena samostatně, podle funkčnosti pákového ovladače.

Posledními ovládacími prvky jsou přepínače. Nejhlavnějším přepínačem je „povolení ovládání“. Tento přepínač se dá přepínat pouze za použití klíče, aby se strojem nemohla

manipulovat osoba, která k tomu nemá oprávnění. Další přepínače slouží k přepnutí ovládání z kabiny strojníka na místní ovládání požadovaného mechanismu. U převaděče plicích plynů je přepínač pro převádění vpřed nebo vzad. U hydraulické stanice je přepínač „ohřev oleje“ (vypnout nebo automat). Přepínače byly převzaty z „Vizard selection“ a upraveny podle potřeby funkčnosti v zadání.



Obr. 4. Pult v kabině strojníka

### 5.3.3 Místní ovládání převaděče plicích plynů

Skříňka místního ovládání je umístěna u převaděče plicích plynů. Zde může obsluha ovládat převaděč plicích plynů bez vzájemných blokovacích vazeb. Slouží hlavně k odzkoušení mechanismu při výskytu nějaké poruchy a obsluha si musí být vědoma následků, které mohou nastat při nesprávné manipulaci s mechanismy. Aby mohla obsluha ovládat převaděč plicích plynů z místního ovládání, musí strojník v kabině na pultu povolit ovládání převaděče plicích plynů ze skříňky místního ovládání. Povolení ovládání je indikováno informační signálkou umístěnou na skříňce místního ovládání.

Jednotlivé ovládací prvky jsou stejné jako v kabině strojníka a jsou součástí požadavků od zadavatele. Indikování stavů mechanismů jsou řešena přes signální svítidla. Obsahuje jeden přepínač pro převádění plicích plynů vpřed nebo vzad. Prosvětlená tlačítka s funkcí „direct“ převaděč dolů nebo nahoru, háky odjistit nebo zajistit a nakonec snímání nebo nasazování poklopu komor převaděče.

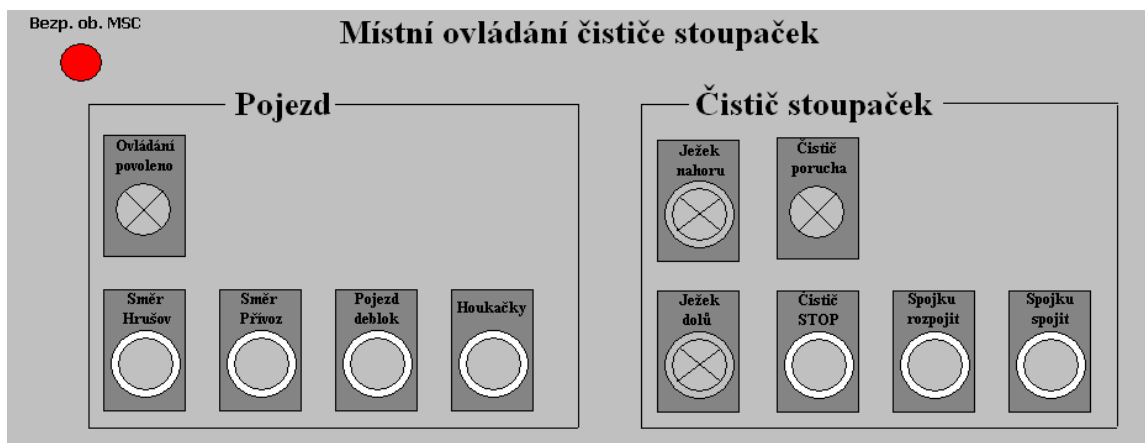


Obr. 5. Ovládání převaděče plnicích plynů

### 5.3.4 Místní ovládání čističe stoupaček

Čistič stoupaček se ovládá pouze z místního ovládání. Obsahuje ještě navíc ovládání pojezdu, kde pojezd je ovládán tlačítky na výdrž. Ovládání pojezdu je povoleno pouze za předpokladu, že strojník přepnul přepínač v kabině na ovládání pojezdu z místního ovládání čističe stoupaček a je indikováno signálním svítidlem „ovládání povoleno“.

Jednotlivé ovládací prvky jsou stejné jako v kabině strojníka a jsou součástí požadavků od zadavatele. Ovládání čističe stoupaček je tvořeno prosvětlenými tlačítky „ježek nahoru“ a „ježek dolů“, tlačítko „STOP“ s opačnou logikou a dvě klasická neprosvětlená tlačítka „spojku rozpojit“ a „spojku spojit“.



Obr. 6. Ovládání čističe stoupaček

### 5.3.5 Místní ovládání vysavače topných kanálků

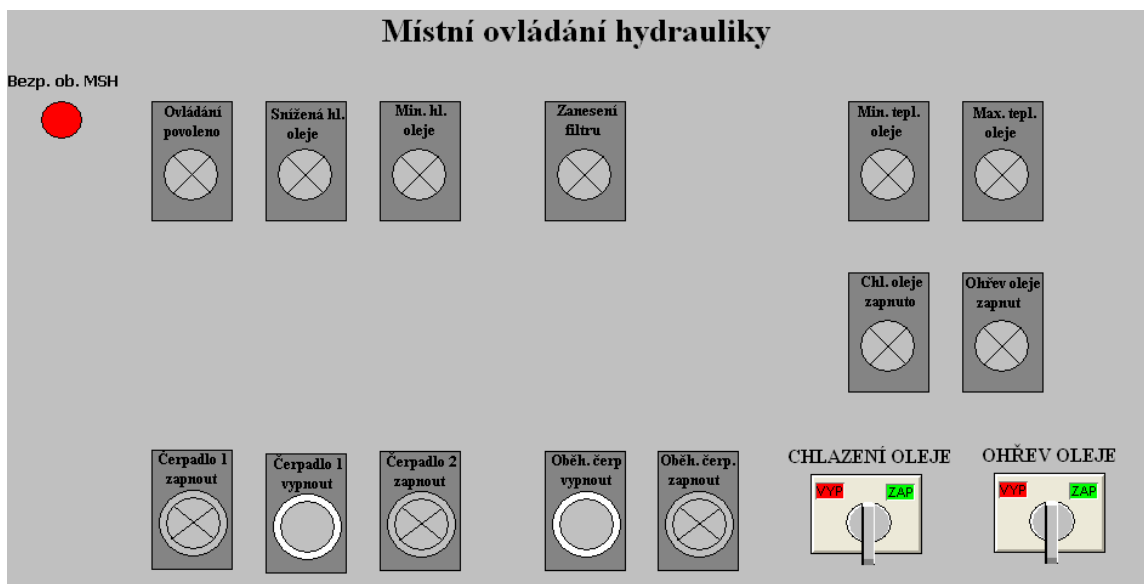
Vysavač topných kanálků je ovládán pouze ze skříňky místního ovládání. Obsahuje pouze prosvětlené tlačítko „zapnout“ a neprosvětlené tlačítko „STOP“ s opačnou logikou. Dále má ještě tři signální svítidla indikující teplotu odsávané vzdušiny.



Obr. 7. Ovládání vysavače topných kanálků

### 5.3.6 Místní ovládání hydrauliky

Místní ovládání hydrauliky je umístěno v rozvodně hydrauliky. Slouží především k odzkoušení jednotlivých mechanismů hydraulické stanice při poruše. Veškeré funkce ovládacích a signalizačních prvků jsou stejné jako u předešlých pultů místního ovládání.



Obr. 8. Ovládání hydrauliky

## 6 Závěr

Byla vytvořena řídicí aplikace pro převáděcí vůz s využitím PLC S7-300 315 2 PN/DP od firmy Siemens. Zadavatel měl požadavek, aby použitý procesor byl řady S7-300 od firmy Siemens. Jako vstupy a výstupy byl použit distribuovaný systém ET200s, který je připojen k PLC pomocí komunikačního protokolu PROFIBUS-DP. Dále má PLC možnost komunikace s protokolem Industrial Ethernet, který je využit k propojení PLC a počítače s vizualizací.

Celý program byl rozdělen do několika funkčních celků, které jsou volány sekvenčně v daném pořadí, jak navazují jednotlivé technologie na sebe. Každý funkční mechanismus jako je převaděč plnicích plynů, pojezd, hydraulická stanice, čistič stoupaček, vysavač topných kanálků a mazací systém jsou samostatné funkční celky. Každý z nich je naprogramován jako výrobní linka se zapamatováním příčin výpadku zařízení a odstavení návazných technologií.

Z důvodu, že ještě zatím nebylo dohodnuto, jaká vizualizace bude nainstalovaná na PřV, byla vytvořena simulační vizualizaci. Tato vizualizace obsahuje simulace jednotlivých panelů ovládacích míst stroje a také jednu velkou obrazovku, která simuluje všechny ovládané mechanismy stroje. Jelikož ještě nejsem velmi zkušený programátor, tak mi vizualizace výborně pomohla při testování a odladění řídicí aplikace.

Celá práce byla tvořena pro firmu ELDAT a.s. za její spolupráce. Převáděcí vůz bude zprovozněn v srpnu roku 2010.

## Použitá literatura

- [1] KOZIOREK, Jiří; CHROMČÁK, Libor. *Logické systémy řízení – učební text/příklady pro cvičení*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, FEI, 2007. ISBN 978-80-248-1490-2.
- [2] PIGAN, R; METTER, M. *Automating with PROFINET: Industrial communication based on Industrial Ethernet*. ISBN: 10-3895782564.



## **Seznam příloh:**

### **Příloha č. I**

Tabulka I/O – elektronická příloha na CD.

### **Příloha č. II**

Databáze tagů pro InTouch – elektronická příloha na CD.

### **Příloha č. III**

Zdrojový kód pro ovládání jednotlivých mechanismů ve STEP7 – elektronická příloha na CD.