

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Ostrava, 2010

Bc. Jiří Moravec

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

**Řízení technologie zauhlování Elektrárny Ledvice pomocí
programovatelného automatu**
Control System for Coal Transport in Electric Power Station
Ledvice Based on Programmable Controller

Ostrava, 2010

Bc. Jiří Moravec

Prohlášení

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

.....
Bc. Jiří Moravec

Datum odevzdání diplomové práce: 7. 5. 2010

Poděkování

Chtěl bych touto cestou velmi poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Doc. Ing. Jiřímu Koziorkovi PhD. za cenné rady, konzultace a připomínky spojené s vypracováním mé práce.

Zároveň bych rád poděkoval spolupracovníkům z firmy AT-Soft, spol. s r.o. za pomoc týkající se problematiky technologie zauhlování a kolegům s firmy SPEL, a.s. Divize dopravních technologií za spolupráci při řešení projektu.

Abstrakt

Cílem diplomové práce je navrhnout a realizovat řízení technologie zauhlování Elektrárny Ledvice. V průběhu textu je popisován stávající stav řídicího systému technologického celku zauhlování Elektrárny Ledvice. Dále je popisován návrh a realizace nového řídicího systému zauhlování ve fázi přípravy stavby pro nový zdroj 660MWe včetně hardwarové konfigurace a provedení komunikací řídicího systému. Diplomová práce se také zabývá tvorbou a testováním řídicí aplikace technologie zauhlování pro redundantní řídicí systém ControlLogix L63. Dále se práce zabývá návrhem a tvorbou vizualizační aplikace pro řídicí systém.

Klíčová slova

Allen - Bradley, RSView32 Runtime, FTView SE, SLC 500, ControlLogix, elektrárna Ledvice, vizualizace, RSLinx Gateway, Rockwell Automation, komunikace

Abstract

The aim of this thesis is to design and implement control technologies for Coal Transport in Electric Power Station Ledvice. In the text described the current state of the control system of technological unit of Coal Transport in Electric Power Station Ledvice. It is described the design and implementation of new control systém, Coal Transport in preparation for construction of a new source of 660MWe, including hardware configuration and implementation of communications control system. Diploma thesis also deals with the creation and testing of control technology applications for Coal Transport system of redundant ControlLogix L63 controller. Then the paper deals with the design and creation of visualization applications for the control system.

Key words

Allen - Bradley, RSView32 Runtime, FTView SE, SLC 500, ControlLogix, Electric Power Station Ledvice, visualization, RSLinx Gateway, Rockwell Automation, communications

Seznam použitých symbolů a zkratek

A	- Ampér - základní jednotka elektrického proudu podle SI
ABB	- ASEA Brown Boveri – firma průmyslové automatizace
AC	- Alternating Current - střídavý proud
BS	- Bagrovací stanice
ČEZ, a.s.	- České energetické závody, a.s.
ČOV	- Čistička odpadních vod
DC	- Direct Current - stejnosměrný proud
DCS	- Distributed Control System – distribuovaný řídicí systém
DDE	- Dynamic Data Exchange - přenos dat mezi dvěma zařízeními
DH+	- Data Highway Plus - průmyslová komunikační síť typu LAN
DIN	- Deutsche Industrie-Norm – Německá národní norma
DS	- Sdružovací skříňka, též distribuční
ELE	- Elektrárna Ledvice
FBD	- Function Block Diagram – diagram funkčních bloků (programovací jazyk)
GHz	- Gigahertz - 1000000000 Hz, označení např. frekvence procesoru
HMI	- Human Machine Interface - rozhraní mezi člověkem a strojem
Hz	- Hertz - základní jednotka frekvence podle SI
HW	- Hardware - technické vybavení
CHÚV	- Chemická úprava vody
I/O	- Input/Output – vstupy/výstupy např. řídicího systému
IPxx	- Ingress protection - udává odolnost elektrospotřebiče proti vniknutí cizího tělesa či vniknutí kapalin
KKS	- Kraftwerk-Kennzeichensystem - jednotné značení energetických zdrojů
LAN	- Local Area Network - zkratka pro lokální síť
LCD	- Liquid Crystal Display - displej z tekutých krystalů sloužící ke zobrazování
LD	- Ladder diagram - příčkový diagram (programovací jazyk)
mA	- miliampér – 0.001 A, označení hodnoty elektrického proudu
MHz	- Megahertz - 1000000 Hz, označení např. frekvence procesoru
MS	- Deblokační skříňka, též také skříňka místního ovládání (Místní skříňka)
MW	- Megawatt - 1000000 W, označení např. elektrického výkonu výrobního bloku elektrárny
OLE	- Object Linking and Embedding - standard pro komunikaci různých programů pod operačním systémem Windows
OPC	- OLE for process control - standard průmyslové komunikace
OS	- Operátorská stanice
OWS	- Operator Workstation - operátorská stanice

PC	- Personal Computer - osobní počítač
PLC	- Programmable Logic Controller - programovatelný logický automat
PLC5	- Řada programovatelných logických automatů firmy Allen – Bradley
PS	- Provozní soubor
RIO	- Remote Input/Output - vzdálené vstupy/výstupy
ŘS	- Řídicí systém
SCADA	- Supervisory Control and Data Acquisition - supervizní řízení a sběr dat
SFC	- Sequential Function Charts – sekvenční funkční diagram (programovací jazyk)
SLC500	- Řada programovatelných logických automatů firmy Allen – Bradley
ST	- Structured Text – strukturovaný text (programovací jazyk)
SW	- Software - programové vybavení
TCP/IP	- Transmission Control Protokol/Internet Protokol - definovaná sada protokolů v počítačové síti
ÚUL	- Úpravna uhlí Ledvice
UPS	- Uninterruptible Power Supply – nepřerušitelný zdroj energie
VB2, VB3, VB4	- Výrobní bloky 2, 3 a 4
VN	- Vysoké napětí
ZA	- Zauhlování

Obsah

1	ÚVOD	1
1.1.	ROZSAH ŘÍZENÉ TECHNOLOGIE	1
1.2.	PROJEKTOVÉ PODKLADY	2
1.3.	HLAVNÍ BODY PRÁCE	2
2	ROZBOR STÁVAJÍCÍHO STAVU ŘS TECHNOLOGIE ZAUHLOVÁNÍ ELE	3
2.1	POPIS SNÍMAČŮ A MĚŘICÍCH OKRUHŮ	4
2.2	DEBLOKAČNÍ SKŘÍŇKY MS, SDRUŽOVACÍ SKŘÍŇKY DS, KRABICE	5
2.3	CENTRÁLNÍ AUTOMAT	6
2.4	DECENTRALIZOVANÉ AUTOMATY	7
2.5	SEZNAM SBĚRNÝCH AUTOMATŮ	7
2.6	KOMUNIKAČNÍ KABELÁŽ	8
2.7	NAPÁJENÍ SYSTÉMU	8
2.8	VSTUPY A VÝSTUPY SYSTÉMU OVLÁDÁNÍ	9
2.9	SYSTÉM ZNAČENÍ	9
2.10	OPERÁTORSKÉ STANICE	10
3	NÁVRH A REALIZACE ŘS PRO TECHNOLOGII ZAUHLOVÁNÍ ELE	11
3.1	FUNKČNÍ ANALÝZA ŘÍDICÍHO SYSTÉMU	12
3.2	ARCHITEKTURA ŘS	13
3.3	NÁVRH SNÍMAČŮ A MĚŘICÍCH OKRUHŮ	14
3.4	SDRUŽOVACÍ SKŘÍŇKY DS, KRABICE	19
3.5	ŘÍDICÍ AUTOMAT	20
3.5.1	Základní vlastnosti řídicího automatu ControlLogix	20
3.5.2	Hardwarová konfigurace použitého řídicího automatu ControlLogix	22
3.6	KOMUNIKACE ŘÍDICÍHO SYSTÉMU	27
3.7	NAPÁJENÍ SYSTÉMU	28
3.8	VSTUPY A VÝSTUPY SYSTÉMU OVLÁDÁNÍ	28
3.9	SYSTÉM ZNAČENÍ	29
3.10	OPERÁTORSKÉ STANICE (OWS)	31
4	TVORBA A TESTOVÁNÍ ŘÍDICÍ A APLIKACE	32
4.1	RSLINX	32
4.2	RSLOGIX 5000	34
4.3	NÁVRH STRUKTURY ŘÍDICÍ APLIKACE	35
4.4	IMPLEMENTACE KÓDU	38
4.5	TESTOVÁNÍ ŘÍDICÍ APLIKACE	45
5	NÁVRH A REALIZACE VIZUALIZAČNÍ APLIKACE	46
5.1	FTVIEW STUDIO FOR SE	47
5.2	NÁVRH OBRAZOVEK	48
5.3	STRUKTURA OBRAZOVEK	49
5.4	TVORBA OBRAZOVEK	50
5.5	VLASTNOSTI OBRAZOVEK	52
5.6	TVORBA OVLÁDACÍCH TLAČÍTEK	52
5.7	ANIMACE GRAFICKÝCH OBJEKTŮ	54
5.8	UŽITÉ TYPY ANIMACÍ	54

6	OVLÁDÁNÍ TECHNOLOGIE ZAUHLOVÁNÍ Z VIZUALIZACE	57
6.1	SYMBOLY SNÍMAČŮ A SPOTŘEBIČŮ.....	59
6.2	OVLÁDÁNÍ.....	75
6.3	POTLAČOVÁNÍ PORUCH.....	76
6.4	PODMÍNKY ROZBĚHU	76
6.5	PROPELER	77
6.6	SVODKA.....	79
6.7	BUNKRY	82
6.8	ALARMY	83
7	ZHODNOCENÍ DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ	85
	POUŽITÁ LITERATURA	86
	SEZNAM PŘÍLOH.....	87

1 Úvod

V areálu elektrárny Ledvice (dále jen ELE) se realizuje projekt nového největšího zdroje 660 MWe, projekt možná poslední, ale dnes jistě nejmodernější uhelné elektrárny u nás. Aby se v areálu stávající elektrárny mohlo takovéto dílo realizovat, musela předcházet řada opatření, mezi jinými i přeložení skládky paliva včetně stavby nové drtící stanice a nových zauhlovacích mostů. [1]

Zauhlování patří k jednomu z prvních článků složitého procesu výroby elektrické energie v tepelných elektrárnách. Palivo pro ELE je dopravováno pásovou dopravou z Úpravny uhlí Ledvice (ÚUL). Jako rezerva pro případ poruchy v dopravě paliva na elektrárnu nebo opravy na zařízení nebo v případě přerušení dodávky paliva z ÚUL slouží skládka paliva s kapacitou 40 000 tun. Dopravní cesta paliva je vybavena automatickými vzorkovači uhlí, pásovými váhami a separátory kovu. Pro dokonalejší úpravu paliva pro fluidní kotel byla uvedena do provozu drtící stanice.

Systém zauhlování je vybaven rozvodem požární vody a stabilním hasicím zařízením na principu vodních clon, které zabraňují rozšíření požáru na zauhlovacích mostech. Pro snížení polétavé prašnosti dopravovaného uhlí pásovou dopravou je použita metoda zvlhčování prachových jader směsí atomizované vody se smáčedlem, spočívající v nástřiku vodní směsi do rozvolněné uhelné hmoty v místě přesypávání. Odprašování přesypů zauhlovacích dopravníků slouží ke snížení prašnosti na zauhlovacích pásách a ke zlepšení pracovních podmínek pro pracovníky pohybující se v prostorách zauhlování.

1.1. Rozsah řízení technologie

V etapě uvolnění staveniště pro výstavbu nového zdroje je zahrnuta realizace řízení veškerých nových technologických zařízení zabezpečujících provoz stávajících energetických bloků VB2, VB3 a VB4 a zařízení společných i pro budoucí provoz nového zdroje. Společná zařízení jsou představována zejména zauhlováním a vodním hospodářstvím.

Jedná se o řízení následujících provozních souborů (dále jen PS):

- PS 01 Zauhlování
- PS 06 Hospodářství topného plynu
- PS 11 Zásobování surovou vodou
- PS 12 Chemická úprava vody
- PS 14 Úprava přídatné a cirkulační vody
- PS 25 Likvidace odpadních vod
- PS 26 Čistírna odpadních vod
- PS 27 Čerpací stanice dešťových vod

Během výstavby budou výše uvedená technologická zařízení vyjma PS 01 Zauhlování řízena z dočasné dozorny zřízené v novém objektu CHÚV. Po ukončení etapy výstavby nového zdroje bude řízení převedeno z dočasného velínu do hlavní dozorny bloku nového zdroje.

Tato diplomová práce se zabývá návrhem a realizací řídicího systému PS 01 Zauhlování, a to zejména realizací řídicí aplikace a vizualizace technologie zauhlovacích linek, a to v rozsahu uvolnění staveniště pro výstavbu nového zdroje.

Řízení PS01 Zauhlování bude realizováno v etapách uvolnění staveniště pro výstavbu nového zdroje a v etapě výstavby nového zdroje. Část realizovaná v etapě uvolnění staveniště slouží k řízení části technologických zařízení určených k zásobování stávajících bloků VB2, VB3 a VB4 palivem. Řídicí systém pro řízení PS 01 je navržen do jisté míry autonomní. Tím je myšleno, že technologické zařízení bude řízeno z lokální dozorny v objektu drtící stanice a nebude ovládáno z dozorny bloku. Do dozorny bloku nového zdroje budou přenášeny pouze informace o stavu zařízení.

1.2.Projektové podklady

Pro zpracování projektu byly použity tyto podklady:

- stávající technická dokumentace
- dokumentace komunikačních návazností řídicích systémů na elektrárně Ledvice
- seznam signálů přenášených mezi zauhlováním ELE a ÚUL
- stávající aplikace pro monitorování a ovládání jednotlivých technologií

1.3.Hlavní body práce

- tvorba a testování SW řídicích automatů technologie zauhlování
- instalace HW a SW pro monitorovací pracoviště na velínu zauhlování
- nakreslení vizualizace technologie zauhlování
- konfigurace komunikačních propojení jednotlivých řídicích automatů a operátorských pracovišť
- odzkoušení provedených úprav a uvedení do provozu

2 Rozbor stávajícího stavu ŘS technologie zauhlování ELE

Decentralizované řešení se vyznačovalo tím, že sběrné automaty, umístěné v místech soustředění informačních a řídicích signálů, tj. ve věžích č. VI, VII, X, vn a nn rozvodnách, v technologických uzlech vnitřního zauhlování byli propojeny sériovou komunikací RIO. Vzhledem ke vzdálenostem byl použit doporučený speciální kabel firmy Belden.

Tab. 1 - Specifikace RIO

Typ kabelu	1770-CDx Belden 9842
Maximální délka	3000m (při rychlosti 57kbps)
Přenosová rychlost	57,115,230kbps
Metoda přístupu do sítě	Master/Slave

Základní komunikační trasy, zajišťující zauhlování ze skládky přes věže VI, VII na vnitřní zauhlování, byli kvůli bezpečnosti provozu zdvojené. Samostatná komunikační linka spojovala velín s automatem, umístěným ve věži č. X, který zajišťoval řízení a sběr informací příslušných pásů.

Koncepce výše popsaného decentralizovaného sběru informací umožňovala maximální snížení kabeláže, kdy zůstávala jen motorická kabeláž, tj. napájení hlavních a pomocných motorů z příslušných rozveden a dále od každého pásového dopravníku nouzové vypnutí, popřípadě další přímé vazby na příslušnou elektročást.

Do sběrných automatů, tak jak byli popsány výše, byly zapojeny typově zpracované signály jednoho pásu se všemi čidly, pohony a tlačítky.

Všechna tlačítka pro místní ovládání pohonů jednoho pásu a jeho příslušenství byla umístěna ve skřínce MS (jedna nebo více podle počtu pohonů) a napájena napětím 230VAC ze sběrného automatu. Všechna čidla byla zapojena do skříněk DS a napájena 230VAC. Skříňka MS byla propojena ve výrobě se skříňkou DS a připevněna na jeden rám. Společným kabelem byla skříňka DS propojena do sběrného automatu. Kabel byl jeden pro signály 230VAC a jeden pro analogové a 24VDC signály.

Několik takovýchto sestav bylo připojeno do sběrného automatu.

2.1 Popis snímačů a měřicích okruhů

Měřicí okruhy obsahovali příslušné napájecí zdroje MVE010 obr. 1 a převodníky MVE012 na jednotný proudový signál 4 - 20 mA.



Obr. 1 – Napájecí zdroj MVE010 firmy MPC System, spol. s r.o.

Tlačítko stop

Nouzový signál tam, kde nebylo možné umístit lankový vypínač. Byla použita tlačítka firmy Elektropřístroj Písek T6, v krytí IP 65.

Snímání otáček pásu

Jako čidlo pro snímání otáček – funkční ochrana pásů, byl použit indukční snímač typ BI10-M30-AP6X výrobce TURCK, včetně vyhodnocovací jednotky MS27-12-R/230VAC, umístěné na DIN liště ve skříni DS. Čidlo snímalo počet impulsů z otáčejícího se bubnu pásu. Hodnota otáček byla nastavena na 100% a byla pro všechny pásy stejná.

Hlídání vybočení pásu

Jako čidlo byl použit indukční snímač typ BI10-M30T-AZ3X se spínacím kontaktem, výrobce TURCK.

Lankové vypínače a hlídání gurty

Nouzové lankové vypínače, povolení a přepětí gurty bylo snímáno koncovými spínači typu VP 21 firmy MEP Postřelmov.

Tlak oleje převodovky

Jako čidlo byl použit snímač tlaku Philips typ P20-9404-273-106-01 ve dvouvodičovém zapojení, napájení po vedení s výstupním signálem 4-20 mA. Napájení proudové smyčky ze zdroje MVE010, který byl umístěn ve skříni, do které byl snímač zapojen.

Teplota převodovky

Jako snímač byl použit odporový snímač teploty speciální ložiskový typ Pt100 v třívodičovém zapojení. Příslušný převodník MVE012 na unifikovaný signál 4-20mA byl umístěn v příslušné skříni DS. Jeho napájecí zdroj MVE010 byl umístěn v příslušné skříni automatu.

Hlídání přesypu

Stávající klapkový hlídač přesypu byl vybavený rtuťovým spínačem zalitým v pryži s přepínacím kontaktem typ RHP-3, výrobce ZAM Servis s.r.o.

Koncové a pracovní polohy pojezdů

Jako informace byly zapojeny magnetické spínače firmy ZAT, typ MS 12 se spínacím kontaktem včetně magnetu typ M 21 a magnetický spínač typ MS 20 s přepínacím kontaktem. Snímače však byly omezeny napětím 60 VDC.

Měření hladiny uhlí v zásobnících bloků

Stávající ultrazvukové snímače byly zapojeny do skříní vnitřního zauhlování a pro jejich nedostatečnou spolehlivost byly doplněny kamerovým snímáním hladin.

2.2 Deblokační skřínky MS, sdružovací skřínky DS, krabice

Deblokační skříňka MS byla sdružená a obsahovala takový počet tlačítek, jaký byl nutný pro ovládání všech motorů jednoho pásu. Jejich konstrukce a výzbroj, tj. tlačítka, svorkovnice byla přizpůsobena prostředí, ve kterém byla umístěna. Deblokační skříňka byla umístěna v dosahu technologického zařízení v místě, konzultovaném s provozovatelem a propojena vícežilovým kabelem do sdružovacího automatu.

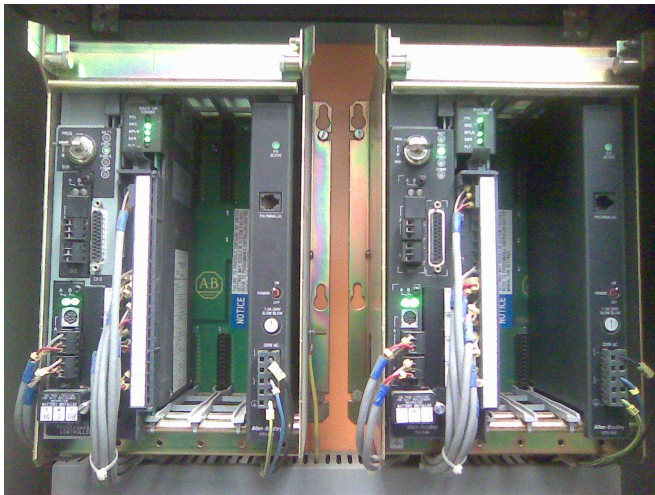
Sdružovací skříňka sloužila pro připojení všech čidel příslušného pásu a byla v ní umístěna časová a pomocná relé pro přesyp. V samostatné žluté skřínce bylo umístěno červené tlačítko firmy Sprecher+Schuh, které sloužilo jako SW Stop.

2.3 Centrální automat

Centrální automat pro řízení komplexu zauhlování byl vestavěn do jedné skříně DA9.0 firmy Rittal (o rozměrech 1000x1800x400).

Centrální pracoviště zauhlování bylo vybaveno dvěma pracovními stanicemi PC 486 firmy DELL (později tři stanice Pentium II.) s technologickými klávesnicemi CP14 firmy Allen-Bradley.

Centrální řídicí automat byl sestaven ze dvou systémů PLC5/60 ve 100% záloze Back Up obr. 2, a sběrné automaty SLC5/04 obr. 3 pak tvořili vzdálenou I/O stranu. Sběrné automaty zajišťovali sběr informací z čidel a deblokačních skříněk jednotlivých pásů, která byla připojena do těchto automatů.



Obr. 2 – Centrální automat PLC5/60 Back Up



Obr. 3 – Sběrný automat SLC5/04

V rozvodnách pak soustřeďovali příslušné signály informační a povelové pro jednotlivé hlavní motory pásů a jejich příslušné pomocné motory (brzda, ventilátory, otěrové pásy, čerpadla oleje). Centrální automat pak zajišťoval v zálohovaném provozu kompletní řízení pásů vnějšího zauhlování, pásových dopravníků od úpravny uhlí, návaznost na vnitřní zauhlování a skládku. Dále zajišťoval zpracování veškerých informací diagnostických a předzpracování dat pro vizualizační systém.

Výstupem ze zálohovaného automatu byla zálohovaná komunikace DataHighWay Plus (DH+), která pak zajišťovala návaznost na obě pracovní stanice PC v centrálním velínu zauhlování.

Tab. 2 - Specifikace DH+

Typ kabelu	1770-CDx Belden 9463
Maximální délka	3000m (při rychlosti 57kbps)
Přenosová rychlost	57,115,230kbps
Metoda přístupu do sítě	Token

2.4 Decentralizované automaty

Technické řešení vycházelo z decentralizované koncepce. Všechny automaty používali stavebnicového systému SLC500 firmy Allen-Bradley. Byly umístěny ve skříních, odolávajících prostředí v jednotlivých částech technologického zařízení. V každém případě se jednalo o skříně s minimálním krytím IP 66 firmy Rittal. V některých případech bylo použito skříní litých z Al slitiny, v ostatních případech oceloplechových. Skříně vždy obsahovali příslušný rám s jednotkami systému SLC500, dále pak oddělovací transformátor, přepěťové ochrany pro komunikační linky, popř. analogové vstupy, vyhodnocovací obvod otáček, oddělovací relé, jištění. Rozjištění bylo provedeno pomocí bezšroubových svorek Wago.

2.5 Seznam sběrných automatů

DA9.0 - Centrální automat s PLC5/60 Back Up v dozorně zauhlování

DA9.11,12,13 - sběrné automaty vnitřního zauhlování RIO "A" (SLC5/04)

DA9.21,22,23 - sběrné automaty vnitřního zauhlování RIO "B" (SLC5/04)

DA9.6 - sběrný automat ve věži VI

DA9.7 - sběrný automat ve věži VII

DA9.10 - sběrný automat ve věži X

DB1- sběrný automat vn rozvodna bagrovací stanice

DB2- sběrný automat vn rozvodna blok

DC1.1 - sběrný automat. RIO "A" budova centrálního velínu zauhlování

DC1.2 - sběrný automat RIO "B" budova centrálního velínu zauhlování

DC1.3 - sběrný automat RIO "C" budova centrálního velínu zauhlování

DC2 - sběrný automat vnitřního zauhlování kotelna

2.6 Komunikační kabeláž

Vzhledem k rozsahu a vzdálenostem komunikační sítě bylo použito k tomuto účelu speciálně vyráběných a doporučených kabelů firmou Allen-Bradley - kabely Belden.

1/ Komunikační linka Remote I/O, DH+ - kabel Belden typ 9463

2/ Komunikační linka Remote I/O, RIO kabel Belden typ 9842

Komunikační linka hlavní zauhlovací trasy ze skládky byla z automatu DA9.10 ve věži X propojena přes věž VII automat DA9.7 a končila v automatu DC1.3, kde bylo soustředěno ovládání motorů.

Vnitřní zauhlování mělo rovněž dvě technologické cesty, které byly osazeny třemi sběrnými automaty pro každou větev, automaty DA9.11, 21, DA9.12, 22, DA9.13, 23 a napojeny na komunikační trasu, končící na podlaží +38 m kotelny ve skříni DC2. Součástí řídicích a informačních signálů vnitřního zauhlování byli rovněž signály hladiny uhlí jednotlivých bunkrů kotelny.

Komunikační linky tras dopravy materiálu ze skládky na vnitřní zauhlování propojovali příslušné sběrné automaty pro vn rozvodnu r02.3, automat DB1 (Bagrovací stanice) a pro vn rozvodny r02.1 a r02.2 automat DB2 (pod dozornou 1 dvojbloku) a věžích VI automat DA9.6, VII automat DA9.7, X automat DA9.10 a pokračovali do velínu zauhlování, ve kterém byli umístěny řídicí automaty DC1.1, DC1.2, DC1.3, a centrální řídicí automat, umístěný ve vlastní dozorně zauhlování DA9.0.

Vnitřní zauhlování mělo každou technologickou linku, vybavenou samostatným řídicím automatem ve skříni DC2, který zajišťoval dílčí řízení a sběr informací, přičemž sběrné automaty byly s řídicím automatem propojeny vždy separátní komunikační linkou. Tyto řídicí automaty byly rovněž sestaveny ze systému SLC500.

2.7 Napájení systému

Napájení decentralizovaných automatů zajišťovali dva kusy zdrojů s nepřetržitým napájením UPS typu ARGO 3000 s bypasem. Jeden byl umístěn v budově centrálního zauhlování pro automaty vnějšího zauhlování a druhý na kotelně pro vnitřní zauhlování. Rozvod napájecího, zálohovaného napětí 230VAC byl proveden vždy podle komunikací, separátními kabely. Pro automaty každé komunikace bylo zvláštní jištění tak, aby i v napájecích okruzích byla zajištěna redundance komunikací. Sběrný automat každé linky měl svůj oddělovací transformátor, své jističe a pojistky a to i když byli v jedné skříni automatu umístěny dva, či tři sběrné automaty. Všechna čidla a tlačítka místního ovládání jednoho pásu a pomocných pohonů byla jištěna společným jističem.

2.8 Vstupy a výstupy systému ovládání

Všechny binární vstupy do řídicího systému z technologie zauhlování byli na úrovni 230VAC. Výjimku tvořili MS spínače, které snesli max. 60V a byli tedy napájeni 24VDC. Tedy bez převodníků, čímž byla zvýšena provozní spolehlivost. Pro informovanost obsluhy v operátorském pracovišti byly od všech motorů přivedeny následující signály:

stav vypínače motoru "ZAP"(ZAP1)	označení* B01
stav vypínače motoru "VYP"	označení* B02
stav vypínače motoru "ZAP2"	označení* B03
tepelná ochrana ve funkci "POR"	označení* B42
přítomnost ovlád. napětí rozvaděče "NAP"	označení* B40
přítomnost sig. napětí "SIG"	označení* B43

Povel byl dáván dvěma binárními povelý:

povel "ZAP" (ZAP1)	označení* B11
povel "VYP"	označení *B12
povel "ZAP2"	označení* B13

Povely z místních skříněk do systému byli:

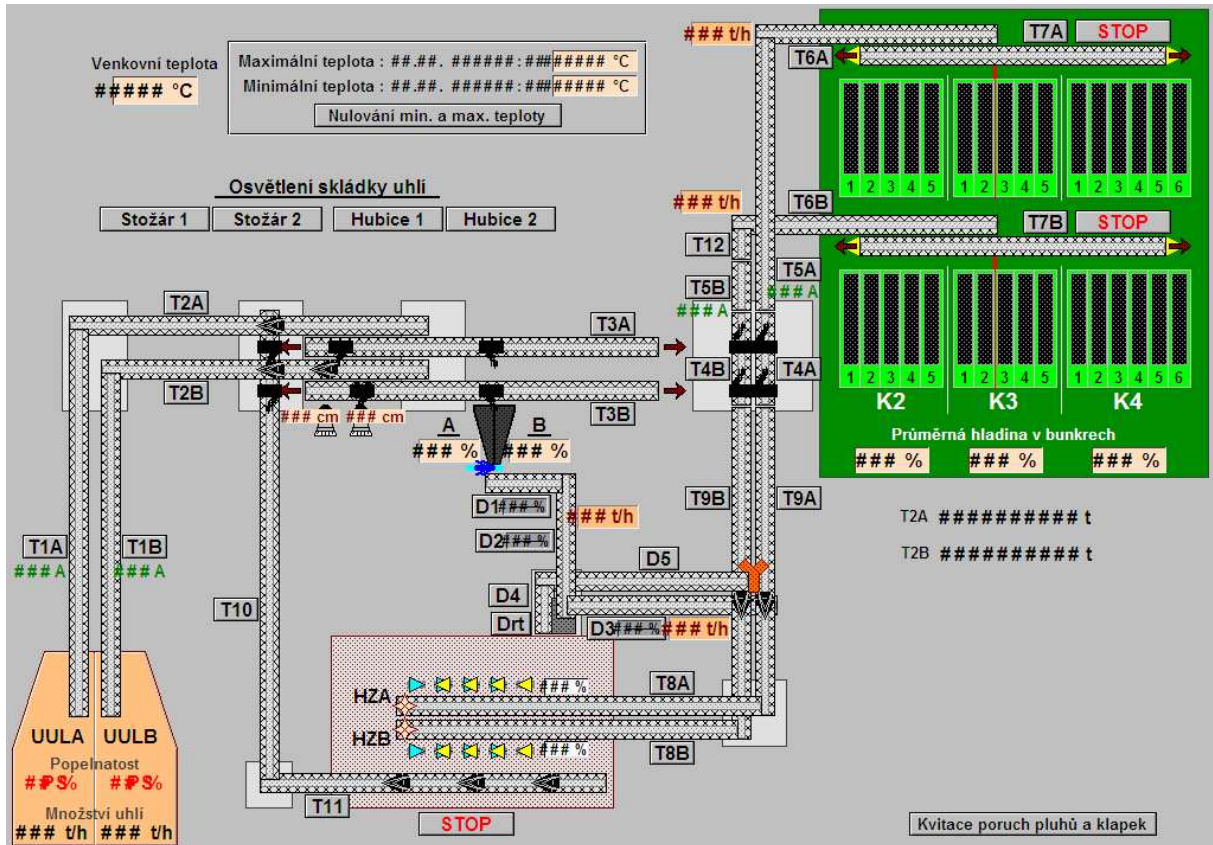
povel "ZAP" (ZAP1)	označení* B21
povel "VYP"	označení *B53
povel "ZAP2"	označení* B22

2.9 Systém značení

Stávající systém značení byl nejednotný. Při dílčích rekonstrukcích bylo u měněných zařízení ponecháno stávající značení (podle ZPA nebo EGV) a u nových doplněných zařízení nejprve rozšířené značení (podle ZPA nebo EGV) a později se přecházelo na jednotné značení elektráren KKS (Kraftwerk-Kennzeichensystem).

2.10 Operátorské stanice

Stávající technologie zauhlování byla monitorována na třech PC stanicích typu pentium II. Aplikace monitorování byla vytvořena ve vizualizačním softwaru RSVIEW32 firmy Rockwell Automation obr. 4.



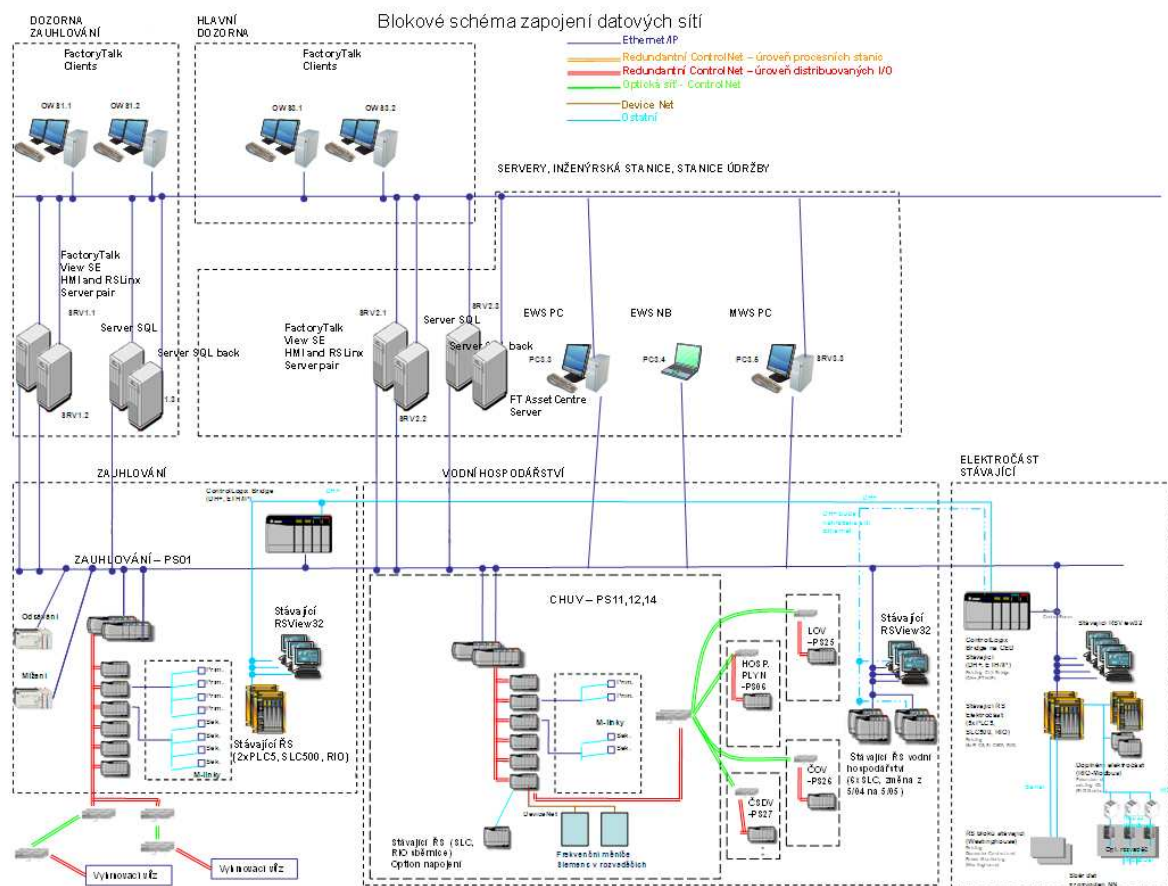
Obr. 4 – Ukázka přehledové obrazovky zauhlování v RSVIEW 32 (off-line)

Na všech monitorovacích stanicích byla stejná aplikace z důvodu zálohy, přičemž k jedné z nich byla připojena tiskárna na zaznamenávání poruch v tištěné podobě pro provozní techniky a na jedné byla aktivní akustická signalizace. Při poruše jedné monitorovací stanice bylo možné ovládat technologii z jakékoliv z dalších dvou monitorovacích stanic s tím, že musel být přizván technik, aby aktivoval zvukovou signalizaci, popřípadě přepojil tiskárnu a aktivoval záznam poruch na tiskárnu.

3 Návrh a realizace ŘS pro technologii zauhlování ELE

Pro monitorování a řízení technologie zauhlování je zvolen distribuovaný řídicí systém (DCS) ControlLogix firmy Allen-Bradley, umístěný v budově drtírny, kde je i operátorské pracoviště zauhlovací technologie. Tento řídicí systém byl vybrán zadavatelem, který má již z dřívějších zkušeností (sice se staršími modely) s řídicími systémy firmy Allen-Bradley.

Tento řídicí systém bude propojen s ostatními neblokovanými zařízeními, jako jsou například CHÚV, nebo ČOV a v budoucnu bude dále připojen do distribuovaného řídicího systému bloku. Tím bude možné přenášet na centrální dozornu informace o všech neblokovaných zařízeních včetně technologie zauhlování obr. 5. Konečné propojení bude řešeno až při výstavbě nového zdroje 660MW.



Obr. 5 – Blokové schéma zapojení datových sítí neblokovaných zařízení

3.1 Funkční analýza řídicího systému

Řídicí systém musí zabezpečovat z hlediska řízení technologického procesu následující základní funkce:

- sběr a zpracování měřených údajů z řízené technologie zauhlování
- sběr a zpracování údajů o stavech akčních členů (pluhy, klapky, motory apod.) technologie zauhlování
- vykonávání logických operací včetně sekvenčního řízení jednotlivých funkčních skupin (řízení v otevřené smyčce)
- ovládání jednotlivých akčních orgánů řízené v otevřené smyčce
- vykonávání výpočtů
- ochranu vybraných částí technologie
- zobrazování současného stavu a chování řízené technologie zauhlování na obrazovkách operátorských stanic
- zobrazování skupin trendů měřených proměnných z technologie zauhlování historických a aktuálních dat na obrazovkách operátorských stanic
- zpracovávání alarmů technologie zauhlování včetně tisku a zobrazení na obrazovce
- zpracovávání poruchových hlášení snímačů a akčních členů technologie zauhlování se zobrazením na operátorských stanicích
- zaznamenávání všech zásahů operátora
- ukládání historických dat
- poskytování standardních výpisů alarmů a aktivit
- ucelenou vlastní diagnostiku všech HW prostředků systému až na úroveň jednotlivých karet

Je navrženo víceúrovňové řešení komunikačního systému, kde procesní sběrnice (ControlNet) propojuje stanice pro řízení procesu (řídicí automaty) a další sběrnice (operátorská síť Ethernet) propojuje operátorské stanice (OWS).

3.2 Architektura ŘS

Při řešení je dodržováno doporučení výrobce řídicího systému na oddělení komunikačních úrovní.

Jsou zde použity následující úrovně:

Informační úroveň

V této úrovni jsou zapojeny klienti pro HMI a počítá se s případným propojením této úrovně do sítě ELE pro předávání reportů a dalších dat. Data do této úrovně poskytují redundantní páry serverů pro HMI. Redundantní páry serverů pro HMI jsou opatřené dvěma síťovými kartami Ethernet, kdy druhá karta je připojena na procesní úroveň (propojení s řídicím automatem). Takto je dosaženo oddělení procesní a informační úrovně, což je důležité pro vysokou datovou propustnost a také pro omezení rozsahu a dostupnosti procesní úrovně.

Procesní úroveň

V této úrovni jsou zapojeny všechny PLC, ať již nově budované řídicí automaty ControlLogix nebo ucelené technologické celky (např. mlžení, odsávání). Po této komunikační úrovni se předávají data mezi PLC a dále z a do této úrovně čtou a zapisují data servery HMI. Po této úrovni se budou také číst data z existujících částí technologie (není řešeno v této etapě).

Technologická úroveň

Tato úroveň propojuje zařízení v rámci technologického celku zauhlování. Zahrnuje jednak komunikaci s rámy vstupů a výstupů uvnitř rozvaděče, ale i komunikaci se vstupy a výstupy vzdáleně umístěnými v jiných stavebních objektech (mimo drtící stanici, např. nad kotelnou) nebo rozvaděčích zařízení (např. vyhrnovací vůz).

Komunikace s elektročásti

Tato úroveň patří do technologické úrovně, ale protože se jedná o ucelený velký celek, je popsána v odděleném odstavci. Zajišťuje komunikaci s datovými koncentrátory inteligentních ochran ABB (MLink). Po této lince se předávají povely pro zapínání a vypínání pohonů a čtou informace z inteligentních ochran.

Řídicí systém je navržen tak, aby zajišťoval kompletní řízení technologie zauhlování od předávacího místa ÚUL, až po vlastní zásobníky uhlí nad blokem (bunkry) včetně diagnózy a předzpracování dat pro vizualizaci.

Koncepce automatického řízení technologie zauhlování je vzhledem k velkému množství možných zauhlovacích tras zvolena tak, aby v případě potřeby umožnila výběr všech možných kombinací dopravníků, pluhů a klapek a přitom zůstala pro operátory zauhlování přehledná.

Základním modulem pro automatické řízení zauhlování je Dopravní trasa. Operátor má k dispozici 6 (8) volně nastavitelných dopravních tras, které jsou kvůli přehlednosti rezervovány pro základní typy zauhlování:

Tab. 3 – Možné dopravní trasy

číslo	Zdroj	Cíl	Název trasy	Popis trasy
1	UUL	B23	UUL_B23	Zauhlování bunkrů bloku 2 a 3 z úpravny uhlí Ledvice
2	UUL	B4	UUL_B4	Zauhlování bunkrů bloku 4 (přes drtiče) z úpravny uhlí Ledvice
3	UUL	NZ	UUL_NZ	Zauhlování bunkrů nového zdroje z úpravny uhlí Ledvice (v další etapě)
4	UUL	SKL	UUL_SKL	Zauhlování skládky z úpravny uhlí Ledvice
5	SKL	B2,3	SKL_B2,3	Zauhlování bunkrů bloku 2 a 3 ze skládky ELE
6	SKL	B4	SKL_B4	Zauhlování bunkrů bloku 4 (přes drtiče) ze skládky ELE
7	SKL	NZ	SKL_NZ	Zauhlování bunkrů nového zdroje ze skládky ELE (v další etapě)
8	A	B	A_B	Nestandardní zauhlovací trasa (pouze v ručním režimu)

Každá trasa umožňuje snadný výběr dopravníků a sestavení trasy dle aktuálního stavu dostupných dopravníků a souvisejících zařízení.

Každé z osmi tras se může přiřadit kterýkoliv dopravník. Pouze výběr prvního a posledního dopravníku trasy je omezen způsobem zauhlování rezervovaným pro danou trasu.

3.3 Návrh snímačů a měřicích okruhů

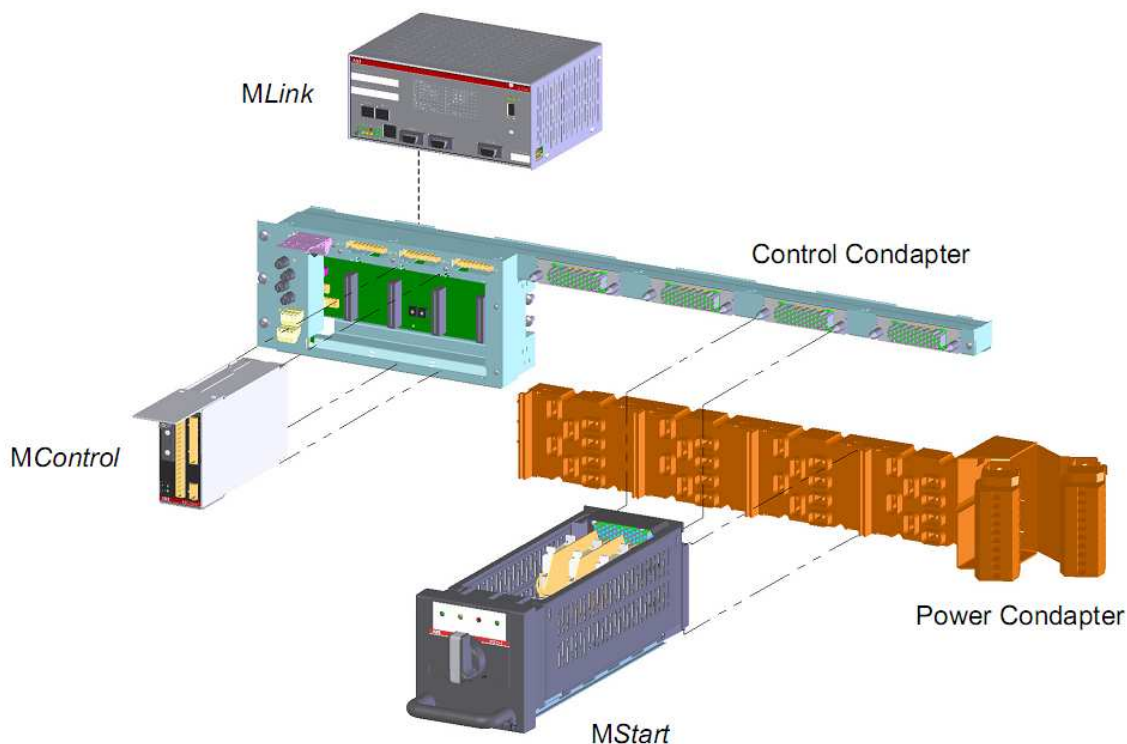
Měřicí okruhy jsou napájeny zálohovaným napájením 120VAC a jejich jednotný výstupní proudový signál je 4 - 20 mA. Elektrický rozvod 120V je zvolen pro všechny obvody ať už měřicích signálů, nebo informačních hned z několika důvodů. Jeden z důvodů je jednotné napájení celého řídicího systému (kromě vizualizačních stanic a některých výstupních signálů). Dalším důvodem je dostupnost I/O modulů pro řídicí systém, který je vyráběn ve Spojených Státech Amerických, kde je podle platné normy elektrický rozvod 120VAC. Řídicí systém ControlLogix samozřejmě může mít i I/O moduly na 230VAC, ale protože ty jsou vyráběné pouze pro Evropu je jejich dostupnost o něco horší. Dalším důvodem proč je zvoleno napájení 120VAC i pro informační signály je důvod vysoké prašnosti v technologii zauhlování. Z praxe je známé, že při použití klasických 24VDC rozvodů vznikají problémy s převodovými relé apod.

Většina komponent je proto navržena pro 120VAC.

Nouzové lankové vypínače a nouzová tlačítka

Všechny nouzové lankové vypínače a tlačítka jsou od firmy Allen-Bradley a patří do skupiny GuardMaster. Typové označení lankových vypínačů je 440E-D13xxx a nouzových tlačítek 440E-L13xxx. Tato bezpečnostní zařízení jsou umístěna po celé délce pásových dopravníků. Bezpečná funkce lankových vypínačů je do 125 metrů délky. Tam, kde jsou dopravníky delší, je těchto lankových vypínačů potřeba více. Nouzová tlačítka jsou umístěná tam, kde nebylo možné z nějakých důvodů umístit lankové vypínače, anebo jsou umístěné po technologii podle požadavků objednatele.

Signály s těchto bezpečnostních prvků jsou zapojeny do ochranných rozpínacích smyček jednotlivých dopravníkových pásů. Vyhodnocování těchto smyček je provedeno v silové rozvodně ABB inteligentními bezpečnostními relé MControl firmy ABB obr. 6. Do řídicího automatu jsou přivedeny informační signály s těchto relé MControl přes komunikační modul MLink pomocí sběrnice Profibus DP.



Obr. 6 – Přehled komponent inteligentních relé MControl firmy ABB [3]

Hlídání gurty

Snímání povolení gurty je navrženo tak, aby do řídicího systému vstupovaly dva informační signály. Jeden o prvním stupni povolení gurty (alarmové hlášení) a druhý o druhém stupni povolení gurty (havarijní hlášení, gurta je povolena pod mez provozování, nebo je přetržena). K tomu slouží koncové spínače firmy ZAM Servis s.r.o. typu LHPE-10/2-R2 obr. 7.



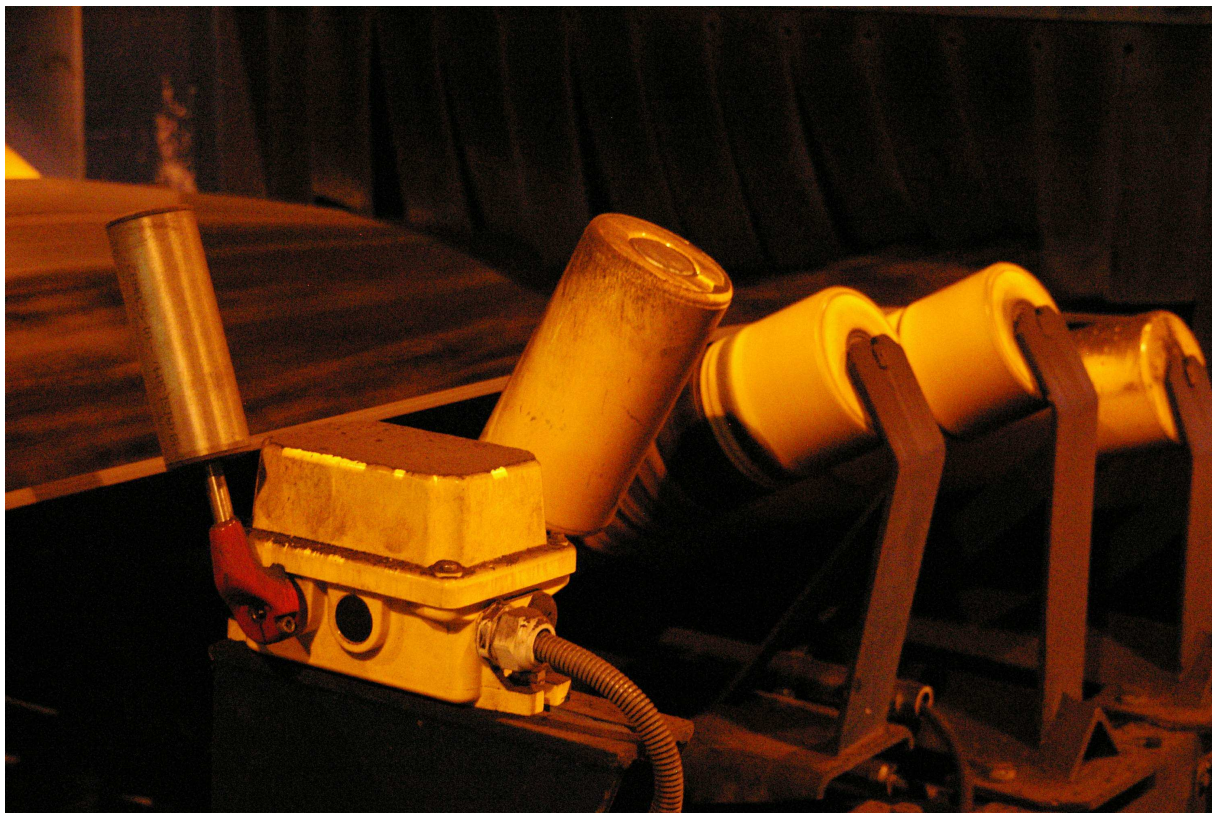
Obr. 7 – Snímače povolení gurty firmy ZAM Servis s.r.o.

Snímání otáček dopravníkového pásu

Jako čidlo pro snímání otáček - funkční ochrana pásů, byl navržen indukční snímač typ Bi10-G30-Y1X výrobce TURCK, včetně vyhodnocovací jednotky IM21-14-CDTRI. Čidlo snímá počet impulsů z otáčejícího se bubnu pásu, na kterém je kovový návarek. Hodnota otáček je přenášena do řídicího systému jako analogová hodnota a je nastavena na 0 - 100% otáček. Hodnota je pro všechny pásy stejná a je vyhodnocována v řídicím systému.

Hlídání vybočení pásu

Jako čidlo snímání vybočení pásu je použit dvupolohový elektromechanický spínač vybočení v robustním provedení (vybočení I. stupeň pro alarmové hlášení a vybočení II. stupeň pro havarijní odstavení) s nastavitelnou pákou typ LHPE-10/2-LV50, výrobce ZAM Servis obr. 8.



Obr. 8 Snímač vybočení dopravníkového pásu typ LHPE-10/2-LV50 firmy ZAM Servis s.r.o.

Tlak vzduchu pneumatického napínání

Jako čidlo je použit elektromechanický spínač typu KZ 3795, firmy Fluidbohemia. Je to spínací kontakt, který spíná při poklesu napínacího tlaku pod nastavenou mez. Tento spínač je pouze u dopravníkových pásů, které mají pneumatické napínání.

Teplota převodovky

Jako snímač je použit elektromechanický kontakt, který je součástí převodovky.

Hlídání přesypu

Jako snímače zahlcení přesypů na vnějším a vnitřním zauhlování jsou použity indukční snímače s pryžovou membránou typ 871TM-BH10N30-A2, firmy Allen-Bradley obr. 9. Snímače slouží k blokování předchozích dopravníkových pásů, aby nedošlo k zasypání přesypové věže, nebo jiné části technologie.



Obr. 9 Indukční snímač zahlcení přesypu typ 871TM-BH10N30-A2

Koncové a pracovní polohy klapek a pluhů

Jako snímače koncových a pracovních poloh jsou použity indukční snímače typ 871TM, firmy Allen-Bradley, obdobné jako u snímačů zahlcení, pouze bez pryžové membrány.

Měření hladiny uhlí v zásobnících bloků

Jako snímače hladin v zásobnících uhlí jsou použity ultrazvukové snímače typ Prosonic S FDU93, firmy Endress + Hauser. Ultrazvukové snímače jsou navrženy proto, že je požadoval objednatel, i přes to, že se stávajícími ultrazvukovými snímači nebyl spokojen. Navržený typ snímače byl konzultován přímo s technikem firmy Endress + Hauser, který tento typ doporučil.

Ostatní čidla jsou součástmi zařízení a jsou převážně řešena spínacími (popř. rozpínacími) kontakty (poloha brzdy motoru, otevření dvířek drtiče, atd.).

Čidla jsou navržena tak, aby odpovídala co nejvíce požadavkům zadavatele, ale samozřejmě velkou roli měla cena snímačů a výrobce. Jelikož patřím mezi systémové integrátory firmy Rockwell Automation je navrženo co nejvíce snímačů od firmy Allen-Bradley, který patří do skupiny Rockwell Automation.

3.4 Sdružovací skříňky DS, krabice

Deblokační skříňky MS nebudou realizovány po rozhodnutí projektového týmu ČEZ, a.s. To znamená, že u žádného dopravníkového pásu není možnost místního ovládání. Jediná možnost ovládání dopravníkových pásů při výpadku řídicího systému je ze silové rozvodny ABB pomocí ovládacích skříněk MStart obr. 10, které jsou součástí bezpečnostního inteligentního relé MControl.



Obr. 10 Čelní panel ovládacího modulu MStart

Sdružovací skříňky slouží pro připojení všech čidel pásů a jsou v nich umístěny převodníky otáček. Časová relé pro přesypy jsou záležitostí řídicího software. Havarijní prvky jsou odděleny od ostatních snímačů a jsou přivedeny do rozvodny ABB, kde jsou připojeny do inteligentních bezpečnostních relé MLink firmy ABB.

3.5 Řídicí automat

Řídicí automat je sestaven ze dvou systémů ControlLogix L63 stavebnicového typu v redundanci a je připojen redundantní sběrnici ControlNet ke vzdáleným vanám s I/O moduly. Na tyto vzdálené I/O moduly jsou připojeny všechny signály s technologií, kromě bezpečnostních prvků a motorů, které jsou připojeny do inteligentních bezpečnostních relé MControl. Mezi inteligentními relé MControl a řídicím systémem ControlLogix probíhá výměna dat pomocí průmyslové sběrnice Profibus DP.

Řídicí automat a vzdálené vany s I/O jsou umístěny ve skříních, které se nacházejí v datové rozvodně. Skříně jsou s krytím IP54. Tyto skříně obsahují příslušný rám s jednotkami systému ControlLogix, přepěťové ochrany pro komunikační linky, oddělovací relé, propojovací moduly, napájecí moduly, jištění.

Výstupem ze zálohovaného řídicího automatu je zálohovaná komunikace Ethernet, která zajišťuje návaznost na obě serverové stanice v dozorně zauhlování.

3.5.1 Základní vlastnosti řídicího automatu ControlLogix

ControlLogix je nejvýkonnější modulární řídicí automat firmy Rockwell Automation z řady Logix (CompactLogix, FlexLogix, ControlLogix, DriveLogix, SoftLogix5800) pro kterou je charakteristická společná instrukční sada a jednotný vývojový software RSLogix5000. Řídicí automaty ControlLogix využívají na své vnitřní sběrnici architekturu producent/konzument. To znamená, že jednotky, které mají ke sběrnici naprosto rovnocenný přístup, se rozlišují podle toho, zda data produkují nebo je spotřebovávají. [5]



Obr. 11 Řídicí automat řady ControlLogix [4]

ControlLogix obr. 11 lze charakterizovat výčtem následujících atributů:

- vnitřní sběrnice ControlBus s architekturou producent/spotřebitel, zajišťující inteligentní a efektivní výměnu dat mezi moduly
- možnost osadit více procesorů do jednoho rámu
- libovolná pozice všech jednotek
- možnost výměny všech jednotek pod napětím (RIUP–Replace/Insert Under Power)
- hlášení chyb na úrovni modulů včetně diagnostiky čidel
- časové vzorky dat - moduly mohou data vybavit časovou značkou (systémové hodiny)
- všechny moduly plně softwarově konfigurovatelné s hardwarovou a softwarovou diagnostikou

Procesory

K dispozici je několik typů procesorů, ty se liší zejména velikostí paměti (řada L55 poskytuje 750kB, 1,5MB, 3,5MB, řada L60 poskytuje 2, 4, 8 nebo 16MB). Maximální velikost paměti procesoru je v současné době 16MB. Maximální adresní prostor procesoru je 128000 digitálních I/O nebo 4000 analogových I/O. Počet procesorů v rámu je omezen pouze velikostí rámu. Zde je použit procesor L63, který má velikost paměti 8MB, aby bylo zajištěno dostatek místa pro řídicí aplikaci a redundanci. [5]

Rámy pro modulární systém

Jednotlivé karty modulárního systému se umísťují do rámu, jejich velikost je dána počtem pozic, k dispozici jsou rámy pro 4, 7, 10, 13 a 17 pozic. Sběrnice na zadní stěně rámu poskytuje vysokorychlostní komunikační cestu mezi moduly. Více procesorů na sběrnici může posílat zprávy mezi sebou. S více komunikačními interface moduly na sběrnici může být zpráva poslána z linky na portu jednoho modulu přes sběrnici do portu druhého modulu a jinou linkou do místa určení. V případě požadavku většího počtu karet se pak další rámy se vstupními a výstupními kartami připojují pomocí komunikačních sběrnic. [5]

Napájecí zdroje

Napájecí zdroje systému ControlLogix jsou použity s rámy 1756, aby poskytly napájení 1.2, 3.3, 5 a 24VDC přímo do sběrnice na zadní stěně rámu. Napájecí zdroj se připevňuje na levou boční stranu rámu. Redundantní napájecí zdroje jsou dostupné v AC verzi (1756-PA75R) a v DC verzi (1756-PB75R). Mohou být kombinovány, pokud jsou použity ve dvojici, popřípadě lze objednat přímo sadu 1756-PAR, která se skládá ze dvou napájecích zdrojů 1756-PA75R, dvou kabelů 1756-CPR a adaptérového modulu 1756-PSCA. [5]

Vstupní a výstupní jednotky

Periferní jednotky nemají vlastní komunikační kanál, a proto provádí jejich konfiguraci procesor. Bezprostředně po nahrání programu do procesoru začne procesor vyhledávat „svoje“ moduly. V tomto okamžiku provádí „poll“ tj. periodické obvolávání periférií známé z architektury master/slave. Jakmile procesor jednotku nalezne, nahraje do ní konfigurační data, určující chování I/O jednotky (způsob komunikace/perioda, časové značky, diagnostika atd.) a současně se stává jejím vlastníkem. Od toho okamžiku také začne jednotka sama komunikovat a procesor - vlastník k ní přistupuje dle jejího charakteru a nastavení.

„Počet modulů“, se kterými může procesor - vlastník komunikovat, je omezen počtem tzv. „připojení“. To je definováno parametrem RPI (Request Packed Interval - perioda opakování dat) a procesor může mít těchto „připojení“ nedefinováno až 250. Na jednom připojení může být více I/O modulů (stejný parametr RPI), dokonce je tato konfigurace neefektivnější. Počet modulů je potom závislý na RPI i na množství předávaných dat.

Diagnostické vstupní moduly disponují funkcí „detekce otevřené smyčky“, kdy jednotka kontroluje průchod zbytkového proudu smyčkou (ve stavu logická 0), případně funkcí „detekce ztráty napájení“, kdy jednotka na některém vstupu registruje pokles napětí pod definovanou mez.

Diagnostické výstupní moduly jsou vybaveny několika diagnostickými funkcemi. Kontrolou zbytkového proudu výstupu detekují „ztrátu zátěže“. „Kontrola výstupu“ spočívá v kontrole proudu výstupu ve stavu logické 1. „Ztráta napájení“ detekuje pokles ovládacího napětí a „pulsní test“ kontroluje stav výstupních obvodů, aniž by došlo k sepnutí zátěže. [5]

3.5.2 Hardwarová konfigurace použitého řídicího automatu ControlLogix

Na základě charakteru technologie zauhlování, počtu digitálních a analogových I/O z technologického celku zauhlování a návazností na zbylé části technologie je navržena tato hardwarová konfigurace řídicího automatu. Při výběru bylo přihlíženo k ceně a k možnostem řídicího automatu (I/O moduly, komunikační moduly).

Pro redundantní řídicí automat jsou nainstalovány dvě vany s velikostí 10 pozic. Tyto vany se v aplikačním software tváří jen jako jedna vana, což je způsobeno nastavením redundance. Každá z těchto van má vlastní napájecí redundantní zdroj 1756-PA75R.

Pro vzdálené I/O je kvůli velkému počtu vstupů a výstupů zvoleno 7 van s velikostí 17 pozic.

Tab. 4 – HW konfigurace hlavních rámu s procesory

Vana (rám)	Pozice karty (procesoru) v rámu	Typ karty (procesoru)	Popis karty (procesoru)
Backplane, 1756-A10R	0	1756-CN2R	Redundantní karta ControlNet
	1	1756-L63	Redundantní procesor ControlLogix
	2	1756-EN2T	Komunikační karta Ethernet
	3	1756-CN2R	Redundantní karta ControlNet
	4	1756-CN2R	Redundantní karta ControlNet
	5	Reserva	
	6	Reserva	
	7	Reserva	
	8	Reserva	
	9	Reserva	

Tab. 5 – HW konfigurace vzdálených rámu

Vzdálená vana (rám)	Pozice karty (procesoru) v rámu	Typ karty (procesoru)	Popis karty (procesoru)
Backplane, 1756-A17	0	1756-CN2R	Redundantní karta ControlNet
	1	1756-IF8H	Analogový vstupní modul s HART
	2	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	3	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	4	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	5	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	6	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	7	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	8	1756-IF8H	Analogový vstupní modul s HART
	9	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	10	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	11	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	12	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	13	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	14	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	15	Reserva	
	16	1756-OB32	Digitální výstupy 24VDC

Vzdálená vana (rám)	Pozice karty (procesoru) v rámu	Typ karty (procesoru)	Popis karty (procesoru)
Backplane, 1756-A17	0	1756-CN2R	Redundantní karta ControlNet
	1	1756-IF8H	Analogový vstupní modul s HART
	2	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	3	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	4	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	5	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	6	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	7	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	8	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	9	Reserva	
	10	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	11	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	12	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	13	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	14	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	15	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	16	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC

Vzdálená vana (rám)	Pozice karty (procesoru) v rámu	Typ karty (procesoru)	Popis karty (procesoru)
Backplane, 1756-A17	0	1756-CN2R	Redundantní karta ControlNet
	1	Reserva	
	2	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	3	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	4	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	5	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	6	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	7	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	8	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	9	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	10	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	11	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	12	1756-OB32	Digitální výstupy 24VDC
	13	1756-OB32	Digitální výstupy 24VDC
	14	1756-OB32	Digitální výstupy 24VDC
	15	1756-Generic	Profibus modul
	16	Reserva	

Vzdálená vana (rám)	Pozice karty (procesoru) v rámu	Typ karty (procesoru)	Popis karty (procesoru)
Backplane, 1756-A17	0	1756-CN2R	Redundantní karta ControlNet
	1	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	2	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	3	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	4	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	5	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	6	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	7	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	8	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	9	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	10	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	11	1756-OB32	Digitální výstupy 24VDC
	12	1756-OB32	Digitální výstupy 24VDC
	13	1756-OB32	Digitální výstupy 24VDC
	14	1756-IF8H	Analogový vstupní modul s HART
	15	1756-OB32	Digitální výstupy 24VDC
	16	1756-Generic	Profibus modul

Vzdálená vana (rám)	Pozice karty (procesoru) v rámu	Typ karty (procesoru)	Popis karty (procesoru)
Backplane, 1756-A17	0	1756-CN2R	Redundantní karta ControlNet
	1	1756-IF8H	Analogový vstupní modul s HART
	2	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	3	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	4	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	5	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	6	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	7	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	8	1756-EN2T	Komunikační karta Ethernet
	9	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	10	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	11	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	12	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	13	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	14	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	15	Reserva	
	16	1756-OB32	Digitální výstupy 24VDC

Vzdálená vana (rám)	Pozice karty (procesoru) v rámu	Typ karty (procesoru)	Popis karty (procesoru)
Backplane, 1756-A17	0	1756-CN2R	Redundantní karta ControlNet
	1	1756-IF8H	Analogový vstupní modul s HART
	2	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	3	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	4	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	5	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	6	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	7	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	8	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	9	Reserva	
	10	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	11	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	12	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	13	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	14	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	15	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
16	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC	

Vzdálená vana (rám)	Pozice karty (procesoru) v rámu	Typ karty (procesoru)	Popis karty (procesoru)
Backplane, 1756-A17	0	1756-CN2R	Redundantní karta ControlNet
	1	1756-IF8H	Analogový vstupní modul s HART
	2	1756-IA8D	Digitální vstupy diagnostické 120VAC
	3	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	4	1756-OB32	Digitální výstupy 24VDC
	5	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	6	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	7	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	8	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	9	1756-IF8H	Analogový vstupní modul s HART
	10	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	11	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	12	1756-IA32	Digitální vstupy 120VAC
	13	Reserva	
	14	Reserva	
	15	1756-Generic	Profibus modul
16	1756-Generic	Profibus modul	

3.6 Komunikace řídicího systému

Vzhledem k navržené struktuře datových sítí je použito tří, respektive čtyř druhů komunikace. Řídicí automat ControlLogix přímo dvě (tři) z nich podporuje v tzv. NetLinx architektuře.

NetLinx architektura je základem pro tři otevřené sítě: DeviceNet (není použit), ControlNet (použit k propojení redundantních rámu a vzdálených rámu) a EtherNet/IP (použit k propojení s informační úrovní). NetLinx architektura kombinuje síťové služby s řídicím a informačním protokolem CIP (control and information protocol) a otevřeným softwarovým rozhraním. Je navržena tak, aby zahrnovala síť zařízení, řídicí a informační. Lze kombinovat a přizpůsobit jednu, dvě nebo všechny tři sítě tak, jak vyhovuje dané aplikaci. Je možné přesouvat data mezi sítěmi bez dodatečného programování, konfigurování nebo vytváření směrovacích tabulek. [2]

Navržené komunikační linky:

- 1/ Komunikační linka Remote I/O, redundantní ControlNet koaxiální kabel RG6, BNC konektory, rozbočovače
- 2/ Komunikační linka zálohovaného řídicího automatu, redundantní ControlNet koaxiální kabel RG6, BNC konektory
- 3/ Komunikační linka pro komunikaci s MLink, Standard PROFIBUS DP kabel FC
- 4/ Komunikační linka Ethernet/IP, Standard FTP kabel kategorie 5E

Komunikační linka vzdálených I/O je řešena přes redundantní ControlNet. Propojení je realizováno pomocí rozbočovačů Alen-Bradley, které umožňují připojení na libovolném místě segmentu, délka segmentu závisí na počtu připojených uzlů a mohou být spojovány pomocí opakovačů do rozsáhlejších sítí.

Komunikační linka zálohovaného řídicího systému je řešena taktéž redundantním ControlNetem s tím, že je připojena přímo bez rozbočovačů.

ControlNet je síť pro řízení v reálném čase, která zajišťuje vysokorychlostní přenos jak časově kritických I/O dat, tak vzájemně provázaných dat a zpráv, včetně uploadu/downloadu programovacích a konfiguračních dat na jediném fyzickém spojovacím prostředku. Vysoce účinný přenos dat v síti ControlNet významně zvyšuje výkonnost I/O a komunikaci peer-to-peer v libovolném systému nebo aplikaci, kde se tato síť používá. [2]

Síť ControlNet se nejčastěji používá v těchto typech konfigurací:

- jako výchozí síť pro platformu automatu ControlLogix
- jako náhrada/záměna starší sítě Remote I/O (RIO)
- jako páteř paralelně rozložených sítí DeviceNet
- jako rovnocenná vzájemně provázaná síť

Společnost Rockwell Automation nabízí úplnou řadu produktů ControlNet, včetně programovatelných automatů, I/O, rozhraní obsluhy, médií, pohonů, řízení pohybu a softwaru. [2]

Komunikační linka s inteligentními bezpečnostními relé MLink je řešena pomocí sběrnice Profibus DP FC kabelem. V řídicím systému je proto doplněna komunikační karta MVI56-PDPMV1 Master communication module firmy Prosoft Technology do rámu řídicího automatu.

3.7 Napájení systému

Napájení řídicího systému je provedeno zálohovaným napájením 3x230/400VAC přímo z transformovny a to dvojitým přívodem, aby bylo zajištěno trvalé napájení systému i při přifázování nového výrobního bloku do distribuční sítě. Toto napájení je přivedeno do první datové skříně. Přívod napájení je řešen v elektročásti a není součástí této práce.

Každá část řídicího systému (vany, operátorské PC, switche, atd...) má vlastní jištění podle zvyklostí provozovatele. Navíc každá vana řídicího automatu má vlastní redundantní napájecí zdroj 120VAC pro napájení I/O modulů. I/O moduly jsou dále rozjištěny podle částí tak, aby při výpadku napájení jednoho I/O modulu, popř. jeho poruchy byl znefunkčnen pouze jeden dopravníkový pás a aby nedošlo k poškození kabeláže, či vlastních I/O modulů.

3.8 Vstupy a výstupy systému ovládání

Všechny binární vstupy do řídicího systému z technologie jsou na úrovni 120VAC. Pro informovanost obsluhy v operátorském pracovišti jsou od všech motorů přivedeny například následující signály:

Tab. 6 – Některé signály s technologie zauhlování

OZNAČENÍ SIGNÁLU	VÝZNAM
XB01	ZAPNUTO/OTEVŘENO NA VSTUPU DO ŘS
XB02	VYPNUTO/ZAVŘENO NA VSTUPU DO ŘS
XB09	READY NA VSTUPU DO ŘS
XB35	OCHRANNÉ ZAPNUTÍ/OTEVŘENÍ Z MÍSTA NA VSTUPU DO ŘS
XB36	OCHRANNÉ VYPNUTÍ/ZAVŘENÍ Z MÍSTA NA VSTUPU DO ŘS
XB37	POLOHA TEST NA VSTUPU DO ŘS
XB67	EL. OCHRANA NA VSTUPU DO ŘS
YB21	POVEL ZAPNOUT/OTEVŘÍT NA VÝSTUPU Z ŘS
YB22	POVEL VYPNOUT/ZAVŘÍT NA VÝSTUPU Z ŘS
YB23	NAVOLEN NESTANDARDNÍ REŽIM NA VÝSTUPU Z ŘS
YB28	NAVOLEN SERVISNÍ REŽIM NA VÝSTUPU Z ŘS

3.9 Systém značení

Systém značení je jednotný podle značení elektráren KKS (Kraftwerk-Kennzeichensystem), který je používán např. firmami ČEZ, a.s., Škoda Praha Invest, Ivtas a dalšími. Konkrétně je použito značení dle KKS – ČEZ.

KKS je systémovým nástrojem pro naplnění platných norem ČSN (EN, IEC a ISO) pro zhotovení dokumentace v oblasti energetiky, elektrotechniky, stavebnictví, strojní technologie, jejich řídicích a informačních systémů v souladu se směrnicemi EU, čímž zasahuje do všech oblastí od projektování, přes údržbu až po likvidaci zařízení. KKS je zkratka z německého jazyka a znamená přibližně “Elektrárenský identifikační systém”. Doslovný překlad by byl nečeský. [6]

Historie KKS začíná v již v 60. letech 20. století a jeho hlavním cílem bylo a je vytvořit “univerzální a úplné”, jednotné značení (elektrotechnických) energetických celků tak, aby se stalo technickým esperantem pro celou energetickou Evropu. [6]

Elektrárenským a energetickým kódovacím systémem KKS jsou označována zařízení a jejich části, přístroje všech druhů podle jejich vykonávané funkce včetně jejich umístění v objektech a polohy v napájecích a řídicích skříních. [6]

Označení zařízení je následně efektivně využíváno při všech činnostech na zařízení, od plánování investic, odpisování, provozu, řízení, údržbě..., což přináší podstatné organizační i ekonomické zefektivnění těchto činností. [6]

Již uvedené výhody a možnosti KKS dovolují pomocí následujících zásad rozdělených do hierarchického uspořádání ve 4 stupních (podrobnosti) s pevně zadanými alfanumerickými datovými místy logicky rozdělit zařízení. S ohledem na různé požadavky na označování zařízení, části zařízení a přístrojů v energetických celcích předepisuje směrnice KKS tři druhy označování. [6]

Druhy označování - 1. základní princip architektury kódu KKS:

=CO **Technologické označování (co zařízení dělá)**

Označování částí zařízení a přístrojů, technologicky orientovaných podle jejich úkolů ve strojní a stavební technice, jakož i elektrotechnice a řídicí technice.

+KDE **Místo vestavby - označování (poloha) (kde naleznou vypínač, ovladač od zařízení)**

Označování míst vestaveb pro elektrická zařízení a zařízení pro techniku řízení ve vestavěných jednotkách (např. ve skříních, panelech, pultech apod.).

+KAM **Místo instalace - označování (umístění) (kam mám jít, abych zař. vypnul, ovládal)**

Označování míst instalace na stavbách, pozemcích a prostorách i požárních úsecích.

Tyto tři druhy označování používají stejné schéma označování, rozdělené na maximálně čtyři stupně podrobnosti členění. Druhy označování jsou odlišovány, podle ČSN IEC 750, znaménky a znaky členění. [6]

Stupně podrobnosti označování - 2. základní princip architektury kódu KKS:

Číslo stupně podrobnosti	Stupeň 0	Stupeň 1	Stupeň 2	Stupeň 3
Technologické označování (co zařízení dělá) = CO	Celek zařízení, skupiny, bloky...	Systém	Agregát	Komponenta
Místo vestavy - označování (poloha) (kde naleznu vypínač, ovladač od zařízení atd.) + KDE.	Celek zařízení, skupiny, bloky...	Systém ustavené jednotky	Agregát ustavené jednotky	
Místo instalace - označování (umístění) (kam mám připevnit zař. vypruž. ovladač atd.) + KAM	Celek zařízení, skupiny, bloky...	Systém objekt, stavby	Prostor nebo geometrické rozdělení	

Příklad značení:

Označení impulsního pojišťovacího ventilu na přehřáté páře prvního bloku elektrárny zní takto:

A1LBB01 AA201B

A – (stupeň 0) označuje výrobní jednotku, v tomto případě blok A.

1LBB01 – (stupeň 1) označení systému přehřáté páry.

AA201B – (stupeň 2) armatura s pojistnou funkcí a pořadovým číslem 1 (první na potrubní trase).

Písmeno B udává, že daná armatura je vybavena pneumatickým pohonem. [6]

Označení na úrovni komponenty (3. stupně podrobnosti) v tomto případě není využito. Mohlo by být např. *.XB01 značící otevřeno.

3.10 Operátorské stanice (OWS)

Dozorna zauhlování je vybavena dvěma operátorskými stanicemi firmy DELL, každá se dvěma monitory. Na těchto stanicích jsou nainstalovány klientské stanice s vizualizačním softwarem FTView SE firmy Rockwell Automation. V dozorně se také nachází místnost (serverovna), ve které jsou umístěny dva redundantní servery HMI, na kterých jsou nainstalovány serverové stanice pro vizualizační software FTView SE, ke kterými jsou operátorské stanice připojeny pomocí sítě Ethernet, přes dva redundantní switche firmy Cisto.

Funkce operátorských stanic je na sobě nezávislá a plně zastupitelná. OWS umožňují operátorovi řízení technologie zauhlování prostřednictvím klávesnice a myši. Přístup k informacím na technologických schématech je uspořádán s ohledem na snadnou zapamatovatelnost operátorem po technologických celcích. Vycházelo se z předchozího způsobu ovládání staré technologie zauhlování, na kterou byli operátoři zvyklí.

Signalizace stavů jednotlivých akčních orgánů je provedena tak aby umožňovala jednoznačnou identifikaci stavu. Kromě obvyklých stavů „Motor v chodu a na pracovních otáčkách“ jsou signalizovány přechodné stavy „Motor se rozjíždí na pracovní otáčky“, stavy po překročení časového limitu pro najetí motoru na pracovní otáčky, stav ovládání "ručně - automaticky", stav elektrických ochran motoru, poruchové stavy atd.

Celková koncepce signalizace je provedena tak, aby plně vyjadřovala aktuální stav technologie a zároveň zbytečně nezatěžovala operátora. V případě zobrazování analogových hodnot jsou barvou rozlišovány meze veličiny a poruchové stavy čidla.

Poruchové hlášení obsahuje čas vzniku poruchy, typ a fyzikální jednotky veličiny, druh poruchy a jméno veličiny včetně popisu.

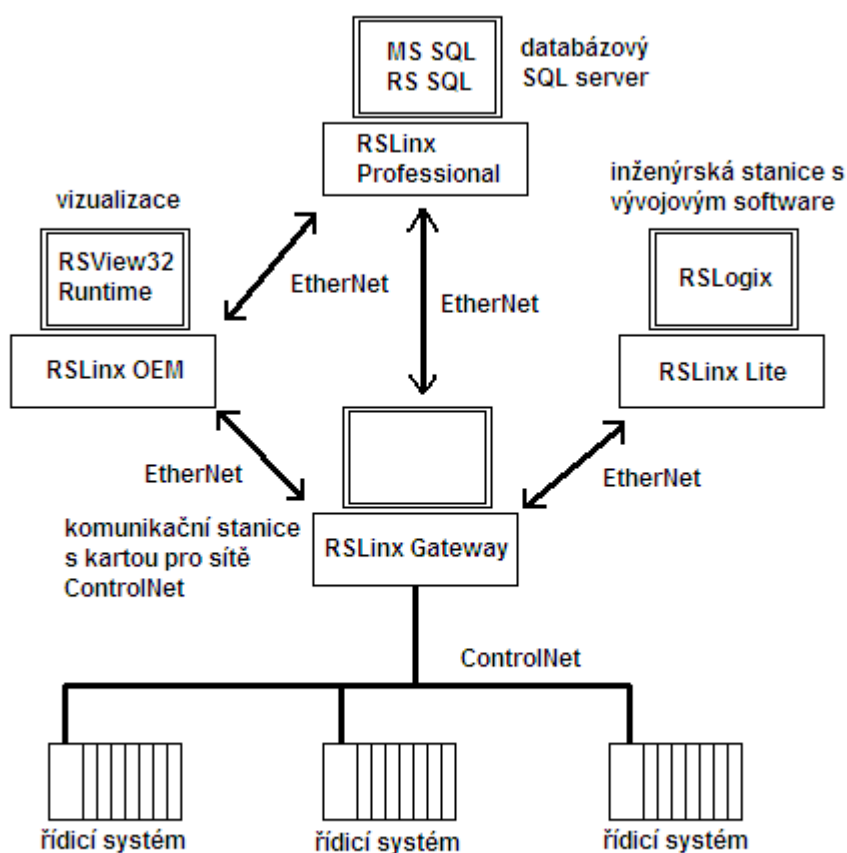
Základní systém v operátorských a inženýrských stanicích je standardně dodávaný operační systém MS Windows (Windows XP Professional). Pod tímto operačním systémem pak jako jedna z úloh pracuje vizualizace technologického procesu.

4 Tvorba a testování řídicí a aplikace

K tvorbě řídicí aplikace je použit vývojový Software RSLogix 5000 verze 16 navržený pro programování přístrojů platformy Logix firmy Rockwell Automation (ControlLogix, CompactLogix, FlexLogix, SoftLogix5800 a DriveLogix) umožňující sekvenční programování i programování procesů, pohonů, a řízení pohybu. K propojení programovacího software a řídicího automatu je potřeba komunikační software RSLinx.

4.1 RSLinx

RSLinx je společným komunikačním softwarem pro většinu systémů z produkce Rockwell Automation, který pracuje jako DDE a OPC server obr. 12.

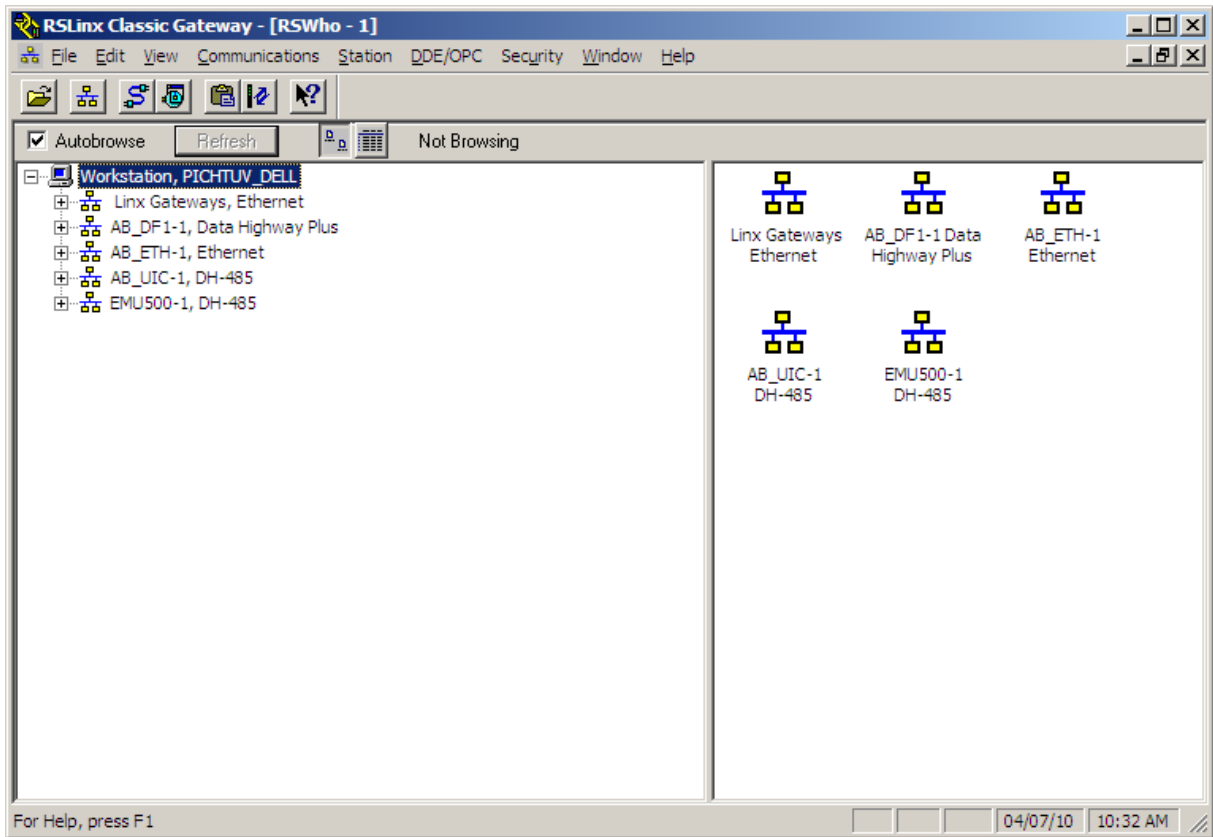


Obr. 12 - Funkce komunikačního software RSLinx

Služeb systému RSLinx využívají nejen vývojová prostředí pro řídicí systémy, vizualizační software, software RSNetworkx pro konfiguraci sítě, ale třeba také software RS SQL, který zprostředkovává komunikaci mezi řídicími systémy a databázovými servery SQL.

Systém RSLinx nemusí fungovat jen jako „obyčejný“ DDE a OPC server. Ve verzi Gateway obr. 13 může pracovat jako brána pro ostatní pracovní stanice se softwarem RSLinx.

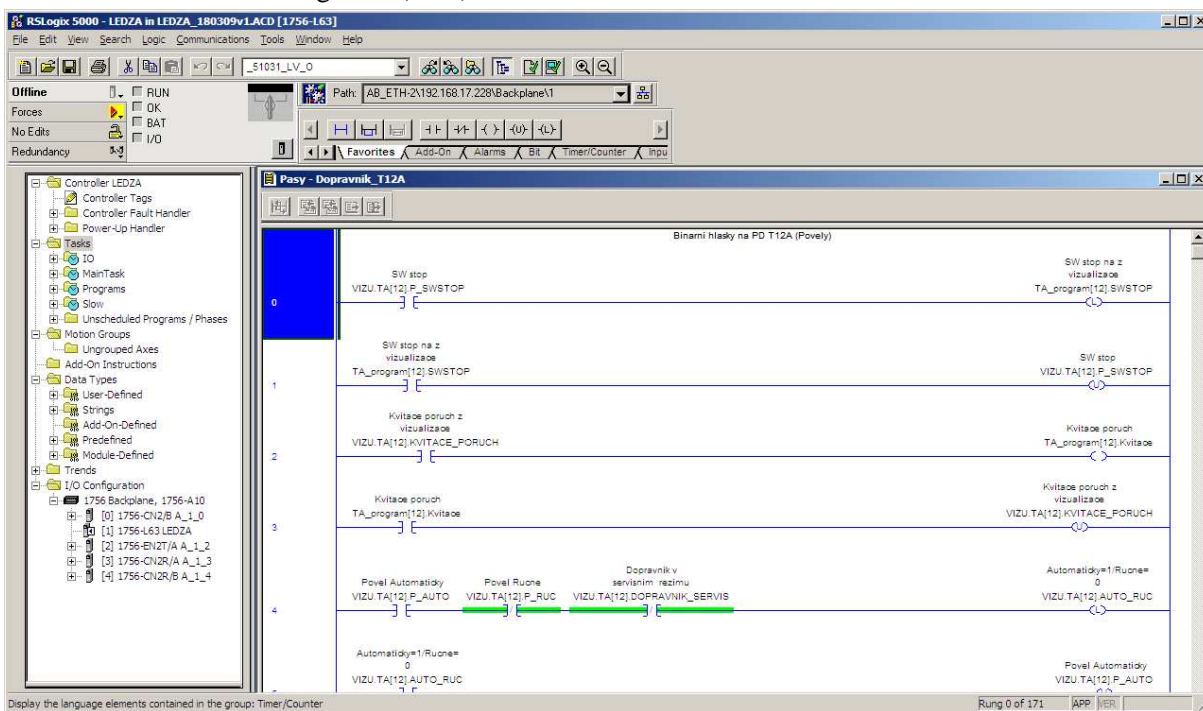
V tom případě nabízí své hardwarové komunikační prostředky, a může je tedy v sítích sdílet. To zvyšuje propustnost sítě, protože data z řídicího systému jsou požadována jen jednou společně, a ne každou stanicí zvlášť individuálně. [7]



Obr. 13 Komunikační software RSLinx Gateway

4.2 RSLogix 5000

Aplikační programy v software RSLogix 5000 je možné vytvářet v jazycích příčkového diagramu (LD), funkčního blokového schématu (FBD) a strukturovaného textu (ST) nebo pomocí sekvenčních funkčních diagramů (SFC).



Obr. 14 Vývojový software RSLogix5000 s ukázkou jazyka LD

K tvorbě řídicí aplikace technologie zahřívání elektrárny Ledvice je použito dvou programovacích jazyků, podle toho, ve kterém se co řešilo lépe. Pro koncové logiky a jednodušší řízení je použit příčkový diagram (LD) obr. 14 a pro složitější věci, nebo pro přeposílání alarmů a vstupů je použit strukturovaný text (ST) obr. 15.

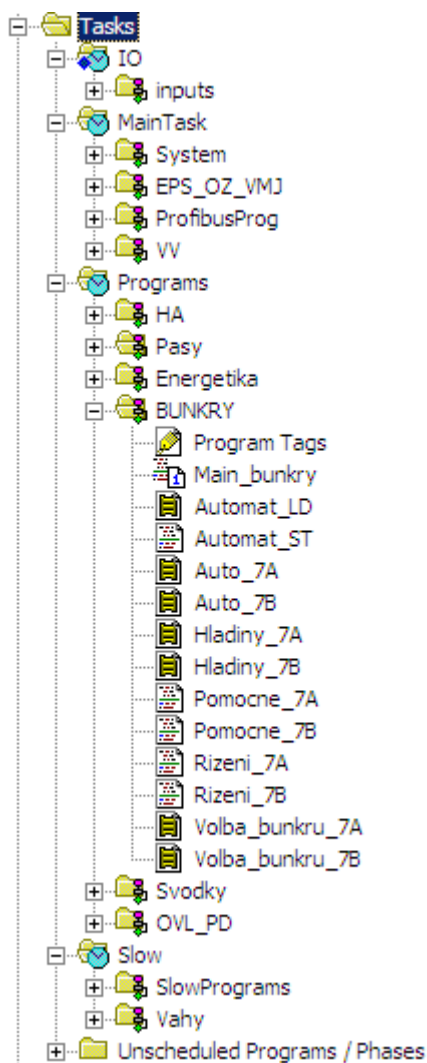
```
// Vstupy pro: TA[1]
TA[1].MOTOR.Tepelna_ochranaALARM := A_3_0:13:I.Data.0 ; // kOU1EAC01CT121_XG01s
TA[1].NGr.Alarm := A_3_0:9:I.Data.4 ; // kOU1EAC01CG121_XB11s
TA[1].NGr.Alarm_Off := A_3_0:10:I.Data.4 ; // kOU1EAC01CG121_XB61s
TA[1].NGr.Havarie := A_3_0:9:I.Data.5 ; // kOU1EAC01CG127_XB12s
TA[1].NGr.Havarie_Off := A_3_0:10:I.Data.5 ; // kOU1EAC01CG127_XB62s
TA[1].Odbrzdeno1 := A_3_0:13:I.Data.2 ; // kOU1EAC01GH101_XB01s
TA[1].Odbrzdeno2 := A_3_0:13:I.Data.3 ; // kOU1EAC01GH101_XB03s
TA[1].Otacky_pasu := A_3_0:1:I.Ch0Data ; // kOU1EAC01CS101_XQ21s
TA[1].SnimacUhli.Pritomnost_uhli := A_3_0:9:I.Data.14 ; // kOU1EAC01CF101_XG07s
TA[1].SnimacUhli.Pritomnost_uhli_Off := A_3_0:10:I.Data.14 ; // kOU1EAC01CF101_XG57s
```

Obr. 15 Přiřazení vstupů proměnným v jazyce ST

4.3 Návrh struktury řídicí aplikace

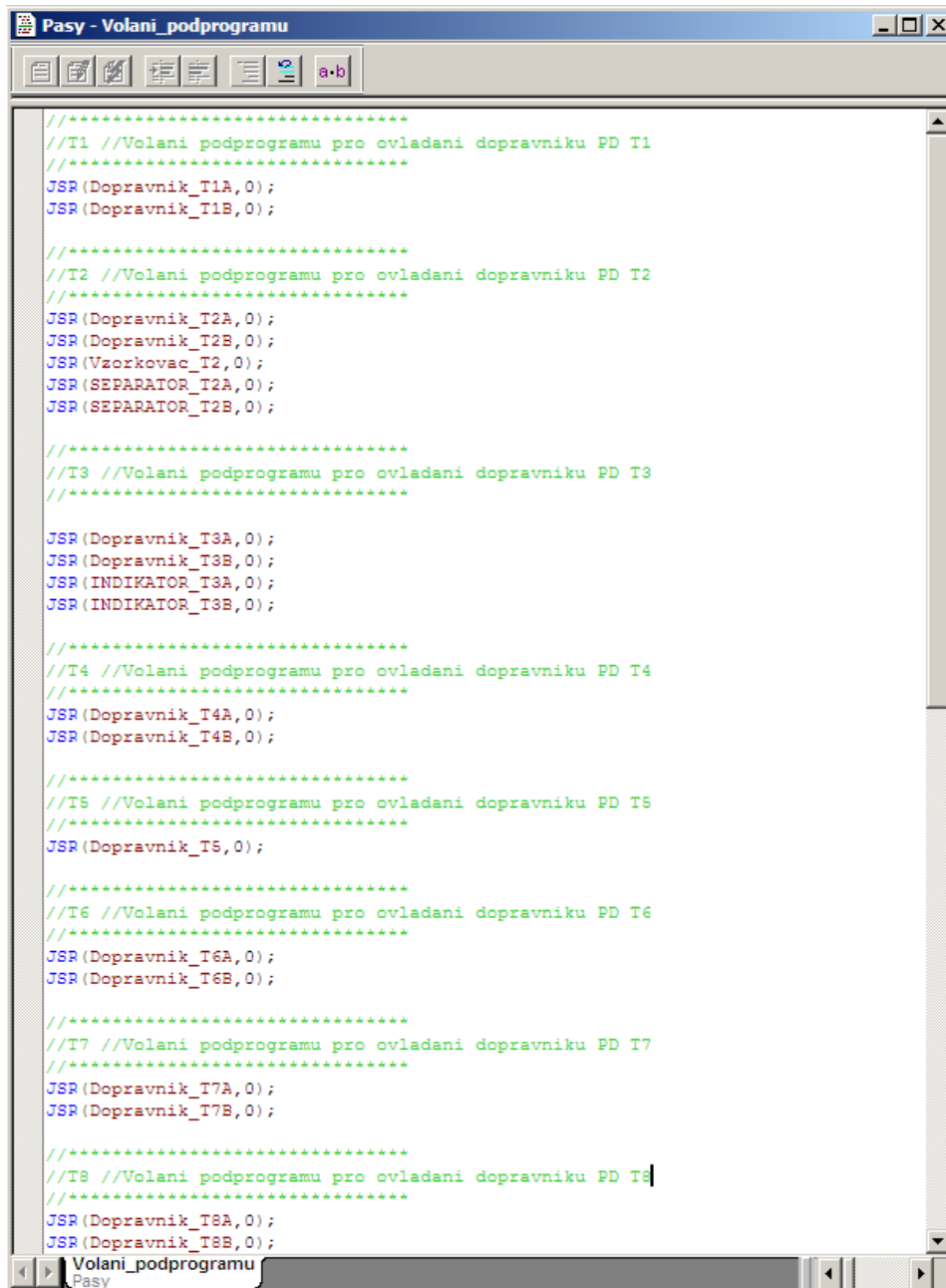
Řídicí aplikace se skládá z několika částí. Je rozdělena do tasků, které mohou být spouštěny kontinuálně, nebo časovány. Zde je použito více tasků spouštěných časově. Je to z toho důvodu, aby vyhodnocování kritických signálů z technologie zauhlování mohlo být vyhodnocováno častěji.

Každý s těchto tasků (Programs, MainTask, Slow, IO) je rozdělen do několika programů (pásky, svodky, energetika, atd.), které jsou rozděleny do několika rutin (Dopravnik_T1A, Dopravnik_T2B) obr. 16.



Obr. 16 Rozložení tasků v řídicí aplikaci

Ty jsou zvoleny podle jednotlivých částí technologického celku. Rutiny se dělí na ty, které obsahují kód programu pro řízení a na rutiny, ve kterých se nachází volání programových rutin obr. 17.



```
Pasy - Volani_podprogramu
//*****
//T1 //Volani podprogramu pro ovladani dopravniku PD T1
//*****
JSR(Dopravnik_T1A,0);
JSR(Dopravnik_T1B,0);

//*****
//T2 //Volani podprogramu pro ovladani dopravniku PD T2
//*****
JSR(Dopravnik_T2A,0);
JSR(Dopravnik_T2B,0);
JSR(Vzorakovac_T2,0);
JSR(SEPARATOR_T2A,0);
JSR(SEPARATOR_T2B,0);

//*****
//T3 //Volani podprogramu pro ovladani dopravniku PD T3
//*****
JSR(Dopravnik_T3A,0);
JSR(Dopravnik_T3B,0);
JSR(INDIKATOR_T3A,0);
JSR(INDIKATOR_T3B,0);

//*****
//T4 //Volani podprogramu pro ovladani dopravniku PD T4
//*****
JSR(Dopravnik_T4A,0);
JSR(Dopravnik_T4B,0);

//*****
//T5 //Volani podprogramu pro ovladani dopravniku PD T5
//*****
JSR(Dopravnik_T5,0);

//*****
//T6 //Volani podprogramu pro ovladani dopravniku PD T6
//*****
JSR(Dopravnik_T6A,0);
JSR(Dopravnik_T6B,0);

//*****
//T7 //Volani podprogramu pro ovladani dopravniku PD T7
//*****
JSR(Dopravnik_T7A,0);
JSR(Dopravnik_T7B,0);

//*****
//T8 //Volani podprogramu pro ovladani dopravniku PD T8
//*****
JSR(Dopravnik_T8A,0);
JSR(Dopravnik_T8B,0);
Volani_podprogramu
Pasy
```

Obr. 17 Ukázka kódu rutiny pro volání programových rutin

Každý program obsahuje proměnné (tags), se kterými se v těchto programech pracuje. U řídicích automatů řady Logix existují dva typy těchto proměnných. Jedním z nich jsou Program Tags, které jsou obdobou lokálních proměnných v jiných programovacích jazycích a jsou vidět pouze v programu, kde se nacházejí, to znamená pouze pro ty rutiny v tomto programu použité.

Druhým typem jsou Controller Tags, ve kterých se nachází přímé adresy vstupních a výstupních modulů a statusová slova všech modulů. Tyto proměnné odpovídají typu globálních proměnných obdobných v jiných programovacích jazycích. To znamená, že zde vytvořené proměnné (tags) nejsou dostupné pouze ve všech částech vykonávaného programu, ale jsou přes patřičný software (např. RSLinx) dostupné v celém řídicím systému.

Struktura těchto tag je navržena tak, aby byla co nejpřehlednější pro psaní vlastní řídicí aplikace. Je tvořena uživatelsky tvořenými strukturami, které jsou odděleny pro data pracovní, používané pro vyhodnocování a řízení, a data informační, které jsou poskytována pro vizualizaci řídicího systému. Informační tagy jsou typu Controller Tags obr. 18.

Name	Alias For	Base Tag	Data Type	Style	Description
LEDZA					
VIZU					
VIZU.TA			PD_ovladani_viz...		
VIZU.TA(0)			PD_ovladani_viz		
VIZU.TA(1)			PD_ovladani_viz		
VIZU.TA(1).P.AUTO			BOOL	Decimal	Povel Automaticky
VIZU.TA(1).AUTO.RUC			BOOL	Decimal	Automaticky=1/Rucne=0
VIZU.TA(1).P.RUC			BOOL	Decimal	Povel Rucne
VIZU.TA(1).P.VYP.ruc			BOOL	Decimal	Povel vypnout rucne
VIZU.TA(1).P.ZAP.ruc			BOOL	Decimal	Povel zapnout rucne
VIZU.TA(1).P.VYP.aut			BOOL	Decimal	Povel vypnout automaticky
VIZU.TA(1).P.ZAP.aut			BOOL	Decimal	Povel zapnout automaticky
VIZU.TA(1).SPOR			BOOL	Decimal	Sum PORUCHA
VIZU.TA(1).P.SWSTOP			BOOL	Decimal	SW stop
VIZU.TA(1).SWSTOP			BOOL	Decimal	SW stop zpetna hlaska
VIZU.TA(1).L.HWSTOP			BOOL	Decimal	HW stop od lanka nebo od hribku
VIZU.TA(1).UVOLNENI			BOOL	Decimal	Uvolneni pro chod pasu
VIZU.TA(1).DOPRAVNIK_SERVIS			BOOL	Decimal	Dopravnik v servisnim rezimu
VIZU.TA(1).P.DOPRAVNIK_SERVIS			BOOL	Decimal	Povel dopravnik servis
VIZU.TA(1).P.DOPRAVNIK_ZRUS_SERVIS			BOOL	Decimal	Povel dopravnik zrus servis
VIZU.TA(1).P.BRZDA_SERVIS_ZABRZDIT			BOOL	Decimal	Povel brzda servisni zabrzditi
VIZU.TA(1).P.BRZDA_SERVIS_ODBRZDIT			BOOL	Decimal	Povel brzda servisni odbrzditi
VIZU.TA(1).P.MOTOR_SERVIS_ZAP			BOOL	Decimal	Povel motor servisni chod
VIZU.TA(1).P.MOTOR_SERVIS_VYP			BOOL	Decimal	Povel motor servisni stop
VIZU.TA(1).P.SNEK1_SERVIS_ZAP			BOOL	Decimal	
VIZU.TA(1).P.SNEK1_SERVIS_VYP			BOOL	Decimal	
VIZU.TA(1).P.SNEK2_SERVIS_ZAP			BOOL	Decimal	
VIZU.TA(1).P.SNEK2_SERVIS_VYP			BOOL	Decimal	
VIZU.TA(1).P.SIGNALIZACE_A_ZAP			BOOL	Decimal	Povel signalizace akusticka servisni zapnuti
VIZU.TA(1).P.SIGNALIZACE_A_VYP			BOOL	Decimal	Povel signalizace akusticka servisni vypnuti
VIZU.TA(1).P.SIGNALIZACE_O_ZAP			BOOL	Decimal	Povel signalizace opticka servisni zapnuti
VIZU.TA(1).P.SIGNALIZACE_O_VYP			BOOL	Decimal	Povel signalizace opticka servisni vypnuti
VIZU.TA(1).DOPRAVNIK_Por_ot_alarm			BOOL	Decimal	Dopravnik nema otacky Alarm

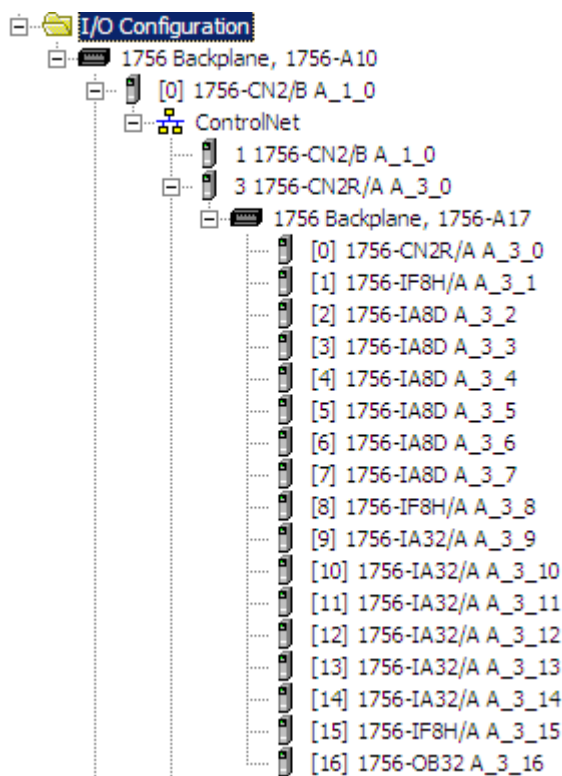
Obr. 18 Ukázka struktury Controller tags dopravníku T1A pro vizualizaci

Pro strukturu tag je použito pole, kdy je vytvořen vlastně jeden uživatelský datový typ o velikosti 100 bytů „PD_Ovladani_viz“, který je přiřazen poli o velikosti dvaceti prvků (20 prvků bylo zvoleno z důvodu počtu dopravníků i pro další etapu) a každému dopravníku je poté přiřazen jeden prvek pole. Ve skutečnosti jsou tato pole dvě, jedno pro linku A a druhé pro linku B.

Struktura tag vychází z podkladů zadaných zadavatelem a ze znalostí technologických celků zauhlování z jiných elektráren (Chvaletice, Dětmorovice).

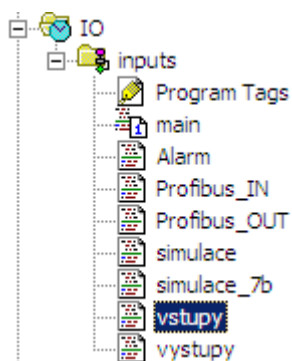
4.4 Implementace kódu

Před samotným psaním kódu si musíme, jak je tomu i u jiných běžných řídicích automatů, vytvořit HW konfiguraci ve vývojovém prostředí obr. 19. Ta je vytvořena podle návrhu popsaného v kapitole 3.5.2.



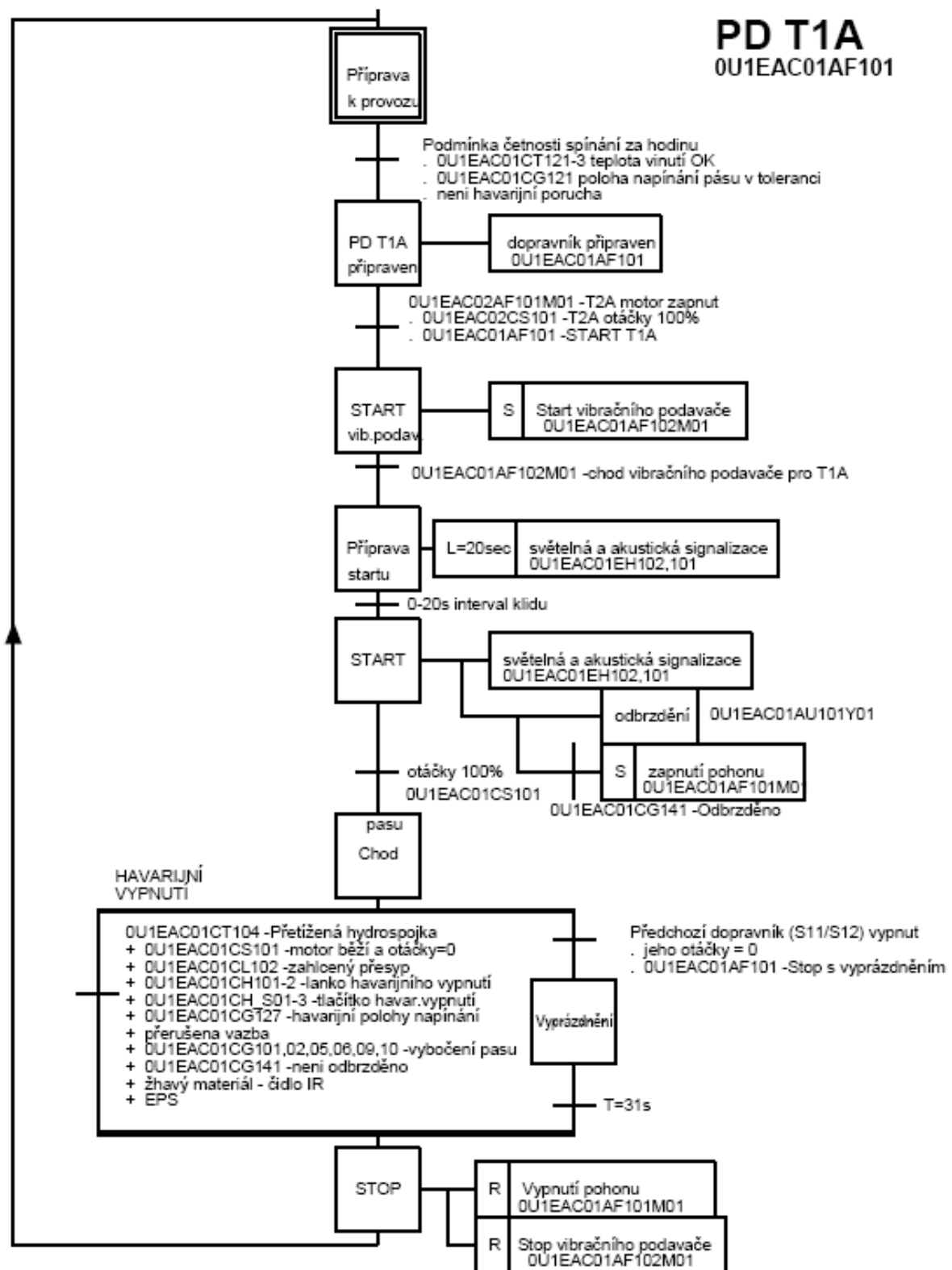
Obr. 19 Ukázka HW konfigurace jednoho rámu na síti ControlNet

Po vytvoření HW konfigurace došlo k přiřazení vstupů a výstupů podle projektové dokumentace. Přiřazení vstupů a výstupů je odděleno od vlastních programů a je vytvořeno ve vlastním tasku IO v jazyce ST obr. 20. Dále jsou vstupy a výstupy od sebe odděleny pro lepší testování aplikace.



Obr. 20 Programy vstupů a výstupů

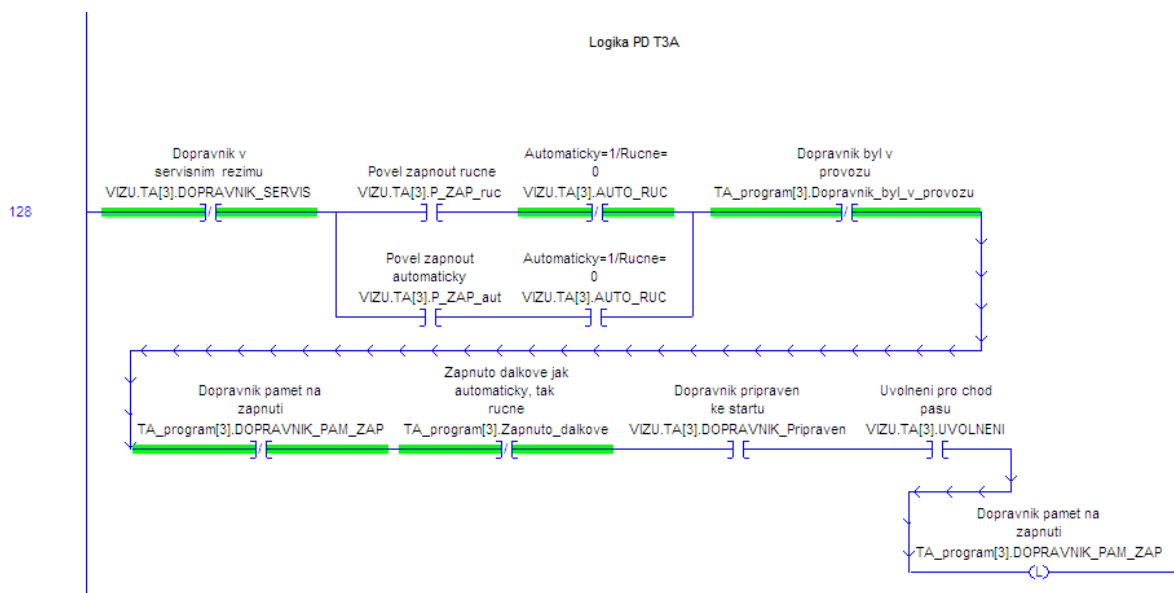
Jakmile došlo k přiřazení vstupů a výstupů došlo k psaní vlastního kódu pro řízení technologie dle algoritmů připojených v projektové dokumentaci obr. 21.



Obr. 21 Sekvenční algoritmus pro pásový dopravník T1A

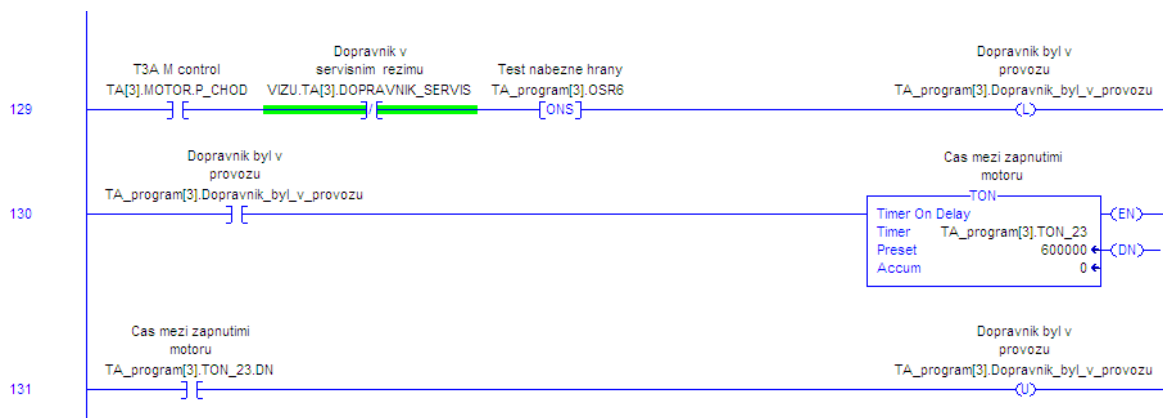
Řídicí program pro jednotlivá technologická zařízení je rozdělen do několika částí. První částí jsou binární signály, které jsou zadávány z vizualizační aplikace, tedy binární povely. Mezi tyto povely patří například SW stop, kvitování poruch, nebo povely pro start a stop zařízení. Další částí programu jsou binární signály, které se zobrazují pomocí vizualizační aplikace, tedy zpětná hlášení a informační signály. Mezi tyto signály patří například informace o provozu zařízení. U dopravníků jsou v této části programu navíc signály od motoru a brzdy. Ve třetí části řídicích programů je řešena akustická a optická signalizace před a v průběhu najíždění zařízení. Asi nejdůležitější částí řídicích programů je vlastní logika řízení technologických částí. Zde bude popsána logika řízení jednoho pásového dopravníku, protože pásové dopravníky tvoří většinu technologického celku Zauhlování.

Vlastní logika pásového dopravníku začíná na řádce 128 jak je vidět na obr. 22. Na tomto řádku je vyhodnocení zapnutí dopravníku při splněných podmínkách. Vyhodnocení zapnutí je provedeno stejně pro automatický dálkový režim i ruční dálkový režim. Liší se pouze v podmínce režimu u binárního povelu.



Obr. 22 Vyhodnocení zapínání pásového dopravníku

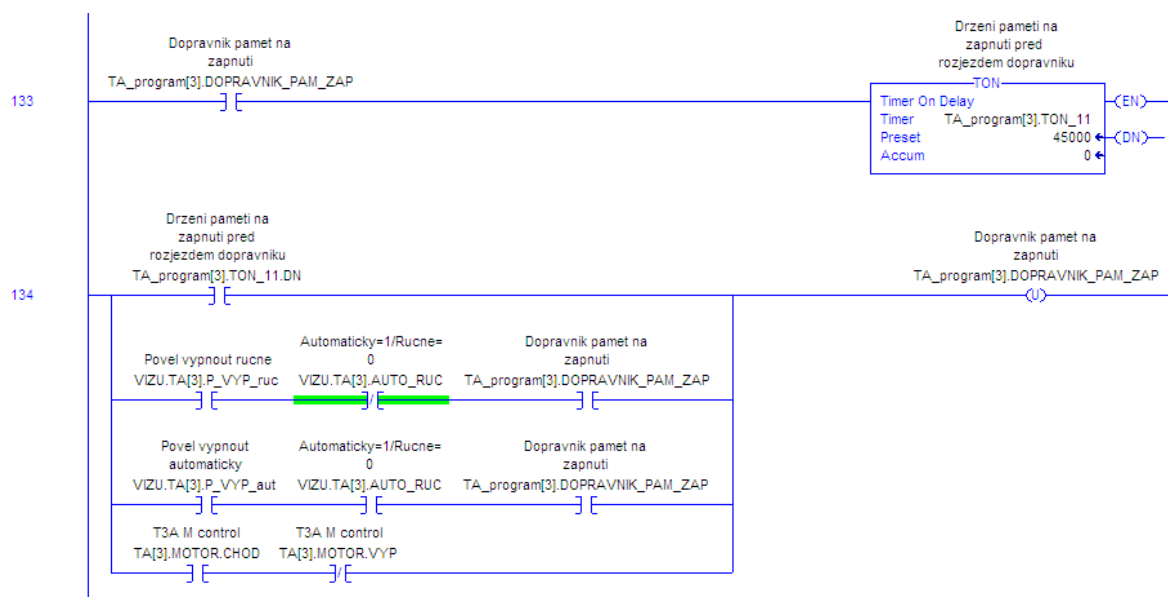
Na dalších třech řádcích programu je vyhodnocení četnosti zapnutí pásového dopravníku. Při zkouškách bylo dohodnuto, že doba mezi zapnutími pohonu dopravníku bude pevně nastavená na dobu 10 minut obr. 23.



Obr. 23 Vyhodnocení doby mezi zapnutími pohonu dopravníku

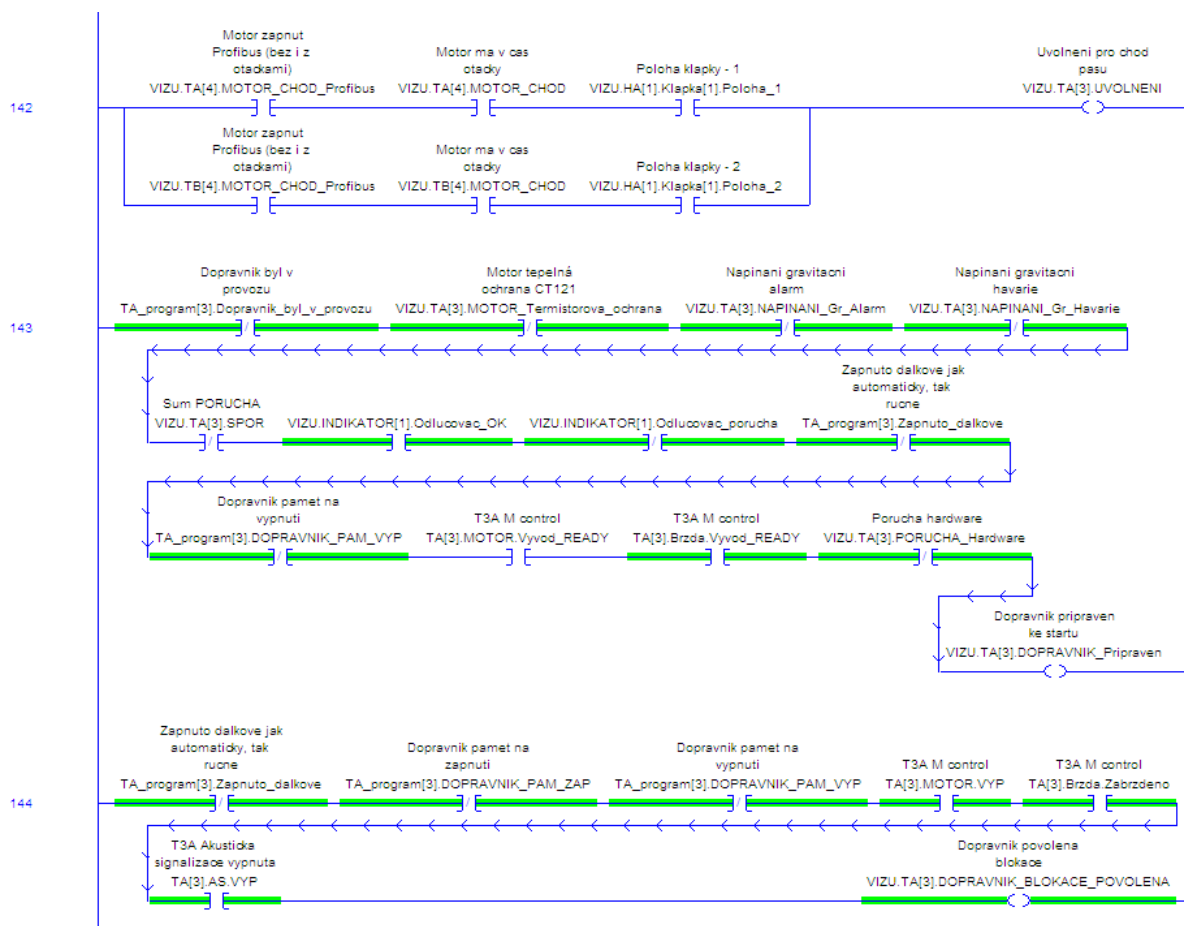
Na řádku 132 je pouze mazání povelů pro start dopravníku z vizualizace a z automatiky najíždění. Mazání je třeba vykonat, protože bylo zvoleno povelování tzv. kolečkem. To znamená, že povel z vizualizace projde do automatu a poté co byl v řídicí aplikaci vyhodnocen je teprve programově smazán. Povely z vizualizace jsou typu set. Tím je zabezpečeno, že povel z vizualizace projde až do místa vykonávání řídicího programu, protože přenos dat mezi vizualizací a řídicím automatem probíhá asynchronně.

Řádek 133 a 134 zabezpečuje mazání paměti na zapnutí po uplynutí doby 45 sekund a bezdůvodné nečinnosti dopravníku. Tato funkce je pouze bezpečnostní a neměla by se při běžném provozování projevit. Mazání paměti na zapnutí se při běžném provozu provádí při běhu dopravníku, kdy již není třeba tuto paměť mít nastavenou do log. 1, dále při povelu na vypnutí, buď v ručním dálkovém, nebo automatickém dálkovém režimu obr. 24.



Obr. 24 Mazání paměti na zapnutí

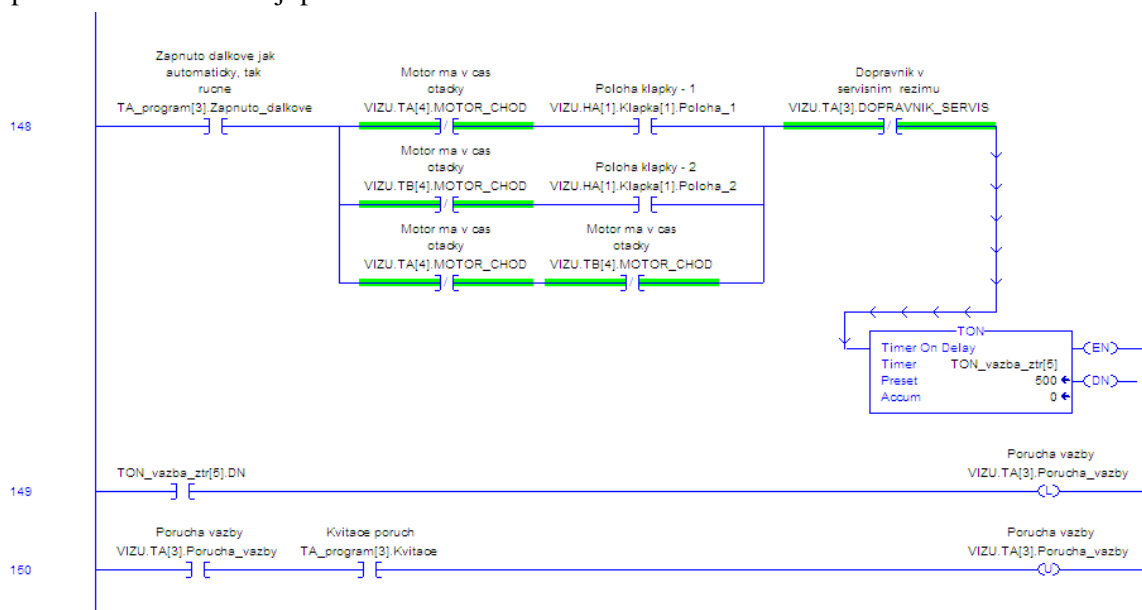
Další důležitou částí logiky dopravníku je vyhodnocení uvolnění pro chod, připravenosti dopravníku pro start a povolení blokace dopravníku. Tyto tři signály jsou informační a jsou zobrazovány na vizualizaci obr. 25. Signál uvolnění pro chod znamená, že dopravní cesta, kam bude dopravník dopravovat palivo je správně nastavena (směry klapek a polohy pluhů) a následně dopravníky jsou v pořádku a v chodu na žádaných otáčkách. Signál připravenosti dopravníku je informace o tom, že dopravník nemá žádnou poruchu a je připraven ke startu. Povolení blokace je signál, který je nastaven do log. 1 při vypnutém a zabrzděném dopravníku.



Obr. 25 Vyhodnocení některých signálů na vizualizaci

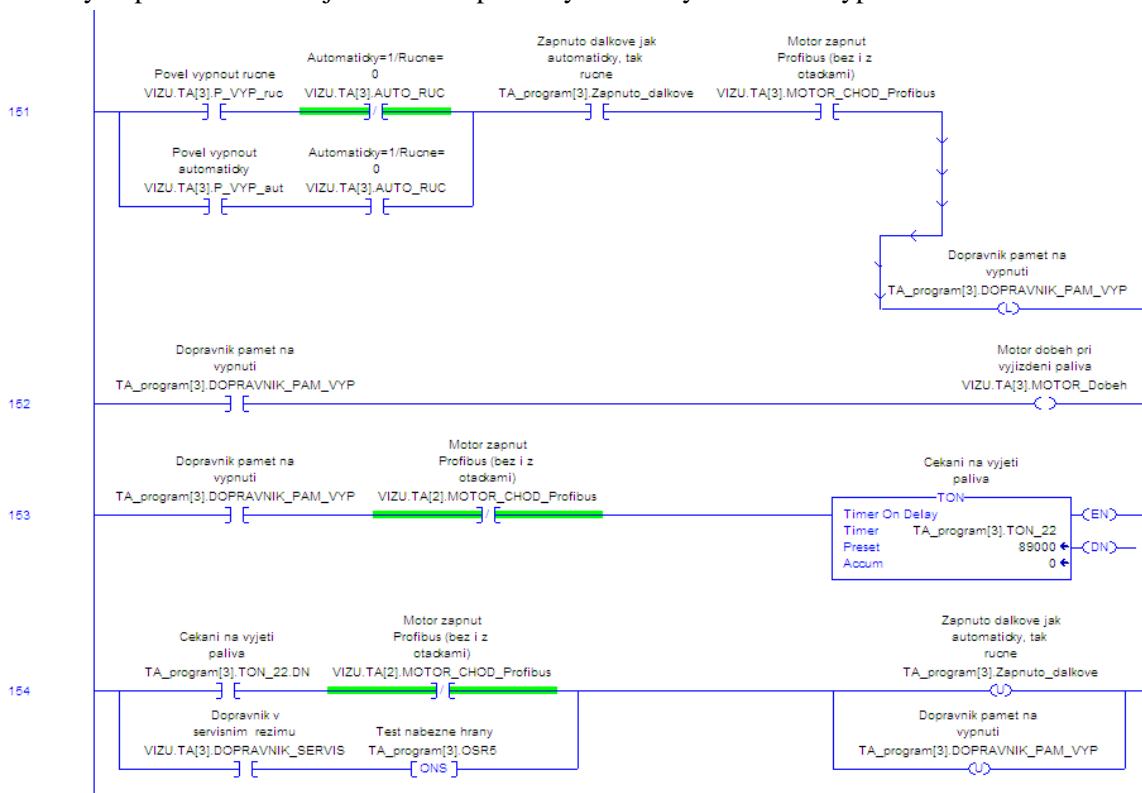
Řádky 145 až 147 plní funkci mazání povelů řídicího automatu při blokování dopravníku tak, aby nedošlo po odblokování k nežádanému zapnutí pohonu, nebo například odbrzdění pohonu.

Na řádcích 148 až 150 je provedeno vyhodnocení vazby následného dopravníku obr. 26. Protože při výpadku následného dopravníku musí odstavit havarijně všechny dopravníky v navolené dopravní trase až ke zdroji paliva.



Obr. 26 Vyhodnocení vazby s následným dopravníkem

Vypínání dopravníku s vyjetím paliva je řešeno na řádcích 151 až 154 obr. 27. Doba doběhu je pro každý dopravník různá a je nastavena podle výsledovaných časů na vyprázdnění.



Obr. 27 Vypínání dopravníku s vyjetím paliva

V další části řídicích programů jednotlivých zařízení je řešeno vyhodnocení jednotlivých i sumárních poruch. Poté následují koncové jednotky pohonů, které již spínají a rozpínají konkrétní binární výstupy řídicího systému pro ovládání zařízení, nebo nastavují povely na komunikaci s rozvodnou ABB do logických úrovní potřebných pro spouštění a vypínání konkrétních pohonů.

Poslední částí řídicích programů zařízení je část řešící servisní režim, jedná se vlastně o režim, který neobsahuje žádné blokády, to znamená, že v tomto režimu lze posílat povely i na zařízení, která jsou v poruše, nebo například na dopravník, který nemá následnou vazbu.

Obdobně jsou řešena všechna zařízení na technologickém celku zauhlování. Takto řešená struktura programu byla zvolena také proto, aby byly jednotlivé části programu od sebe logicky odděleny. Dalším důvodem bylo, aby ruční dálkový a automatický dálkový režim byli principiálně stejné. To znamená, že automatický režim se chová podobně jako operátor spouštějící si jednotlivé dopravníky v jím předvolené trase, jen s tím rozdílem, že tato trasa musí být v automatickém dálkovém režimu dopředu nastavena.

Automatický dálkový režim je řešen tzv. najížděcím automatem. Je to vlastně část řídicí aplikace v samostatném programu skládající se ze tří hlavních programových rutin. První rutina je pro zjištění stavů řízených technologických částí (dopravníků, pluhů a klapek), druhá rutina řeší volbu dopravních tras v závislosti na zjištěných stavech dopravníků a na volbách jednotlivých dopravníků požadovaných do jednotlivých dopravních tras tak, aby nebyl jeden dopravník ve více dopravních trasách, a třetí rutina řeší přepínání všech zařízení v dopravních trasách do automatického režimu a jejich automatické nastavení do zvolených dopravních tras a jejich spouštění a odstavování obr. 28.

```
// .....
//                               Krok start PD, klapky a pluhu ( stop 1, start, stop 2 )
// .....

// povelom AUT_START spoustime PD a nastavujeme KLAPKY a PLUHY do pozadovanych stavu a smeru
if ( trasa_start[i_tr] )
  then
    trasa_start[i_tr] := 1 ;
    CW.trasa_start[i_tr] := 1 ; // Pro simulator z ControlWebu
    PDA_ve_smeru[i_tr] := 0 ;
    PDB_ve_smeru[i_tr] := 0 ;

// Klapky a PD T1A a T1B
PDA_ve_smeru[i_tr].[ 1 ] := VIZU.TA[ 2 ].MOTOR_CHOD ; // nejsou klapky ani pluchy - zadne smerovani
PDB_ve_smeru[i_tr].[ 1 ] := VIZU.TB[ 2 ].MOTOR_CHOD ; // nejsou klapky ani pluchy - zadne smerovani
if ( PDA_v_trase[i_tr].[ 1 ] ) and ( VIZU.TA[ 1 ].DOPRAVNIK_Pripraven ) and ( not VIZU.TA[ 1 ].MOTOR_CHOD_Profibus )
  then VIZU.TA[ 1 ].P_ZAP_aut := ( PDA_spusteno[i_tr].[ 2 ] ) ; end_if ; // spoustim PD
if ( PDB_v_trase[i_tr].[ 1 ] ) and ( VIZU.TB[ 1 ].DOPRAVNIK_Pripraven ) and ( not VIZU.TB[ 1 ].MOTOR_CHOD_Profibus )
  then VIZU.TB[ 1 ].P_ZAP_aut := ( PDB_spusteno[i_tr].[ 2 ] ) ; end_if ; // spoustim PD

// Klapky a PD T2A a T2B
PDA_ve_smeru[i_tr].[ 2 ] := VIZU.TA[ 3 ].MOTOR_CHOD ; // nejsou klapky ani pluchy - zadne smerovani
PDB_ve_smeru[i_tr].[ 2 ] := VIZU.TB[ 3 ].MOTOR_CHOD ; // nejsou klapky ani pluchy - zadne smerovani
if ( PDA_v_trase[i_tr].[ 2 ] ) and ( VIZU.TA[ 2 ].DOPRAVNIK_Pripraven ) and ( not VIZU.TA[ 2 ].MOTOR_CHOD_Profibus )
  then VIZU.TA[ 2 ].P_ZAP_aut := ( PDA_spusteno[i_tr].[ 3 ] ) ; end_if ; // spoustim PD
if ( PDB_v_trase[i_tr].[ 2 ] ) and ( VIZU.TB[ 2 ].DOPRAVNIK_Pripraven ) and ( not VIZU.TB[ 2 ].MOTOR_CHOD_Profibus )
  then VIZU.TB[ 2 ].P_ZAP_aut := ( PDB_spusteno[i_tr].[ 3 ] ) ; end_if ; // spoustim PD
```

Obr. 28 Ukázka části kódu najížděcího automatu

4.5 Testování řídicí aplikace

Testování řídicí aplikace probíhalo v několika krocích. V prvním kroku se testovalo, zda jsou správně napojeny vizualizační objekty na řídicí aplikaci v řídicím automatu. To probíhalo tak, že stavy signálů, které vedou z řídicího automatu na vizualizaci, se v řídicí aplikaci měnili a sledovalo se, zda se mění správně stavy vizualizovaných objektů. Signály z vizualizační aplikace se testovali obdobně, s tím rozdílem, že se sledovaly změny stavů v řídicí aplikaci.

V dalším kroku se zkoušela návaznost řídicího systému na technologická zařízení. To znamenalo, že se zkoušela všechna čidla rozmístěná po technologii zauhlování. Zkouška probíhala tak, že se v technologii nasimulovala změna stavu, například čidla zahlcení (kovovou destičkou), a sledovalo se na vizualizační obrazovce, zda objekt, který se má probarvit jinou barvou změní svůj stav. Po odzkoušení všech snímačů a dalších komponent polní instrumentace následoval další krok zkoušek.

V tomto kroku se zkoušeli povely do technologie, zatím se zajištěnými motorickými částmi. Zkoušky se prováděly z vizualizace, aby se vyzkoušela návaznost až na vlastní řízená zařízení.

Všechny tyto zkoušky patří do takzvaných individuálních zkoušek (IZ), kdy se zkouší návaznosti mezi řídicím systémem a řízenou technologií tak, aby se včas odhalili chyby jak už v řídicí aplikaci (pouze v koncových jednotkách), vizualizační aplikaci, nebo v zapojení elektro a MaR.

Po těchto zkouškách následovalo takzvané předkomplexní vyzkoušení (PKV). V těchto předkomplexních zkouškách se již postupně testovala zařízení technologie bez elektrického zajištění, nejprve po částech. Například u dopravníku se nejdříve testovalo správné řízení brzdy a až poté spouštění vlastního pohonu. Poté následovalo zkoušení po celých zařízeních a následně i celých dopravních trasách tak, aby bylo možné vyzkoušet všechny návaznosti mezi řízenými částmi technologie a logiky řízení jednotlivých technologických částí. Tyto zkoušky se prováděly bez paliva a zařízení se provozovala maximálně několik desítek minut. Po odzkoušení a patřičných úpravách (převážně ve strojní části technologie) následovalo takzvané komplexní vyzkoušení (KV).

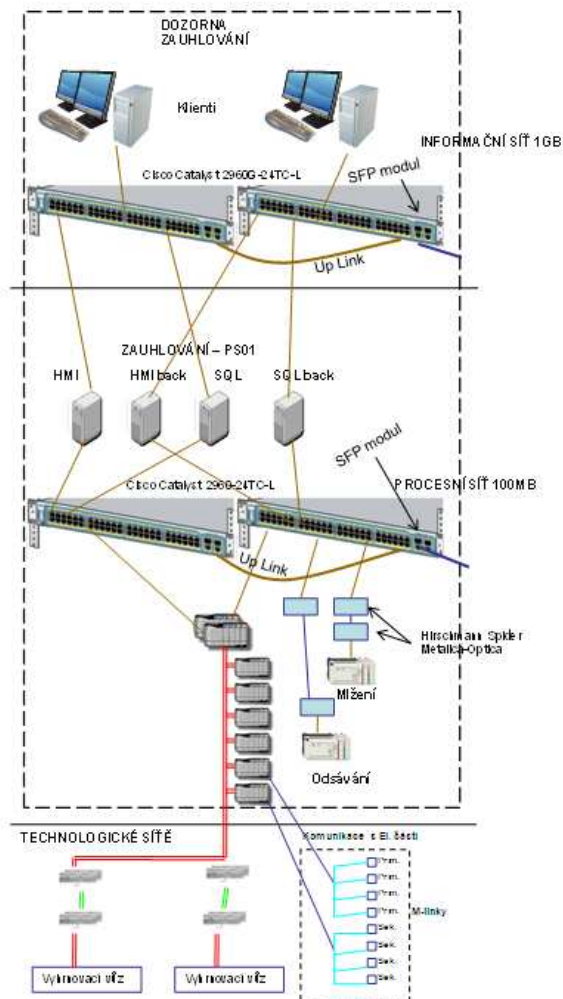
Aby bylo možné provézt komplexní vyzkoušení muselo se již domluvit zásobování Elektrárny Ledvice palivem z Úpravny Uhlí Ledvice a domluvit s elektrárnou časy, kdy se bude moci provozovat nová technologie Zauhlování tak, aby bylo zajištěno palivo pro výrobní bloky. Komplexní zkoušky probíhaly po dobu 7 dní, každý den po dobu 12 hodin.

Při komplexních zkouškách se již testovala celá aplikace i s automatickým přejížděním dopravních tras. Samozřejmě se po celou dobu zkoušek doplňovali, nebo upravovali vizualizační objekty a upravovala se řídicí aplikace tak, aby provozovatel technologie byl co nejvíce spokojen.

5 Návrh a realizace vizualizační aplikace

K tvorbě vizualizační aplikace je použit vývojový software FactoryTalk View Studio for SE verze 5. FactoryTalk View, který podporuje integrovanou architekturu Rockwell Automation, je součástí škálovatelného a jednotného souboru řešení pro vizualizaci a řízení, od samostatných strojů až po dohledové multiserverové, multiklientské a multiuživatelské vizualizační aplikace. FactoryTalk View SE a FactoryTalk View ME, jsou softwarové produkty, pro vizualizaci technologických procesů vyvinuté s jednotným vzhledem, prostředím a navigací, což značně urychluje vývoj aplikací a dobu určenou na zaškolení. Prvotřídní integrace s řídicími systémy na bázi Logix umožňuje rychlejší a optimální nasazení systému.[8]

K propojení vizualizační aplikace a řídicího automatu je potřeba komunikační software RSLinx. Ten je nakonfigurován stejně jako v případě propojení PC s vývojovým prostředím pro řídicí aplikaci, tedy pomocí komunikačního ovladače AB_ETH-1, Ethernet, protože klientské vizualizační stanice jsou propojeny s redundantními servery redundantním ethernetem. Redundantní serverové stanice jsou dále propojeny s řídicím automatem taktéž redundantní sítí ethernet obr. 29.



Obr. 29 Propojení vizualizačních stanic s řídicím automatem

5.1 FTView Studio for SE

FTView Studio je konfigurační software pro vývoj a testování vizualizačních aplikací. Je to společný vývojový editor pro aplikace FactoryTalk View Machine Edition určen pro operátorské panely a Site Edition určen pro HMI/SCADA aplikace.

Vizualizační aplikace vytvořená tímto softwarem může být provozována třemi možnými způsoby.

První z nich je použit i na technologii zauhlování. Jedná se o Server FactoryTalk View SE HMI server, který ukládá součásti projektu HMI/SCADA (například grafické zobrazení) a zprostředkovává tyto součásti klientům. Pro zvýšení dostupnosti je provedení serveru jako redundantní. Grafické zobrazení je tedy pak realizováno Client FactoryTalk View SE klientským software pro prohlížení a interakci s vizualizačními aplikacemi vyvinutými pomocí FactoryTalk View Studio.

Druhým způsobem provozování vizualizační aplikace je FactoryTalk View SE Station což je tradiční autonomní řešení vizualizace, kde je server i klient instalován na jednom počítači.

Třetím způsobem provozování vizualizační aplikace je FactoryTalk ViewPoint WEB Klient umožňující přístup k vizualizační aplikaci prakticky odkudkoliv prostřednictvím webového prohlížeče.[8]

Potřebnou informační infrastrukturu zajišťuje aplikacím FactoryTalk View for SE prostředí FactoryTalk, umožňující aplikacím FactoryTalk View for SE získávat informace přímo z datových serverů FactoryTalk, jež jsou součástí například programovatelných automatů ControlLogix, nebo ze serverů OPC třetích stran. Díky FactoryTalk je každá proměnná deklarována pouze jednou. FactoryTalk View for SE dokáže použít proměnné deklarované například v programu řídicího automatu. Změní-li se proměnná v datovém serveru, změna se automaticky přenesse i do aplikací SCADA/HMI.

Proměnné v aplikaci FactoryTalk View for SE nejsou pevně svázané s fyzickou pozicí řídicího automatu, ale jejich mapování do dané aplikace zajišťuje služba FactoryTalk Directory. Změní-li se vlastnosti proměnné, FactoryTalk se postará, aby se tato změna promítla do všech aplikací FactoryTalk View for SE, které tuto proměnnou využívají.

5.2 Návrh obrazovek

Obrazovky budou graficky rozděleny na několik částí:

- Horní část (Záhlaví) obrazovky bude sloužit pro přihlášení obsluhy. Zde bude i tlačítko pro změnu přihlašovacího hesla a dále tlačítko pro odhlášení. Tlačítka s popisy budou sloužit pro volbu jednotlivých tématických obrazovek. Dále zde bude zobrazován aktuální čas a datum.
- Střední část obrazovky bude vyhrazena pro zobrazení zvolené části technologie (hlavní obrazovka, jednotlivé dopravníky, drtiče, odprašení, požární řád apod.).
- Ve spodní části obrazovky bude při vzniku alarmu zobrazen příslušný popis a řádek bude podbarven zeleně. Na výpisu alarmů, který bude možno zobrazit na druhém displeji, budou jednotlivé alarmy podbarveny barvou dle závažnosti alarmu. Bude zde zobrazen čas vzniku alarmu, zkratka alarmové veličiny, popis alarmu, celkový počet aktivních alarmů a počet zakázaných alarmů. Tlačítko s reproduktorem bude sloužit pro umlčení alarmové zvukové signalizace.

Hlavní obrazovka

Na hlavní obrazovce bude schematicky znázorněna celá trasa zauhlování. Pomocí barev u jednotlivých zařízení (pásů, pluhů, apod.) bude indikován jejich aktuální stav (provoz, odstávka, porucha). Pro detailnější informace a pro ruční dálkové řízení budou u každého zařízení umístěna tlačítka pro vyvolání detailních obrazovek jednotlivých zařízení. Dále zde budou tlačítka pro volbu možných zauhlovacích tras.

Detailní obrazovka jednotlivých zařízení

Každé zařízení bude mít svoji obrazovku. Tyto obrazovky budou sloužit k ručnímu dálkovému řízení jednotlivých zařízení. Budou zde tlačítka pro řízení chodu zařízení *provoz*, *odstavení*, *kvitování*, *houkačka*. Budou zde zachycena diagnostická hlášení z technologie (pokles otáček, napnutí pásu, zával následného pásu, vybočení dopravníku, pokles otáček následného pásu) a hlášení z elektročásti. Bude zde také volba řízení. Dále budou na každé obrazovce dopravníku ovládací prvky na zobrazení jiných ovládacích a diagnostických obrazovek dopravníků.

Obrazovka drtičů

Na této obrazovce budou tlačítka sloužící k ovládní obou drtičů jak v automatickém, ručním dálkovém módu, tak i k přepnutí na místní ovládní. Dále zde budou u obou drtičů volby směru otáčení a stav motohodin pro oba směry otáčení. Provozní stavy obou drtičů (provoz, odstávka, porucha) budou signalizovány barvou jednotlivých zařízení. Budou zde dále alarmové hlášky jednotlivých zařízení (otáčky, teploty motorů, funkce HRD, apod.).

Obrazovka zauhlování bloků

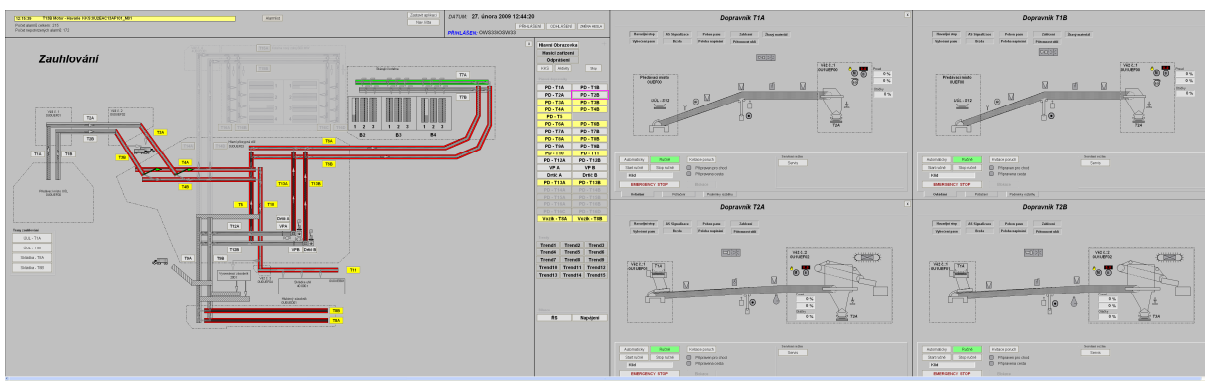
Zde bude rozkresleno vnitřní zauhlování jednotlivých bloků. Budou zde umístěny čidla pro snímání hladin v bunkrech pod jednotlivými pluhy. Dále zde budou tlačítka pro řízení jednotlivých pluhů, které realizují zauhlování bloků. Zauhlování bude možné řídit ručně dálkově, nebo automatickou sekvencí, která v závislosti na hladinách v bunkrech bude spouštět (zvedat) jednotlivé pluhy a otvírat (zavírat) jednotlivé klapky.

Skládka paliva

Na této obrazovce bude koncentrováno veškeré řízení, které se bude týkat provozu skládky, hlubinného zásobníku např. provoz vyhrnovacího vozíku, mlžení skládky, osvětlení skládky, apod.).

5.3 Struktura obrazovek

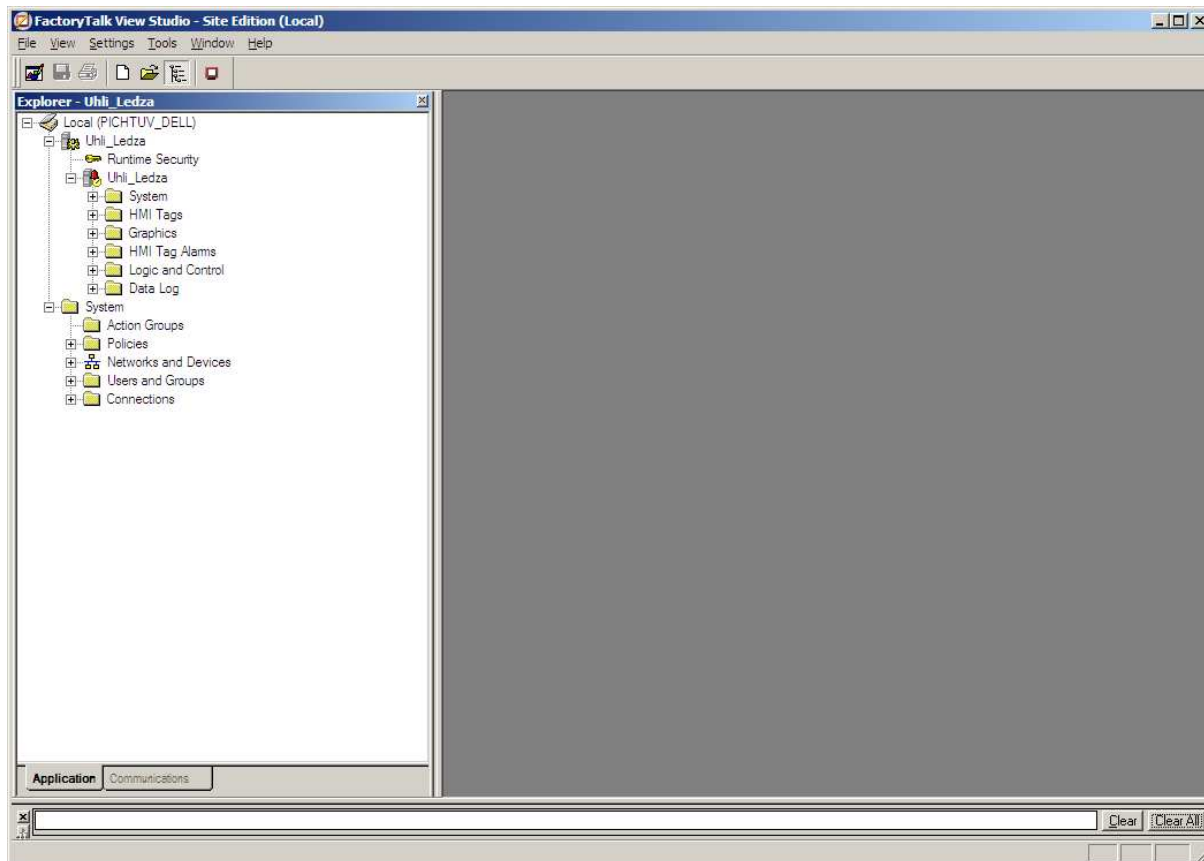
Výsledná struktura obrazovek se liší od návrhu. Obrazovky jsou rozděleny na dva monitory. Na levém monitoru se zobrazuje úvodní obrazovka, která je zároveň obrazovkou přehledovou. Tato úvodní obrazovka je rozdělena do tří částí, které jsou tvořeny vlastními obrazovkami. Tato úvodní obrazovka se zobrazuje po startu vizualizační aplikace a je popsána v kapitole „Ovládání technologie zauhlování z vizualizace“. Na pravém monitoru se zobrazují detailní obrazovky až čtyř zvolených částí technologie obr. 30, které se překrývají a otevírají v závislosti na volném místě na pravém monitoru. Popis detailních obrazovek je popsáno v kapitole „Ovládání technologie zauhlování z vizualizace“.



Obr. 30 Příklad zobrazení na levém a pravém monitoru vizualizace

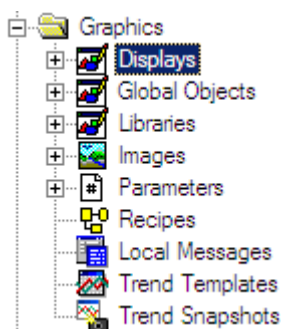
5.4 Tvorba obrazovek

Po otevření vývojového software FactoryTalk View for SE a vytvoření nového projektu se na obrazovce objeví okno pro práci s projektem - Project manager obr. 31.



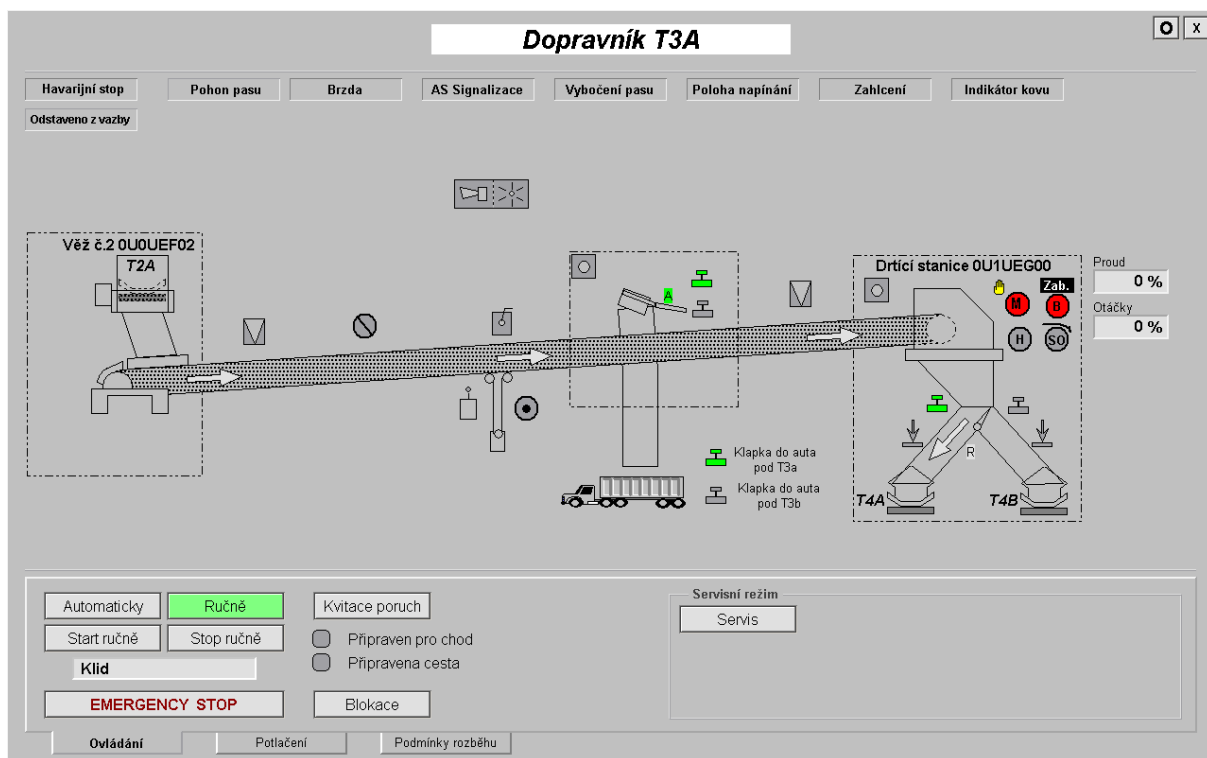
Obr. 31 - Project manager ve vizualizačním software FactoryTalk View for SE

Ve složce Graphics v Project manageru v podsložce Display, obr. 32, jsou uloženy všechny dosud vytvořené obrazovky.



Obr. 32 – Složka Graphics v Project manageru FactoryTalk View for SE

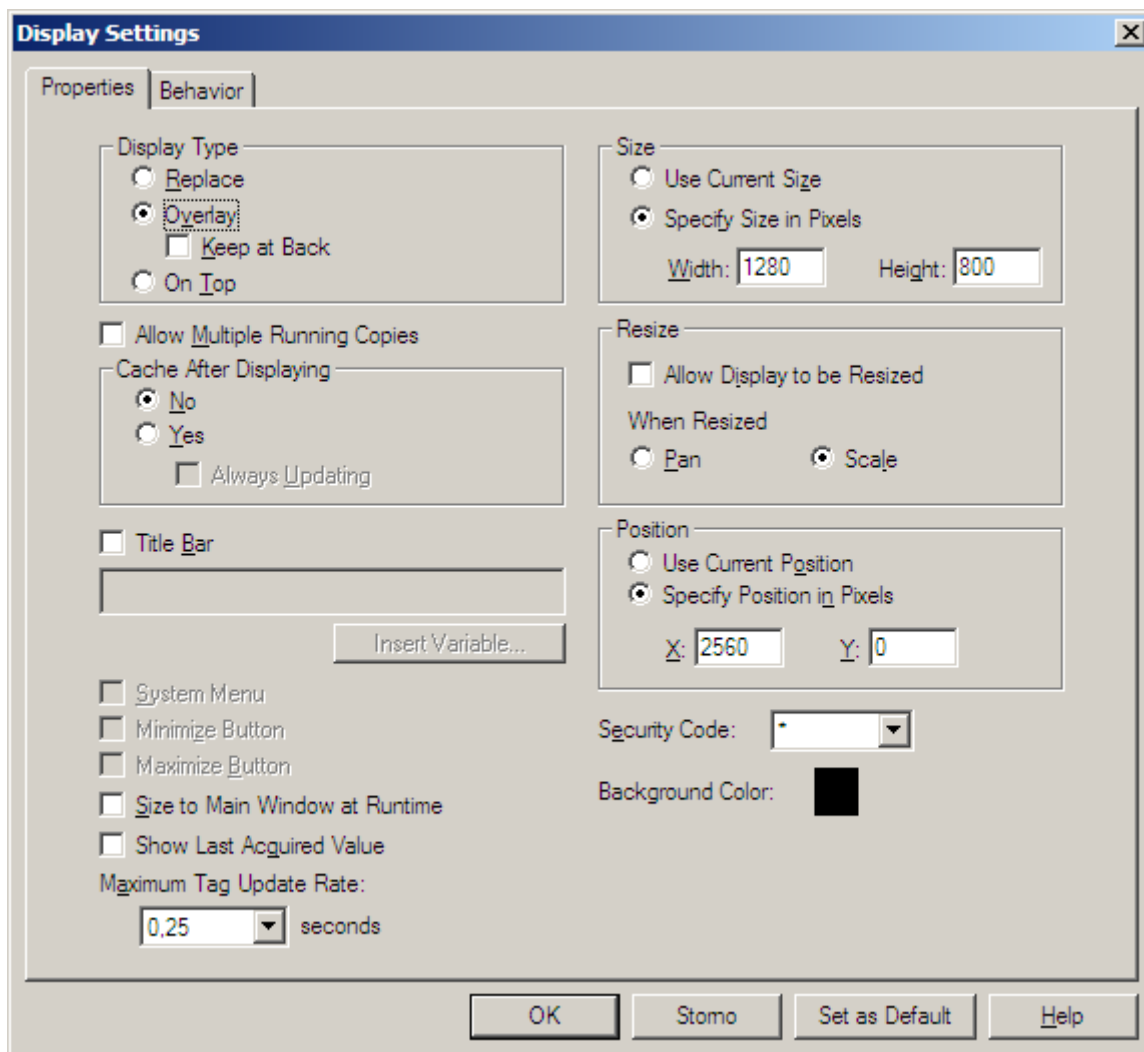
Obrazovky jsou vytvořeny tak, aby co nejvíce odpovídaly provozované technologii zauhlování, a aby bylo ovládání a monitorování technologie co nejpřívětivější pro stávající i novou obsluhu technologie zauhlování. Vizualizační software FactoryTalk View for SE má více grafických možností, než měl vizualizační software RSView32, a proto nová vizualizace vypadá o něco realističtěji než původní. Ukázka obrazovky je na obr. 33.



Obr. 33 – Ukázka obrazovky s dopravníkem T3A

5.5 Vlastnosti obrazovek

Do okna pro nastavování vlastností obrazovek se dostaneme stiskem pravého tlačítka myši na otevřené obrazovce a vybráním položky Display Settings. Zde lze specifikovat Velikost (Size), Pozici (Position) obrazovky, která je specifikovaná v pixelech, Zabezpečení (Security), zobrazení obrazovky pouze přihlášeným uživatelům, Barvu pozadí (Background Color), Typ obrazovky (Display Type), jestli je obrazovka výměnná (Replace), nebo je stále v popředí (On Top) atd. obr. 34.



Obr. 34 - Display settings nastavení vlastností obrazovky

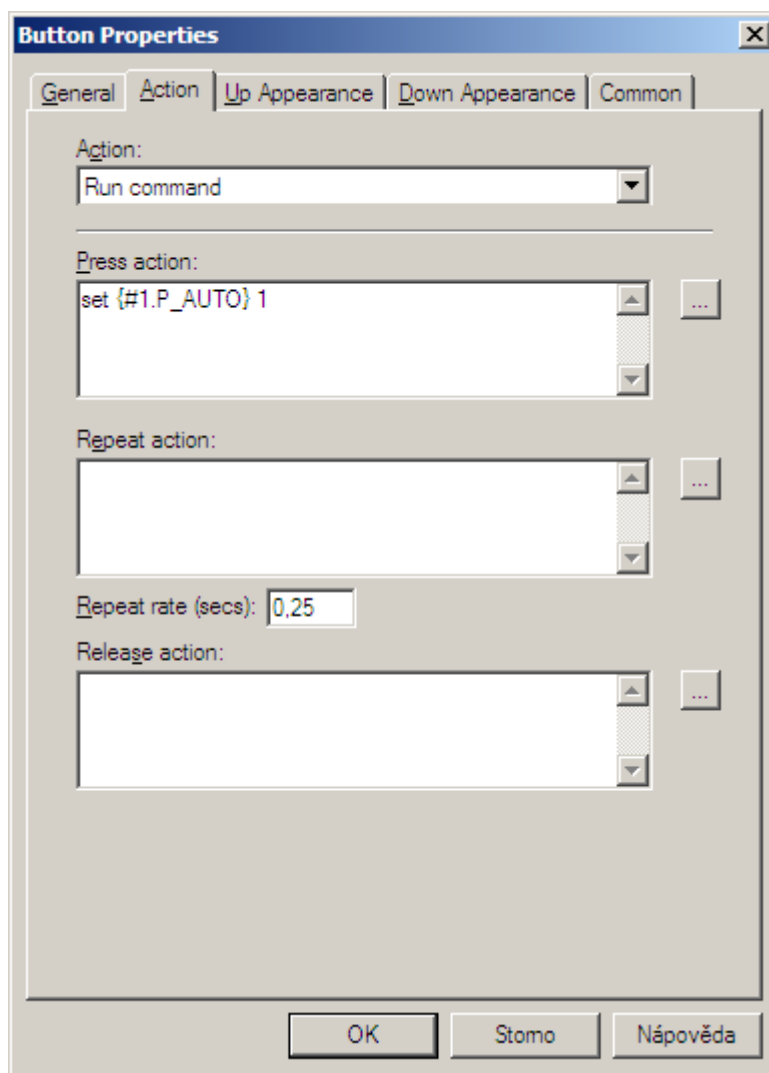
5.6 Tvorba ovládacích tlačítek

FactoryTalk View for SE nabízí univerzální, volně definovatelné tlačítko (button). Jedná se o objekt z nabídky panelů nástrojů, kde za pomoci myši si můžeme daný objekt kamkoliv na obrazovce umístit a definovat si jeho libovolnou velikost. Dvojklikem myši na daný objekt se vyvolá dialogové okno (Button Properties) obr. 35.

V první nabídce Hlavní (General) se vybere styl tlačítka. Lze definovat čtyři styly. Styl tlačítka 3D (tzv. zapuštěné tlačítko), styl Recessed (tzv. zahloubené tlačítko), dále styl Raised (tzv. vypuklé tlačítko), nebo styl Beveled (tlačítko se sraženou hranou). V našem případě byly použity tlačítka s Recessed stylem. Další nabídka v konfiguraci je Akce (Action). Zde je důležité vybrat úkon (akci), která se má daným tlačítkem provádět. Myší lze v rolovacím menu nastavit akci, kterou tlačítko nastaví při stisknutí zvolený tag do hodnoty log. „1“ (položka Set tag to 1 on press), nebo do hodnoty log. „0“ (položka Set tag to 0 on press). Poslední položkou v rolovací nabídce je Příkaz (Run Command), kam se zadává přímo příkaz, který má být tlačítkem vykonán (Set, Reset apod.).

V záložce „Up Appearance“ se definuje, jak bude tlačítko vypadat při uvolnění, a v nabídce „Down Appearance“ se definuje, jak bude tlačítko vypadat naopak při stisku. Do tlačítka si v těchto nabídkách můžeme umístit text nebo importovat obrázek. Textu lze pak přiřazovat nejrůznější vlastnosti, jako je styl, barva apod.

V poslední záložce „Common“ se dá nastavit přesná velikost a pozice tlačítka v pixelech.



Obr. 35 – Dialogové okno Button Properties

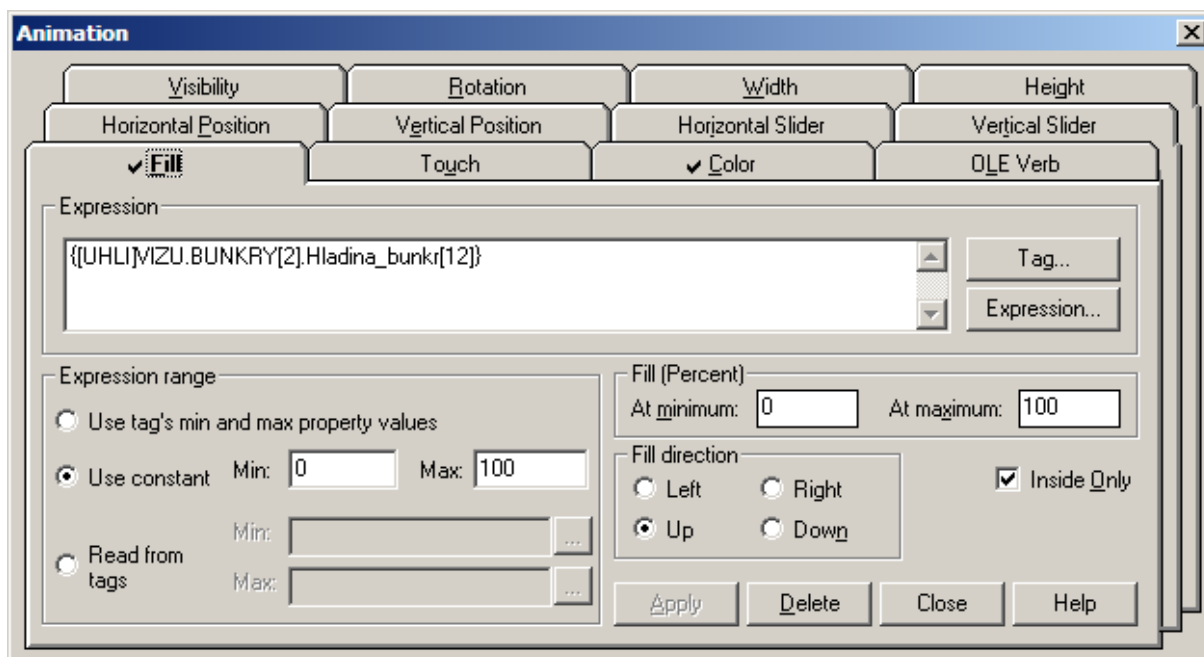
5.7 Animace grafických objektů

Pro zobrazování stavů technologických celků lze v FactoryTalk View for SE využít možnosti přiřazení animací různým grafickým objektům. Typů animací je poměrně velké množství. V projektu jsou však využity pouze čtyři druhy animací. Výplň (Fill) umožňuje různé druhy výplně v závislosti na splněných podmínkách, Barva (Color) umožňuje měnit barvu grafického objektu v závislosti na splněných podmínkách, Viditelnost (Visibility) umožňuje skrývat, či zobrazovat objekt v závislosti na splněných podmínkách a Dotek (Touch) umožňuje provést nějakou akci v závislosti na splněných podmínkách.

5.8 Užité typy animací

Výplň (Fill)

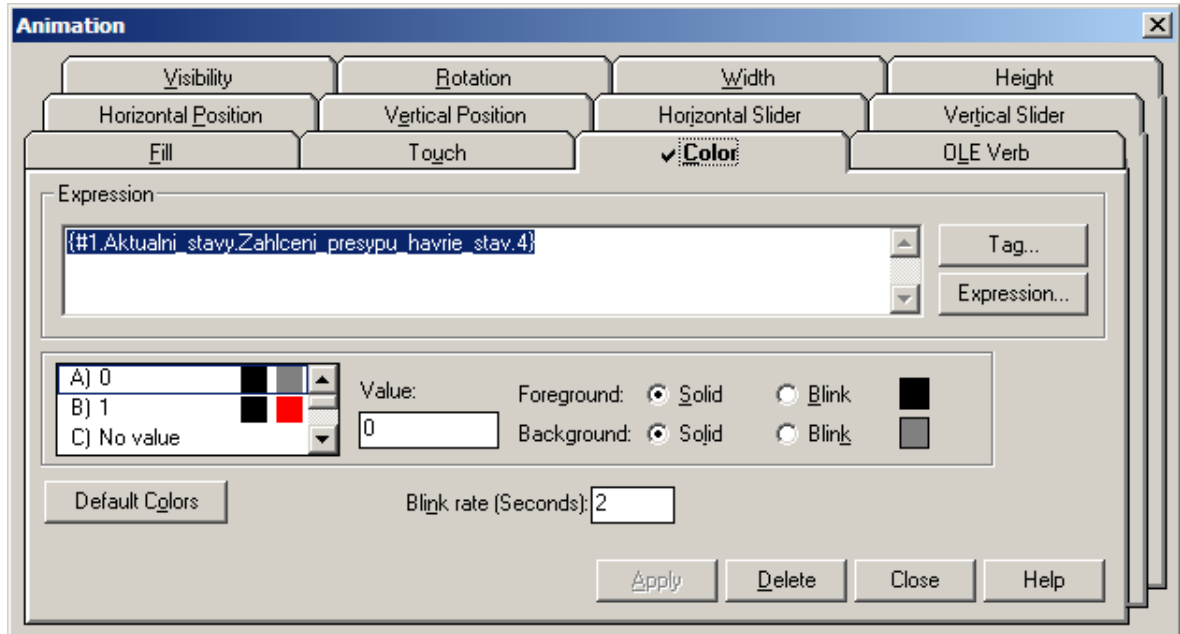
Tato animace nám umožňuje ovlivňovat výplň některého grafického objektu. V našem případě je využívána v Bargrafech, které se vyplňují na základě hodnot analogových tag hladin v neblokovaných bunkrech obr. 36.



Obr. 36 - Animace Fill

Barva (Color)

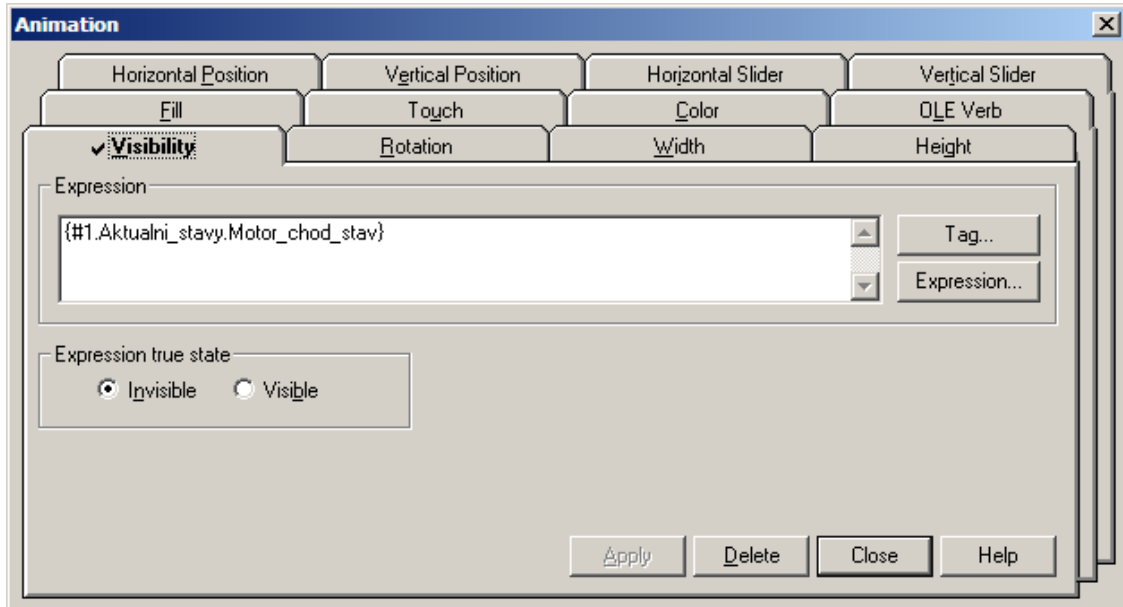
Animace umožňuje měnit barvy čar, nebo celých grafických objektů v závislosti na Expression. V Expression se určí, za jakých podmínek bude mít výraz zvolenou hodnotu. Zvolená hodnota se poté přiřadí k písmenu (A - P) jako hodnota (Value). Pro každé písmeno poté vybereme z předdefinované palety barev, jakou kombinaci barev bude mít zvolený objekt. Můžeme zvolit barvu pro popředí (Foreground) a pro čáry a ohraničení (Background). Dále můžeme vybrat, že při vybrané hodnotě bude objekt blikat (Blink) obr. 37.



Obr. 37 - Animace Color

Viditelnost (Visibility)

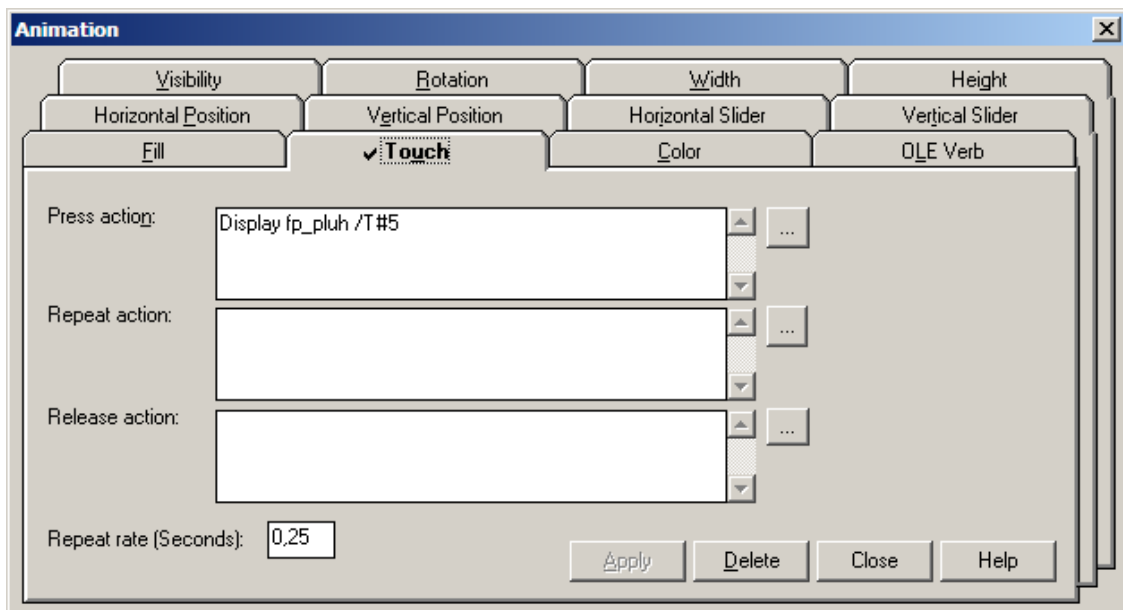
Viditelnost nám dává možnost, daný objekt zviditelnit, nebo skrýt v závislosti na Expression. V okně Viditelnosti (Visibility) se pouze vyplní Expression a označí se, zda při splnění podmínek bude objekt viditelný či nikoliv obr. 38. Tato animace je použita pro skrývání servisních tlačítek v ručním a automatickém režimu.



Obr. 38 - Animace Visibility

Dotek (Touch)

Touto animací si můžeme vytvořit plnohodnotné povelovací tlačítko z jakéhokoli grafického objektu. Máme možnost nastavit prováděnou akci při stisku, nebo při puštění obr. 39.



Obr. 39 - Animace Touch

6 Ovládání technologie zauhlování z vizualizace

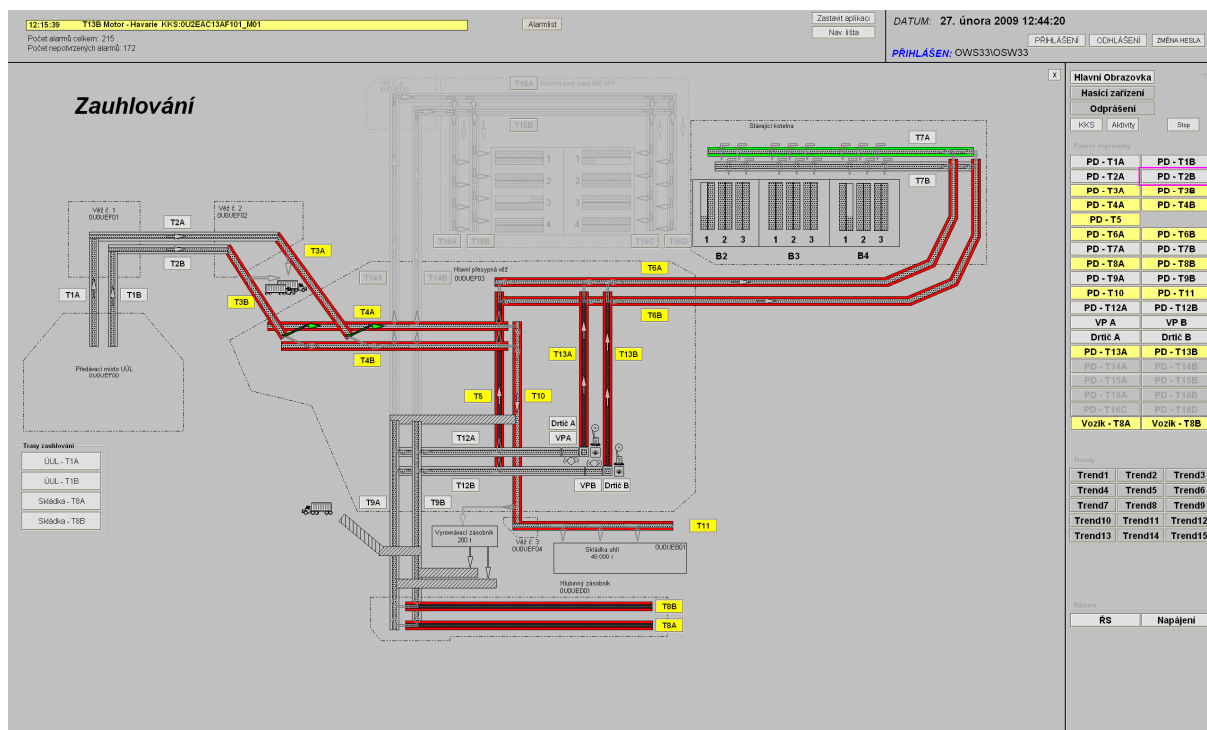
Po zapnutí operátorské stanice se automaticky spustí aplikace Zauhlování. Na monitoru vlevo se zobrazí úvodní zobrazení, které se skládá ze tří částí obr. 40:

- informační lišta
- naváděcí lišta
- přehledová obrazovka

Informační lišta je umístěna v horní části obrazovky. Jsou na ní zobrazeny aktuální datum a čas, informace o přihlášeném uživateli a tlačítka, prostřednictvím kterých je možno provádět přihlašování a odhlašování operátorů. Dále jsou zde umístěny informace o posledním nepotvrzeném alarmu a celkových počtech aktivních a nepotvrzených alarmech.

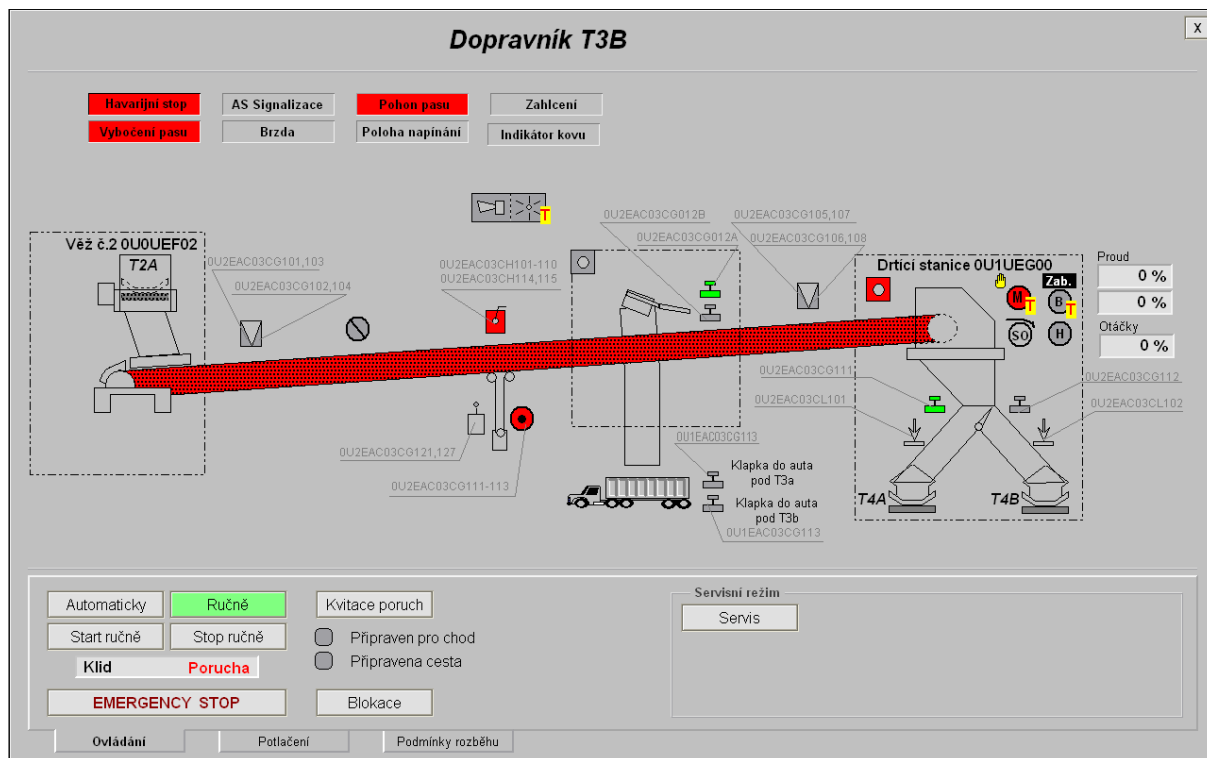
Naváděcí lišta je umístěna v pravé části obrazovky. Jsou na ni umístěna tlačítka, prostřednictvím kterých se zobrazují detaily technologických částí, jakými jsou např. dopravníky a drtiče. Tyto se zobrazují na monitoru vpravo, který je rozdělen do čtyř kvadrantů. Operátor tedy může sledovat zároveň až čtyři technologické části.

Na přehledové obrazovce jsou schématicky zobrazeny všechny dopravníky a drtiče a jejich stavy. Šedá barva představuje dopravník v klidu, zelená barva představuje dopravník v chodu a červená znamená poruchu některé části dopravníku nebo jeho odstavení kvůli dosažení některé havarijní meze.



Obr. 40 Přehledová obrazovka technologie zauhlování

Obrazovka dopravníku je rozdělena do tří částí obr. 41. Nahoře je umístěn seznam všech poruch, které mohou způsobit odstavení dopravníku. V prostřední části je umístěn vlastní dopravník se všemi snímači a spotřebiči. Ve spodní části je umístěn ovládací panel, který má 3 záložky: Ovládání, Potlačení a Podmínky rozběhu.



Obr. 41 Detailní obrazovka dopravníku T3B

6.1 Symboly snímačů a spotřebičů

Zahlčení přesypu

Pro signalizaci zahlčení přesypu je použit následující symbol:

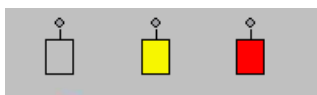


Význam barev:

- šedá - přesyp není zahlcen.
- červená - přesyp je zahlcen. Pokud není tento havarijný signál potlačen, dojde k odstavení dopravníku.

Gravitační napínání pásu

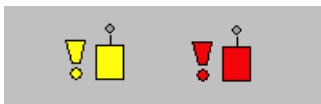
Pro signalizaci polohy gravitačního napínání pásu je použit následující symbol:



Význam barev:

- šedá - poloha napínání je v mezích
- žlutá - poloha napínání je mimo meze - výstraha
- červená - poloha napínání je mimo meze - havárie. Pokud není tento havarijný signál potlačen, dojde k odstavení dopravníku.

Vedle toho symbolu se může zobrazit barevný vykřičník, který symbolizuje poruchu signalizace některého stavu.

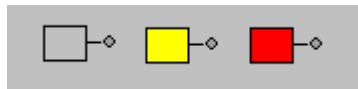


Význam barev:

- žlutá - porucha signalizace stavu napínání mimo meze - výstraha
- červená - poruchu signalizace stavu napínání mimo meze - havárie. Tento signál automaticky nastaví napínání mimo meze - havárie

Pneumatické napínání

Pro signalizaci polohy pneumatického napínání pásu je použit následující symbol:



Význam barev:

- šedá - poloha napínání je v mezích
- žlutá - poloha napínání je mimo meze - výstraha
- červená - poloha napínání je mimo meze - havárie. Pokud není tento havarijní signál potlačen, dojde k odstavení dopravníku.

Vedle tohoto symbolu se zobrazuje symbol informující o tlaku vzduchu v systému pneumatického napínání:



Význam barev:

- zelená – tlak vzduchu je v pořádku
- červená – tlak vzduchu není v pořádku

Vybočení pásu

Pro signalizaci vybočení pásu je použit následující symbol:



Význam barev:

- šedá - pás není vybočen
- žlutá - první stupeň vybočení, varování
- červená - druhý stupeň vybočení, havárie. Pokud není tento havarijní signál potlačen, dojde k odstavení dopravníku.

Vedle toho symbolu se může zobrazit barevný vykřičník, který symbolizuje poruchu signalizace některého stavu.



Význam barev:

- žlutá - porucha signalizace vybočení prvního stupně.
- červená - poruchu signalizace vybočení druhého stupně. Tento signál automaticky nastaví vybočení druhého stupně.

Detekce uhlí

Pro signalizaci přítomnosti uhlí na pásu je použit následující symbol:



Význam barev:

- šedá - uhlí není detekováno.
- zelená - uhlí je detekováno.

Vedle toho symbolu se může zobrazit červený vykřičník, který symbolizuje poruchu signalizace stavu detekce uhlí.



Přeplnění pásu

Pro signalizaci přeplnění pásu uhlím je použit následující symbol:



Význam barev:

- šedá - pás není přeplněn
- červená - pás je přeplněn. Tento Pokud není tento havarijný signál potlačen, dojde k odstavení dopravníku.
- Vysoká hladina uhlí

Pro signalizaci vysoké hladiny uhlí na pásu je použit následující symbol:



Význam barev:

- šedá - na pásu není vysoká hladina uhlí
- červená - na pásu je vysoká hladina uhlí. Pokud není tento havarijní signál potlačen, dojde k odstavení dopravníku.

Havarijní odstavení

Podél linky jsou umístěna havarijní tlačítka a lanka prostřednictvím, kterých je možno odstavit celý dopravník. Pro lanko je použit následující symbol:



Pro tlačítko – TOTAL STOP je použit následující symbol:



Do systému přichází pouze sumární signál, proto tyto dva symboly mají vždy stejnou barvu.

Význam barev:

- šedá - lanko nebylo zataženo a TOTAL STOP nebyl zamáčknut
- červená – lanko bylo zataženo nebo byl zmáčknut TOTAL STOP

Detekce žhavého materiálu

Pro signalizaci přítomnosti žhavého materiálu na pásu je použit následující symbol:



Význam barev:

- šedá - žhavý materiál není detekován.
- žlutá - žhavý materiál je detekován.

Indikátor železa

Pro signalizaci přítomnosti kovového materiálu na pásu je použit následující symbol:



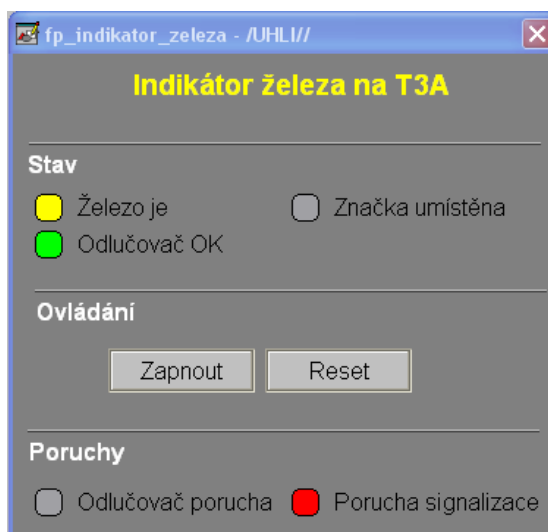
Význam barev:

- šedá - kovový materiál není detekován
- žlutá - kovový materiál je detekován
- červená - porucha indikátoru železa

Vedle toho symbolu se může zobrazit červený vykřičník, který symbolizuje poruchu signalizace stavu indikátoru železa.



Po kliknutí na symbol indikátoru železa se objeví okno s detailními informacemi obr. 42:



Obr. 42 Detailní informace indikátoru železa na T3A

Stavy:

- železo je detekováno
- odlučovač OK
- značka umístěna

Ovládání:

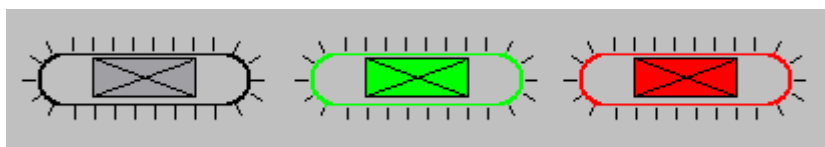
- tlačítko pro zapnutí indikátoru železa
- tlačítko pro reset indikátoru železa

Poruchy:

- porucha odlučovače
- porucha signalizace

Separátor železa

Pro zobrazení separátoru železa je použit následující symbol:

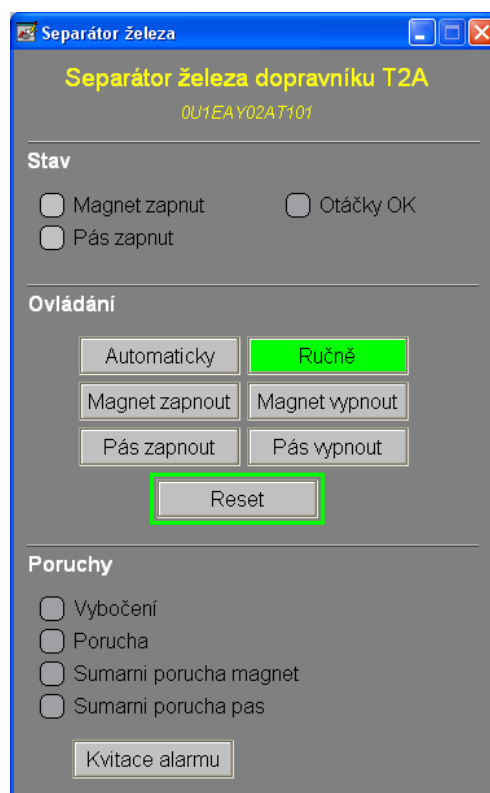


Separátor železa se skládá z magnetu a pásu. Status obou částí je nezávisle zobrazován v symbolu separátoru.

Význam barev:

- magnet/pás není zapnut
- magnet/pás je zapnut
- magnet/pás je v poruše

Po kliknutí na symbol separátoru se objeví okno s detailními informacemi obr. 43:



Obr. 43 Detailní informace separátoru železa na T2A

Stavy:

- magnet zapnut
- pás zapnut
- otáčky OK

Ovládání:

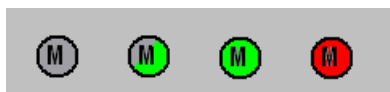
- v automatickém režimu je separátor spouštěn automaticky s automatickým chodem dopravníků
- v ručním režimu je možno zvlášť spouštět magnet i pás. K tomu jsou určeny příslušné tlačítka
- tlačítko pro reset separátoru

Poruchy:

- vybočení pásu
- porucha separátoru
- sumární porucha magnet
- sumární porucha pásu
- tlačítko pro kvitaci alarmů

Motor

Pro zobrazení pohonu pásu je použit následující symbol:

**Význam barev:**

- šedá barva značí, že motor je v klidu
- blikání šedá/zelená barva značí, že motor se rozjíždí na pracovní otáčky
- zelená barva značí, že motor je v chodu a je na pracovních otáčkách
- červená barva značí sumární poruchu

Pro znázornění ručního režimu je použit symbol žluté ruky v levém horním rohu motoru.



Pro motor v testovacím režimu je použit symbol červeného T na žlutém pozadí.



Po kliknutí na symbol motoru se objeví okno s detailními informacemi obr. 44:



Obr. 44 Detailní informace o motoru dopravníku T4A

Stavy:

- chod
- připraven pro start
- dálkové ovládání
- test
- okamžité otáčky
- proud

Poruchy:

- porucha zapnutí
- porucha vypnutí
- M_Control Ready
- tepelná ochrana
- termistorová ochran
- havárie
- trip

Brzda

Pro zobrazení brzdy je použit následující symbol:



Význam barev:

- šedá – zabrzděno
- zelená – odbrzděno
- červená – sumární porucha

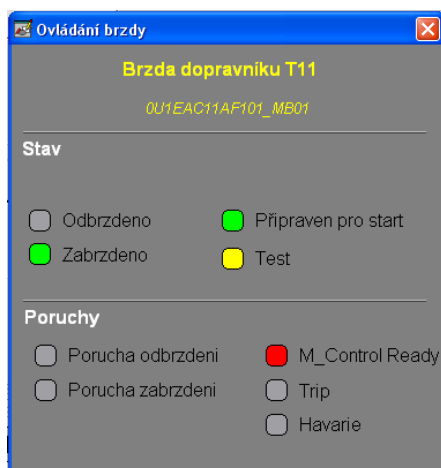
Textová zkratka:

- Zab. – zabrzděno
- Odb. – odbrzděno
- 0..0 – nesoulad stavů, není zabrzděno ani odbrzděno
- 1..1 – nesoulad stavů, zabrzděno i odbrzděno

Pro brzdou v testovacím režimu je použit symbol červeného T na žlutém pozadí.



Po kliknutí na symbol brzdy se objeví okno s detailními informacemi obr. 45:



Obr. 45 Detailní informace o brzdě dopravníku T11

Stavy:

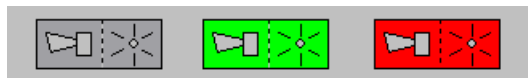
- odbržděno
- zabržděno
- připraven pro start
- test

Poruchy:

- porucha odbrždění
- porucha zabrždění
- M_Control Ready
- havárie
- trip

Akustická a optická signalizace

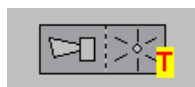
Pro zobrazení akustické a optické signalizace je použit následující symbol:



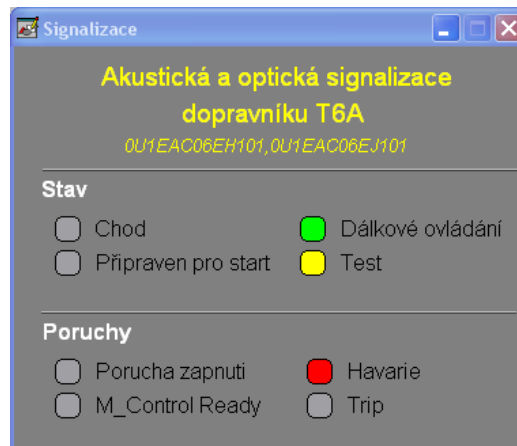
Význam barev:

- šedá – signalizace je v klidu
- zelená – signalizace je v chodu
- červená – sumární porucha

Pro signalizaci v testovacím režimu je použit symbol červeného T na žlutém pozadí.



Po kliknutí na symbol akustické a optické signalizace se objeví okno s detailními informacemi obr. 46:



Obr. 46 Detailní informace o signalizaci dopravníku T6A

Stavy:

- chod
- připraven pro start
- dálkové ovládání
- test

Poruchy:

- Porucha zapnutí
- M_Control Ready
- havárie
- trip

Hydraulický agregát

Pro zobrazení hydraulického agregátu je použit následující symbol:



Význam barev:

- šedá – hydraulický agregát je v klidu
- zelená – hydraulický agregát není v poruše a alespoň jedno čerpadlo je v chodu
- červená – hydraulický agregát je v poruše

Po kliknutí na symbol hydraulického agregátu se objeví okno s detailními informacemi obr. 47:

Obr. 47 Detailní informace o hydraulickém agregátu HA2

Stavy:

- chod čerpadla 1
- čerpadlo 1 OK
- doba chodu čerpadla 1
- chod čerpadla 2
- čerpadlo 2 OK
- doba chodu čerpadla 2
- připraven pro chod
- náhřev oleje

Ovládání:

- signálka žádost na místní režim
- tlačítko pro potvrzení žádosti na místní režim

Pokud je tato signálka zelená a zmáčkne se potvrzovací tlačítko, pak je hydraulický agregát přepnut do místního režimu.

Nastavení:

- žádaná doba chodu čerpadla 1
- žádaná doba chodu čerpadla 2

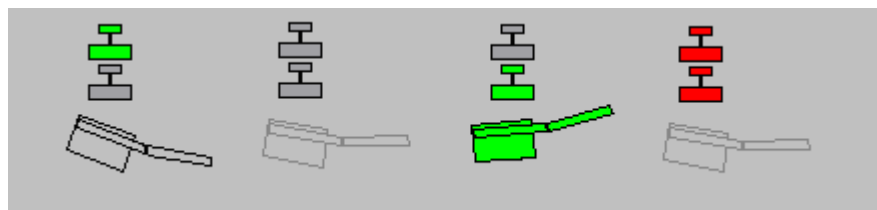
Tyto hodnoty určují, po jaké době se má příslušné čerpadlo vypnout, a místo něho se spustí čerpadlo, které do té doby v chodu nebylo.

Poruchy:

- porucha čerpadla 1
- porucha čerpadla 2

Pluh

Pro zobrazení pluhu s dvěma koncovými polohami je použit následující symbol:



Význam poloh a barev:

- pluh je v klidové poloze
- pluh je v mezipoloze, přejíždí z jedné krajní polohy do druhé
- pluh je v pracovní poloze
- porucha mezipolohy

Po kliknutí na symbol hydraulického agregátu se objeví okno s detailními informacemi obr. 48:



Obr. 48 Detailní obrazovka pluhu T4A

Stavy:

- chod, pluh přejíždí z jedné krajní polohy do druhé
- klidová poloha
- pracovní poloha

Ovládání:

V automatickém režimu je pluh ovládán automaticky na základě zvolené trasy. Podmínkou chodu pluhu v tomto režimu je nepřítomnost uhlí na dopravníku.

V ručním režimu je možno pluh ovládat odpovídajícími tlačítky z této obrazovky. Podmínkou chodu pluhu v tomto režimu je nepřítomnost uhlí na dopravníku.

Tlačítkem STOP se zastaví chod pluhu v automatickém i ručním režimu.

Tlačítkem blokace se zablokuje ovládání pluhu z řídicího systému.

Servis:

Po zapnutí servisního režimu se objeví tlačítka pro ovládání pluhu. V tomto režimu nejsou žádné podmínky pro chod pluhu.

Poruchy:

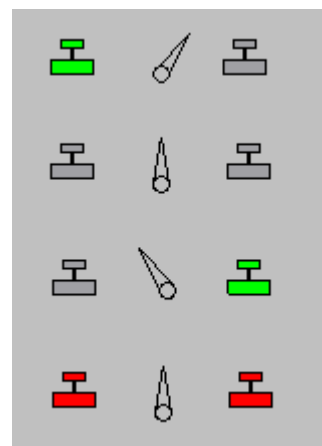
Porucha mezipolohy nastane, když jedna z krajních poloh nenastane do předem stanovené doby.

Klapka

Pro zobrazení klapky s dvěma koncovými polohami je použit následující symbol:

Význam poloh a barev:

- klapka je v poloze 1
- klapka je v mezipoloze, přejíždí z jedné krajní polohy do druhé
- klapka je v poloze 2
- sumární porucha



Po kliknutí na symbol hydraulického agregátu se objeví okno s detailními informacemi obr. 49:



Obr. 49 Detailní obrazovka klapky T3A

Stavy:

- poloha 1
- poloha 2

Ovládání:

V automatickém režimu je klapka ovládána automaticky na základě zvolené trasy.

V ručním režimu je možno pluh ovládat odpovídajícími tlačítky z této obrazovky.

Servis:

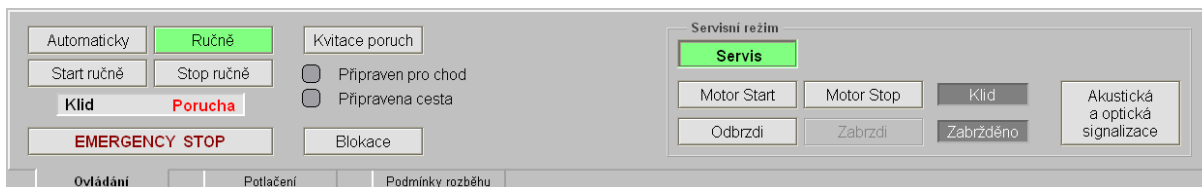
Po zapnutí servisního režimu se objeví tlačítka pro ovládání pluhu.

Poruchy:

- sumární porucha

6.2 Ovládání

Tlačítka pro ovládání dopravníku jsou umístěné na záložce *Ovládání* obr. 50.



Obr. 50 Záložka ovládání dopravníku

Režimy ovládání dopravníku:

- místní (ovládání předáno do silové rozvodny ABB)
- dálkový (ovládání předáno na velín zauhlování)
 - servis (ruční řízení bez blokad)
 - ručně (ruční řízení s blokadami)
 - automaticky (automatický provoz)

Místní režim se volí tlačítkem *Blokace*. Dopravník (akustická a optická signalizace, motor, brzda) je blokován pro ovládání z řídicího systému, lze jej ovládat pouze z rozvodny pohonu. Místní režim lze navolit pouze v případě, že je dopravník v klidu a je zabrzděn.

V **servisním režimu** je možno ovládat signalizaci, motor a brzdu zvlášť. Servisní režim je možno navolit pouze když je dopravník v klidu. Po zmačknutí tlačítka *Servis*, se objeví tlačítka a stavové displeje pro ovládání a zobrazování stavů těchto zařízení. Pro start těchto zařízení musí být splněny podmínky: zařízení nesmí být v poruše a nesmí být havarijně odstavení (lanko, stop tlačítko).

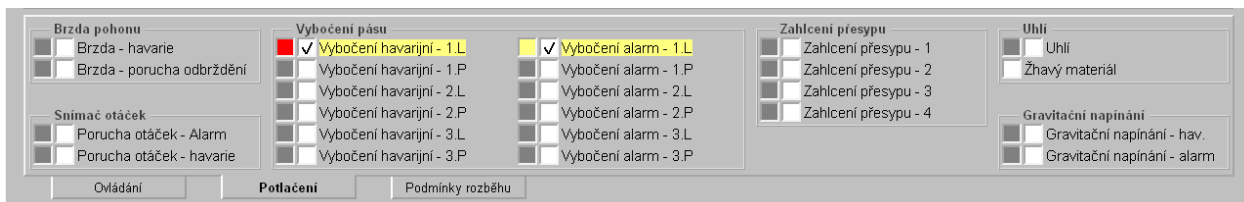
Ruční režim se používá pro najetí jednoho dopravníku. Před startem musí být splněny podmínky „Připraven pro chod“ a „Připravena cesta“. Tyto podmínky jsou detailněji rozepsány na obrazovce *Podmínky rozběhu*. Po zmačknutí tlačítka *Start ručně* se spustí najížděcí sekvence dopravníku. Po zmačknutí tlačítka *Stop ručně* se dopravník zastaví po uplynutí doby, potřebné pro vyjetí paliva. Tato doba je různá pro každý dopravník. *Emergency stop* tlačítkem se dopravník odstaví okamžitě.

Automatický režim slouží pro najetí několika dopravníků ve skupině. Před startem musí být splněny podmínky „Připraven pro chod“ a „Připravena cesta“ postupně u všech dopravníků. Tyto podmínky jsou detailněji rozepsány na obrazovce *Podmínky rozběhu*. Spuštění najíždění skupiny dopravníků se provádí z přehledové obrazovky. Tlačítkem *Emergency stop* umístěným na obrazovce dopravníku se okamžitě odstaví tento dopravník plus všechny dopravníky ve vazbě směrem ke zdroji paliva.

Potvrzení poruch, které již netrvají je možno provést tlačítkem *Kvitace poruch*.

6.3 Potlačování poruch

Na záložce *Potlačování poruch* je seznam všech poruch obr. 51, které můžou odstavit pás a zároveň je lze potlačit.



Obr. 51 Záložka potlačování poruch dopravníku

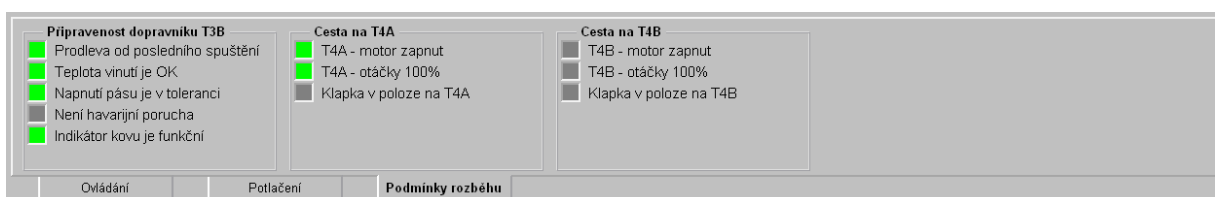
Potlačení signálu způsobí, že daný poruchový signál se nebude brát v úvahu pro řízení dopravníku a nezpůsobí tedy odstavení dopravníku. Skutečný stav signálu se však i nadále zobrazuje v obrazovce dopravníku. Potlačení signálu se provádí kliknutím na zaškrťovací políčko, které je umístěno vedle textu názvu signálu. Vedle tohoto políčka je signálka, ukazující aktuální stav daného signálu. Potlačení signálu se rovněž zobrazí hvězdičkou v seznamu poruch, který je umístěn v horní části obrazovky dopravníku obr. 52:



Obr. 52 Zobrazení symbolu potlačené poruchy

6.4 Podmínky rozběhu

Na záložce *Podmínky rozběhu* jsou detailněji rozepsané podmínky nutné pro start dopravníku v ručním nebo automatickém režimu obr. 53.

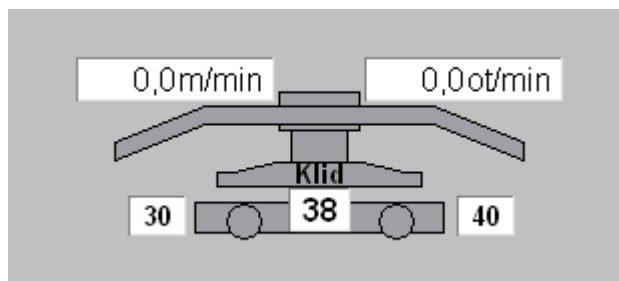


Obr. 53 Záložka podmínek rozběhu dopravníku

Pro start dopravníku je nutno splnit všechny podmínky pro připravenost dopravníku a všechny podmínky pro alespoň jednu dopravní cestu. Z obrázku je patrné, že není splněna ani připravenost dopravníku (dopravník je v poruše) a ani připravenost dopravní cesty, protože klapka není ve správné poloze. Při spuštění dopravníku s nesplněnou podmínkou připravenosti dopravníku by mohlo dojít k poškození vlastního dopravníku, nebo jeho části a při spuštění dopravníku s nesplněnou podmínkou dopravní cesty by mohlo dojít k závalu části technologie palivem.

6.5 Propeler

Pro zobrazení propeleru je použit následující symbol obr. 54:



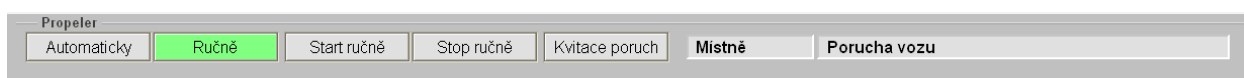
Obr. 54 Záložka podmínek rozběhu dopravníku

Na obrázku propeleru (vyhrnovacího vozu) je vlevo nahoře zobrazena skutečná posuvná rychlost. Vpravo nahoře jsou zobrazeny skutečné otáčky propeleru. V dolní části propeleru jsou zobrazeny tři údaje o poloze vozíku. Vlevo a vpravo jsou volitelné značky odkud kam má vozík jezdit a uprostřed je aktuální poloha propeleru.

Tělo propeleru se probarvuje podle aktuálního stavu:

- šedá barva značí, že je propeler v klidu
- zelená barva značí, že je propeler v chodu
- červená barva značí, že je propeler v poruše

Na záložce *Ovládání* příslušného dopravníku (T8A,B) je lišta s tlačítky pro ovládání propeleru obr. 55:



Obr. 55 Záložka ovládání propeleru

Režimy ovládání propeleru:

- místní
- dálkový
 - ručně
 - automaticky

Místní režim se volí z místa u propeleru. Propeler má oproti pásovým dopravníkům skříňku místního ovládání.

Ruční režim se volí tlačítkem z ovládací lišty propeleru. V tomto režimu je možno spustit propeler pomocí tlačítka *Start ručně* a zastavit pomocí tlačítka *Stop ručně*.

Automatický režim se volí tlačítkem z ovládací lišty propeleru. V tomto režimu je propeler spouštěn automaticky s automatickým najížděním dopravníků (T8A,B).

Vedle ovládacích tlačítek je umístěno tlačítko pro kvitaci poruch a dva zobrazovače, které informují o aktuálním stavu a režimu propeleru.

Záložka propeler obr. 56:

Poruchová hlášení

- Zařízení bez poruchy
- Vypnuto ovládací napětí
- Přepněte režim vozu na RUČNĚ
- Chyba komunikace s nadřazeným systémem
- Tepelná ochrana motoru MD1 propeleru
- Tepelná ochrana motoru MD2 pojezdu
- Tepelná ochrana motoru M3 - ventilátoru
- Frekvenční měnič GS1 hlásí poruchu
- Frekvenční měnič GS2 hlásí poruchu
- Havarijní spínač pojezdu CG112 (vlevo)
- Havarijní spínač pojezdu CG112 (vpravo)
- Vykolejení vozu - snimač CG114
- Spára vlevo není otevřena - CG118
- Spára vpravo není otevřena - CG119
- Výpadek ochrany motoru propeleru MD1
- Výpadek ochrany motoru pojezdu MD2
- Výpadek ochrany motoru MD3 - ventilátoru
- Výpadek ochrany měniče pojezdu
- Příliš vysoké napnutí energořetězu
- Vůz prokluzuje
- Propeler není spuštěn
- Dopravník pod vozem je zastaven
- Chyba v nastavení (z nadřazeného systému)
- Chyba v nastavení (servisní menu)
- Chyba v nastavení (menu nastavení)
- Vůz zastaven z důvodu zastavení dopravníku
- Porucha
- Havarijní spínač
- Vykolejení
- Porucha energořetězu

od značky č. do značky č. Požadovaný výkon %

Vyšší rychlost bez paliva Chod vyhrnování Ovládací napětí zapnuto

Přípraven-dálkový režim

Ovládání Potlačení Podmínky rozběhu **Propeler**

Obr. 56 Záložka propeler

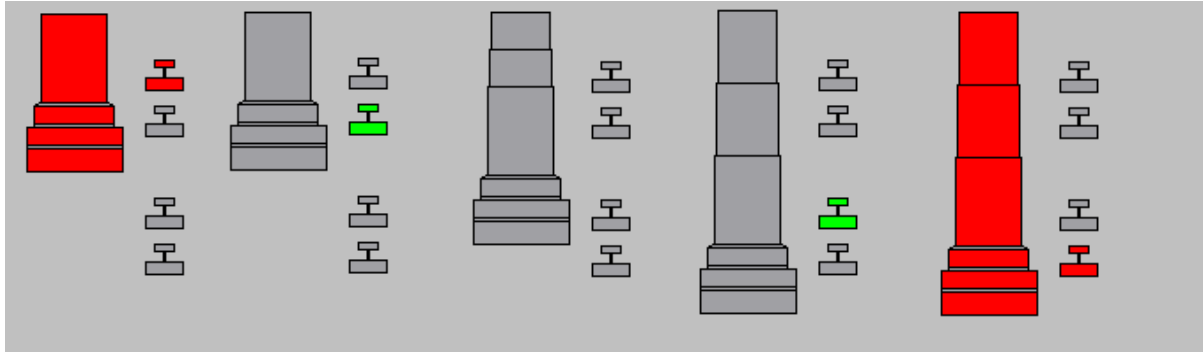
Na této záložce je zobrazen seznam stavů a poruch propeleru přenášených po komunikaci ControlNet s řídicím systémem propeleru (řídicí systém FlexLogix).

Operátor může na této záložce zadat:

- čísla značek, mezi kterými má propeler jezdit
- požadovaný výkon propeleru
- zda má propeler přejíždět vyšší rychlostí na místech bez paliva

6.6 Svodka

Pro zobrazení svodky je použit následující symbol obr. 57:

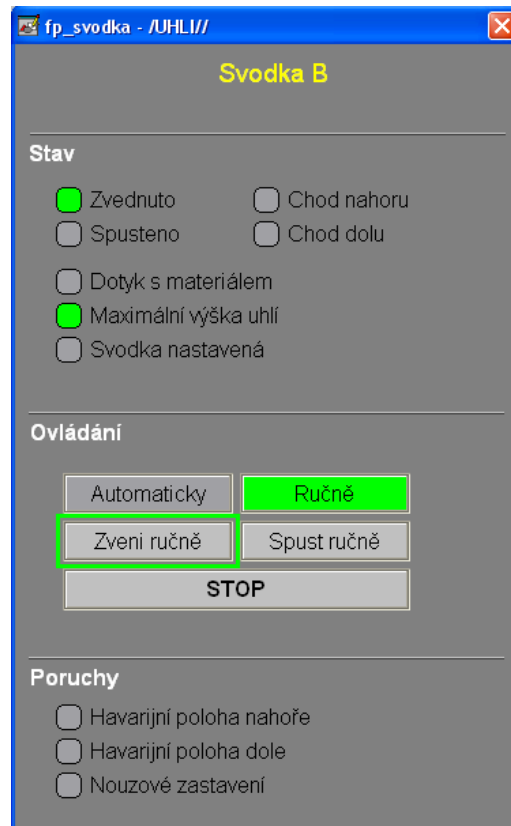


Obr. 57 Symbol svodky na skládku paliva

Význam poloh a barev:

- červená barva svodky a značka horní maximální polohy značí, že svodka je v horní havarijní poloze
- šedá barva svodky a značka horní pracovní polohy značí, že svodka je v horní pracovní poloze
- šedá barva svodky a žádná značka polohy nesvítí, znamená, že svodka je v mezipoloze (= není signalizace žádné polohy)
- šedá barva svodky a značka dolní pracovní polohy značí, že svodka je v dolní pracovní poloze
- červená barva svodky a značka dolní maximální polohy značí, že svodka je v dolní havarijní poloze

Po kliknutí na symbol svodky se objeví okno s detailními informacemi obr. 58:



Obr. 58 Detailní obrazovka svodky B

Stavy:

- zvednuto, horní poloha
- spuštěno, dolní poloha
- chod nahoru
- chod dolu
- dotyk s materiálem
- maximální výška uhlí
- svodka nastavena

Ovládání:

V automatickém režimu je svodka ovládána automaticky s trasou na základě předvoleb svodky.

V ručním režimu je možno svodku ovládat ručně tlačítky z této obrazovky.

STOP tlačítko slouží k zastavení chodu svodky v ručním režimu.

Poruchy:

- horní havarijní poloha
- dolní havarijní poloha
- nouzové zastavení

Na záložce Nastavení je možno přednastavit práce se svodkami obr. 59.



Obr. 59 Záložka nastavení svodek

Tlačítkem *Přejezd na následující svodku* lze přepínat mezi dvěma režimy:

- „AUT – Od hladin“ – Po dosažení maximální hladiny uhlí pod svodkou, nebo po stisku tlačítka *Přejed' na následující svodku*, je automaticky spuštěna a zauhlována následující předvolená svodka.
- „RUC – Tlačítkem“ – Pod každou neblokovanou svodkou je zobrazeno tlačítko *Zauhluj*. Operátor si stiskem tohoto tlačítka spustí zauhlování příslušnou svodkou.

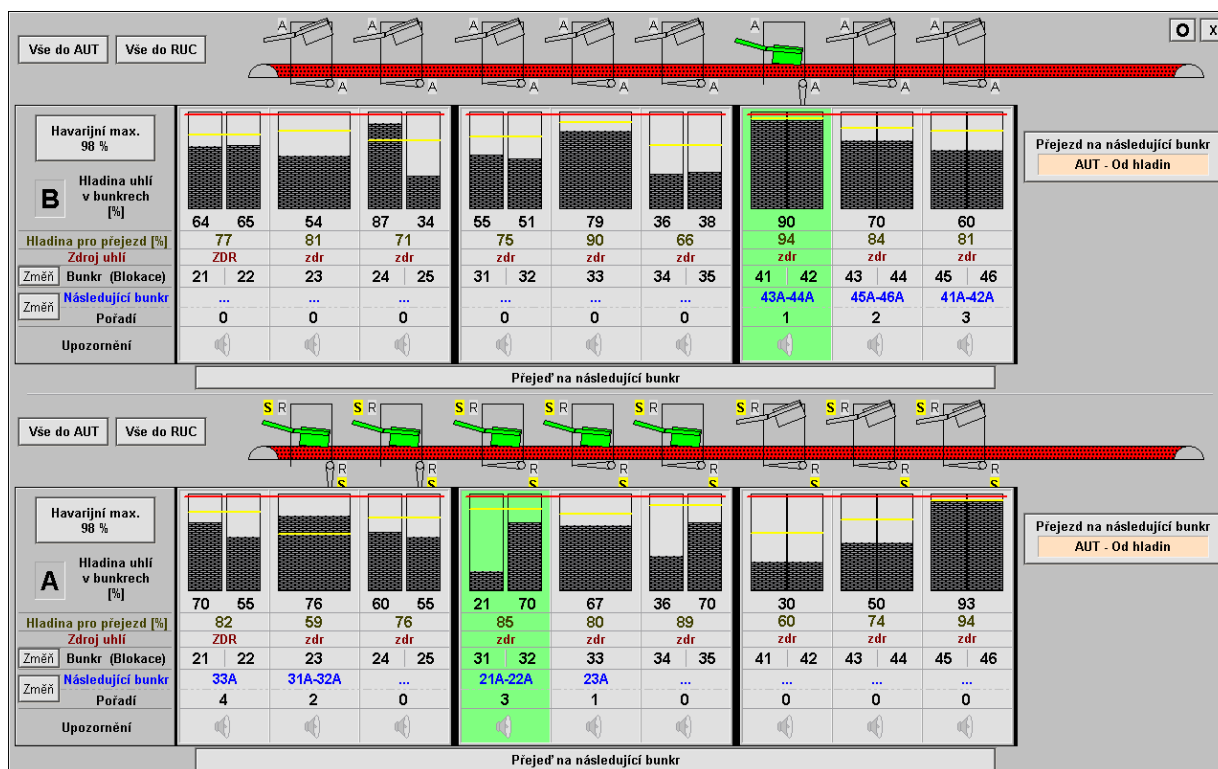
Tlačítkem *Změň* v řádku „Svodka (Blokace)“ lze zobrazit (skrýt) tlačítka pro zablokování jednotlivých svodek. Blokace svodky je signalizována červeným podbarvením názvu svodky.

Tlačítkem *Změň* v řádku „Pořadí“ lze zobrazit (skrýt) tlačítka pro předvolbu pořadí spuštění svodek v automatickém režimu. Po stisku tlačítka je příslušná svodka zařazena (vyřazena) do (z) pořadí a zároveň je zobrazen název svodky následující v pořadí.

Kliknutím na ikonu reproduktoru v řádku „Upozornění“ lze volit mezi režimy signalizace maximální hladiny, signalizace doběhu a žádná signalizace.

6.7 Bunkry

Na obrazovce bunkrů lze nastavit parametry zauhlování bunkrů obr. 60. Horní polovina obrazovky je určená pro bunkry pod dopravníkem T7B, dolní polovina obrazovky pro bunkry pod dopravníkem T7A.



Obr. 60 Obrazovka bunkrů vnitřního zauhlování

Tlačítkem *Vše do AUT* dojde k přepnutí všech pluhů a klapek dopravníku T7 (A,B) do automatického režimu.

Tlačítkem *Vše do RUC* dojde k přepnutí všech pluhů a klapek pásu do ručního režimu.

Tlačítkem „Přejezd na následující bunkr“ lze přepínat mezi dvěma režimy:

- „AUT – Od hladin“ – Po dosažení hladiny pro přejezd, nebo po stisku tlačítka *Přejezd na následující bunkr*, je automaticky zauhlován následující předvolený bunkr, tj. dojde k otevření klapky a spuštění pluhu nad následujícím bunkrem a po vyjetí paliva z dopravníku dojde ke zdvižení pluhu a uzavření klapky nad původním bunkrem.
- „RUC – Tlačítkem“ – Pod každým neblokovaným bunkrem je zobrazeno tlačítko *Zauhluj*. Operátor si stiskem tohoto tlačítka spustí zauhlování příslušného bunkru, tj. dojde k otevření klapky a spuštění pluhu nad zvoleným bunkrem a po vyjetí paliva z dopravníku dojde ke zdvižení pluhu a uzavření klapky.

Tlačítkem *Havarijní max.* lze zobrazit (skrýt) tlačítko pro potlačení havarijního maxima a potenciometr pro nastavení havarijního maxima. Havarijní maximum je společné pro všechny bunkry pod příslušným pasem.

Hladiny pro přejezd lze nastavit pro každý bunkr (dvojici bunkrů) přímo uchopením a posunutím žluté rysky. Nastavená hodnota je číselně zobrazena v řádku „Hladina pro přejezd“.

Tlačítkem *Změň* v řádku „Bunkr (Blokace)“ lze zobrazit (skrýt) tlačítka pro zablokování jednotlivých bunkrů. Blokace bunkru je signalizována červeným podbarvením názvu (čísla) bunkru a sloupcem uhlí v bunkru.

Tlačítkem *Změň* v řádku „Pořadí“ lze zobrazit (skrýt) tlačítka pro předvolbu pořadí zauhlování bunkrů v automatickém režimu. Po stisku tlačítka je příslušný bunkr zařazen (vyřazen) do (z) pořadí a zároveň je zobrazen název (číslo) bunkru následujícího v pořadí.

Kliknutím na ikonu reproduktoru v řádku „Upozornění“ lze volit mezi režimy signalizace maximální hladiny, signalizace doběhu a žádná signalizace.

6.8 Alarmy

Na horní liště levé obrazovky je umístěn řádek s informacemi o posledním nepotvrzeném alarmu a celkových počtech aktivních a nepotvrzených alarmech. Po kliknutí na tento řádek se zobrazí okno se všemi aktivními a nepotvrzenými alarmy obr. 61.

Datum	Čas	Popis poruchy	Priorita	Hodnota proměnné	Datum kvitace	Čas kvitace	Operátor
27.2.2009	12:45:37	T5A Motor - trip KKS:0U1EAC05AF101_M01		0			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:15:39	T13B Havarijní odstavení lanko nebo hříbek:0U2EAC13CH111	1	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:15:39	T13B Motor - Havarie KKS:0U2EAC13AF101_M01	1	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:35	T3A Gravitační napínání porucha signalizace havarie KKS:0U1EAC03CG127	1	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:35	T3A Gravitační napínání porucha signalizace vystraha KKS:0U1EAC03CG12	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T13A Gravitační napínání porucha signalizace havarie KKS:0U1EAC13CG12	1	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T4A Gravitační napínání porucha signalizace havarie KKS:0U1EAC04CG127	1	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T5A Gravitační napínání porucha signalizace havarie KKS:0U1EAC05CG127	1	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T8A Gravitační napínání porucha signalizace havarie KKS:0U1EAC08CG127	1	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T13B Gravitační napínání porucha signalizace havarie KKS:0U2EAC13CG12	1	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T4B Gravitační napínání porucha signalizace havarie KKS:0U2EAC04CG127	1	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T8B Gravitační napínání porucha signalizace havarie KKS:0U2EAC08CG127	1	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T10A Brzda - porucha signalizace odbrzdění KKS:0U1EAC10AF101_MB01	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T13A Gravitační napínání porucha signalizace vystraha KKS:0U1EAC13CG1	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T13A Vybocení výstraha 1. pravý porucha signalizace KKS:0U1EAC13CG10	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T13A Vybocení výstraha 2. levý porucha signalizace KKS:0U1EAC13CG107	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T4A Gravitační napínání vystraha KKS:0U1EAC04CG121	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T4A Gravitační napínání porucha signalizace vystraha KKS:0U1EAC04CG12	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T4A Vybocení výstraha 1. pravý porucha signalizace KKS:0U1EAC04CG104	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T4A Vybocení výstraha 2. levý porucha signalizace KKS:0U1EAC04CG107	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T5A Gravitační napínání vystraha KKS:0U1EAC05CG121	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T5A Gravitační napínání porucha signalizace vystraha KKS:0U1EAC05CG12	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T5A Vybocení výstraha 1. pravý porucha signalizace KKS:0U1EAC05CG104	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T5A Vybocení výstraha 2. levý porucha signalizace KKS:0U1EAC05CG107	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T8A Gravitační napínání vystraha KKS:0U1EAC08CG121	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T8A Gravitační napínání porucha signalizace vystraha KKS:0U1EAC08CG12	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T8A Vybocení výstraha 1. pravý porucha signalizace KKS:0U1EAC08CG104	2	1	27.2.2009	12:45:32	OWS33YOSW33
27.2.2009	12:04:33	T8A Vybocení výstraha 2. levý porucha signalizace KKS:0U1EAC08CG107	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T13B Gravitační napínání porucha signalizace vystraha KKS:0U2EAC13CG1	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T13B Vybocení výstraha 1. pravý porucha signalizace KKS:0U2EAC13CG10	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T13B Vybocení výstraha 2. levý porucha signalizace KKS:0U2EAC13CG107	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T4B Gravitační napínání vystraha KKS:0U2EAC04CG121	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T4B Gravitační napínání porucha signalizace vystraha KKS:0U2EAC04CG12	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T4B Vybocení výstraha 1. pravý porucha signalizace KKS:0U2EAC04CG104	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T4B Vybocení výstraha 2. levý porucha signalizace KKS:0U2EAC04CG107	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T8B Gravitační napínání vystraha KKS:0U2EAC08CG121	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T8B Gravitační napínání porucha signalizace vystraha KKS:0U2EAC08CG12	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T8B Vybocení výstraha 1. pravý porucha signalizace KKS:0U2EAC08CG104	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:33	T8B Vybocení výstraha 2. levý porucha signalizace KKS:0U2EAC08CG107	2	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:31	T13A Havarijní odstavení lanko nebo hříbek:0U1EAC13CH111	1	1			NT AUTHORITY\$S
27.2.2009	12:04:31	T13A Motor - Havarie KKS:0U1EAC13AF101_M01	1	1			NT AUTHORITY\$S

Statistika: Počet alarmů celkem: 214 Počet nepotvrzených alarmů: 170

Obr. 61 Obrazovka aktivních a nepotvrzených alarmů

V tomto okně se zobrazují alarmy s třemi prioritami:

Priorita 1 (alarmy s nejvyšší důležitostí, havárie):

- nepotvrzený, stále aktivní alarm je značen červenou barvou
- potvrzený, stále aktivní alarm je značen fialovou barvou
- nepotvrzený, aktivní alarm je značen modrou barvou

Priorita 2 (alarmy s nižší důležitostí, výstraha)

- nepotvrzený, stále aktivní alarm je značen žlutou barvou
- potvrzený, stále aktivní alarm je značen fialovou barvou
- nepotvrzený, aktivní alarm je značen modrou barvou

Priorita 4 (informace, potlačování signálů):

- potlačený signál je značen bílou barvou

Ve spodní části jsou tlačítka pro kvitování právě vybraného alarmu, kvitování všech alarmů na aktuální stránce a kvitování všech alarmů v celém listu. Tlačítkem *Identifikace* se vyvolá obrazovka, na které je umístěn poruchový signál. Tlačítka *Třídění* a *Filtrace* lze alarm list třídit a filtrovat podle různých hledisek, kterými jsou např. priorita nebo čas.

7 Zhodnocení dosažených výsledků

Tato diplomová práce měla za úkol návrh a realizaci řídicího systému pro rekonstrukci neblokovaného zařízení technologie zauhlování elektrárny Ledvice, včetně návrhu a realizace řídicí aplikace a vizualizační aplikace pro monitorovací a ovládací pracoviště. Popisovaná zařízení byla provozována ve zkušebním provozu od března 2009, bez posledního dopravníku T7B nad bunkry. Od konce května 2009 byla provozována celá technologie zauhlování již v plném provozu. Technologie zauhlování je součástí většího celku neblokovaných zařízení, jehož účelem je zauhlování Elektrárny Ledvice. Popisovaná technologie plní funkci dodávky paliva z Úpravny Uhlí Ledvice a byla realizována v I. a II. etapě rekonstrukce technologie zauhlování ELE. Další etapa se bude realizovat cca v roce 2011 při výstavbě nového energetického zdroje o výkonu 660MWe. V rámci další etapy bude nutná úprava zde řešeného řídicího programu a to z důvodu vzájemné komunikace a návaznosti na novou část technologie.

Při oživování a testování správné funkce systému byl hlavní problém neustále se měnící zadání pro funkci řídicího systému. Toto zadání se měnilo z důvodu optimalizace provozu technologie. Úpravy programu se prováděly již na částečně funkční technologii.

Hlavním cílem této práce bylo navrhnout a vytvořit řídicí a vizualizační aplikaci technologie zauhlování. Všechny tyto požadavky byly splněny. Vytvořená řídicí aplikace umožňuje bezpečně tuto technologii řídit a monitorovat. Vizualizační aplikace umožňuje automatické řízení dopravních cest, anebo ruční řízení dopravních cest podle toho jak to vyhovuje operátorům.

Ze zkušeností z jiných elektráren se mi líbí strojní koncepce přejíždění dopravních cest řešené pluky oproti pojezdovým dopravníkům. Na druhou stranu se mi nelíbí, že jednotlivá zařízení nemají skříňky místního ovládání, například pro zkoušky po natažení nové gurty u dopravníku. Dále bych doporučoval instalovat měření hladiny, které by bylo radioizotopového typu a ne jak bylo zde nakonec provedeno ultrazvukovými snímači.

Použitá literatura

- [1] PAVEL, Zdeněk. Konstrukce zauhlování nového zdroje Elektrárny Ledvice. *Konstrukce – odborný časopis pro stavebnictví a strojírenství* [online]. 4/2009, červenec-srpen [cit. 2009-01-11]. Dostupný z WWW: <<http://www.konstrukce.cz/clanek/konstrukce-zauhlovani-noveho-zdroje-elektarny-ledvice/>>. ISSN 1803-8433
- [2] Manuál Rockwell Automation : *Průvodce výběrem sítí NetLinx*, 9/2003, NETS-SG001A-EN-P
- [3] Manuál ABB : *MNS iS Motor Control Center*, 4/2006, 11TTGGCC991100000011BB0022003
- [4] [Http://www.ab.com/](http://www.ab.com/) [online]. c2008 [cit. 2010-01-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/104830/2746667/tab2.html>>.
- [5] [Http://www.controltech.cz/](http://www.controltech.cz/) [online]. c2010 [cit. 2010-01-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.controltech.cz/products/controllogix.php?pid=2>>.
- [6] <http://www.sa1960.cz/> [online]. c2010 [cit. 2010-01-12]. Dostupný z WWW: <http://www.sa1960.cz/index_cojeto.htm>.
- [7] Manuál Rockwell Automation : *RSLinx, Technical Data*, 2002, LINX-TD001C-EN-P
- [8] <http://samplecode.rockwellautomation.com/> [online]. c2010 [cit. 2010-04-13]. Dostupný z WWW:
http://samplecode.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/ftalk-pp013_-cs-p.pdf.

Seznam příloh

Příloha I – Technická specifikace procesorů ControlLogix

Příloha II – Komunikované signály z vyhrnovacím vozem přes ControlNet

Příloha III – Komunikační návaznosti na ÚUL

Příloha IV – Test obsluhy zauhlování

Příloha V - Obsah a struktura CD

Příloha I – Technická specifikace procesorů ControlLogix

Katalogové číslo	Paměť	Zálohovaná paměť	Proud na zadní sběrnici (mA) při 5V	Proud na zadní sběrnici (mA) při 24V
1756-L55M22	750 kB	750 kB	1230 mA	14 mA
1756-L55M23	1,5 MB	1,5 MB	1230 mA	14 mA
1756-L55M24	3,5 MB	3,5 MB	1250 mA	14 mA
1756-L61	2 MB	64 MB CompactFlash	1200 mA	14 mA
1756-L62	4 MB	64 MB CompactFlash	1200 mA	1200 mA
1756-L63	8 MB	64 MB CompactFlash	1200 mA	14 mA
1756-L60M03SE	750 kB	64 MB CompactFlash	1960 mA	6 mA

Příloha II – Komunikované signály s vyhrnovacím vozem přes ControlNet

Zapisováno z nadřazeného systému do PLC vyhrnovacího vozu:

Dopravník pod vyhrnovacím vozem je v chodu <i>(signalizace o tom, že je dopravník pod vyhrnovacím vozem v chodu)</i>	BOOL (1 = ANO / 0 = NE)
Dálkové spuštění vyhrnovacího vozu <i>(povel k dálkovému spuštění vyhrnovacího vozu)</i>	BOOL (1 = START / 0 = STOP)
Počáteční pozice pracovního prostoru – číslo terče <i>(číslo terče (budou na dráze po jednom metru), od kterého se má začít vyhrnovat)</i>	INT (0 až 100)
Koncová pozice pracovního prostoru – číslo terče <i>(číslo terče (budou na dráze po jednom metru), po který se má vyhrnovat)</i>	INT (0 až 100)
Požadovaný výkon vyhrnovacího vozu v % <i>(na základě údajů z vážení budete zvyšovat / snižovat výkon vozu v %)</i>	FLOAT (0.0 až 100.0 %)
Přejíždět vyšší rychlostí prostor bez materiálu <i>(v případě, že bude v zásobníku prostor bez materiálu, bude vůz tento prostor přejíždět vyšší rychlostí)</i>	BOOL (1 = ANO / 0 = NE)
Kontrola komunikace - změna hodnoty o +1 po vteřině <i>(bylo by možno pro kontrolu komunikace udělat ve vašem ŘS proměnnou, která se bude po 1 vteřině měnit o +1 v rozmezí 0 -100, až dojde do 100, začne zase od nuly)</i>	INT (0 až 100)

Z PLC vyhrnovacího vozu zapisováno do nadřazeného systému:

Poruchy:

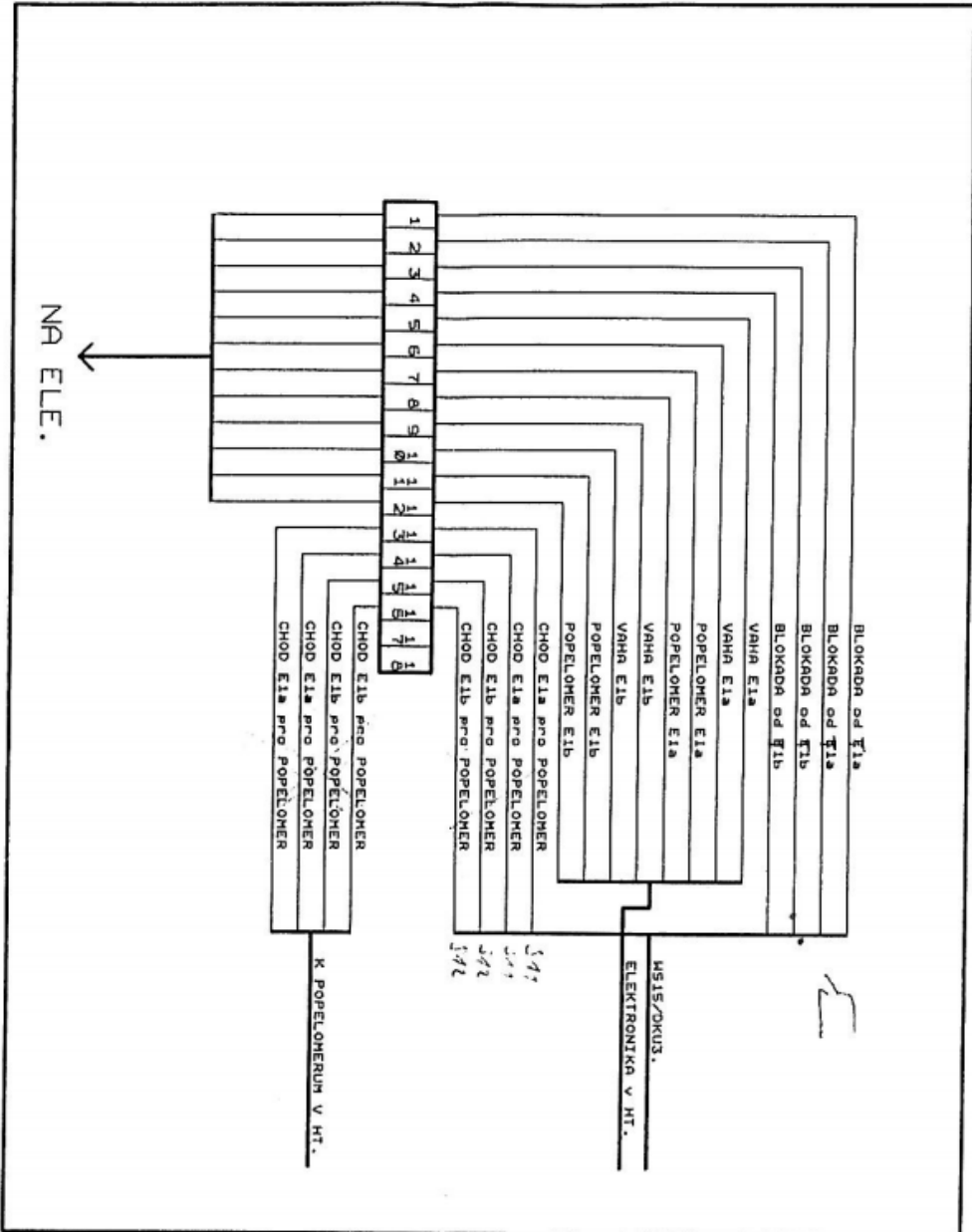
Obecná porucha vyhrnovacího vozu	BOOL (1 = porucha / 0 = OK)
Zareagoval snímač vykolejení	BOOL (1 = porucha / 0 = OK)
Zareagoval havarijní koncový spínač pojezdu vozu	BOOL (1 = porucha / 0 = OK)
Zareagoval snímač napnutí energořetězu	BOOL (1 = porucha / 0 = OK)

Provozní stavy :

Zapnuto ovládací napětí	BOOL (1 = ANO / 0 = NE)
Vyhrnovací vůz připraven k dálkovému řízení	BOOL (1 = ANO / 0 = NE)
Vyhrnovací vůz je v chodu = pracuje	BOOL (1 = ANO / 0 = NE)
Zvolený režim provozu	INT (0 =ručně místně / 1 =auto místně / 2 =dálkově)
Aktuální pozice vozu na dráze – číslo terče	INT (0 – 100)
Aktuální rychlost pojezdu vozu	FLOAT (0 – 20.0 metrů / min)
Aktuální otáčky propeleru	FLOAT (0 – 20.0 otáček / min)
Aktuální – vypočtený, <u>ne měřený výkon vozu</u>	FLOAT (0 – 1000.0 tun / hod)

Příloha III – Komunikační návaznosti na ÚUL

KOMUNIKACNI SKRIN UUL-ELE.

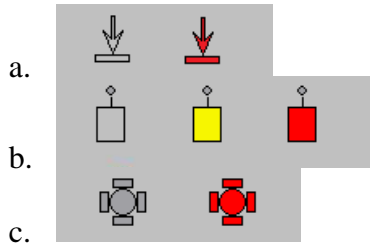


Pozn. Prívodní kabel z DKUS je 19ti žilový.


Příloha IV – Test obsluhy zauhlování

Zkušební test operátorů zauhlování

1) Pro signalizaci polohy gravitačního napínání pásu je použit následující symbol.



- 2) V případě, že je zablokováno ovládání pluhu tlačítkem BLOKACE, lze tento pluh ovládat?
- Pouze v servisním režimu
 - Pluh je ovládán automaticky, ruční a servisní ovládání je blokováno.
 - Nikdy
- 3) Do přehledové obrazovky technologie se dostanete stiskem tlačítka?
- Hlavní obrazovka
 - Hasící zařízení
 - Odprášení
- 4) Poruchu signalizace stavu detekce uhlí znázorňuje?
- Zelená barva snímače.
 - Červená barva snímače.
 - Červený vykřičník po levé straně zobrazeného snímače.
- 5) Rozjezdu pohonu dopravníku T7A v ručním nebo automatickém režimu, brání?
- Nepotlačená aktivní porucha signalizace detekce přítomnosti uhlí.
 - Není nastavena ani jedna svodka.
 - Nepotlačené aktivní zahlcení přesypu.
- 6) V případě poruchy zapnutí akustické signalizace.
- Havarijně odstaví dopravník.
 - Dopravník nelze rozjet v automatickém a ručním režimu.
 - Akustická signalizace nevýstrahuje, ale na chod dopravníku to nemá vliv.
- 7) V případě, že na hydraulickém agregátu jsou namontovány 2 pohonné jednotky, nastavuje se žádaná doba chodu jednotlivých čerpadel:
- V detailní obrazovce klapky nebo pluhu, které agregát pohání.
 - V detailní obrazovce agregátu.
 - Na obrazovce motohodin.

- 8) Podmínkou pro uvolnění chodu pluhu dolu (na pas) je.
- Nepřítomnost uhlí na pase
 - Přítomnost uhlí na pase
 - Jedoucí pas nebo stojící pas bez přítomnosti uhlí.
- 9) Je-li vyhrnovací vůz v automatickém režimu, nastartuje se když:
- Dopravník pod VV je v chodu.
 - Dopravník pod VV je v chodu a byl startován automaticky v trase.
 - Dopravník pod VV je v chodu a v bunkrech nad bloky je nedostatek uhlí.
- 10) Pro ovládání technologie je nutné:
- Přihlášení operátora
 - Přítomnost směnového inženýra
 - Přítomnost obsluhy buldozeru na skládce uhlí.
- 11) Signalizace přeplnění dopravníku uhlím, pro které je použit následující symbol, se nachází u dopravníků:
- T11
 - Spirálové dopravníky SD1,SD2
 - T6A, T6B
- 
- 12) První stupeň vybočení (varování), je značeno barvou:
- červenou
 - žlutou
 - zelenou
- 13) Co způsobí stisk tlačítka EMERGENCY STOP u dopravníkového pásu:
- Havarijně zastaví dopravník
 - Vyvolá dialogové okno pro havarijní zastavení dopravníku
 - Zastaví dopravník s vyjetím paliva
- 14) Pro start dopravníku v ručním režimu, musí být splněny podmínky
- Připraven pro chod
 - Připravena cesta
 - Připraven pro chod a připravena cesta
- 15) V jaké záložce na obrazovce dopravníku lze zjistit důvod nepřipravenosti pro chod:
- Ovládání
 - Potlačení
 - Podmínky rozběhu
- 16) V případě havarijního odstavení dopravníku prostřednictvím havarijního tlačítka nebo lanka dojde k uvolnění pásu pro chod:
- Po kvitaci poruch na obrazovce dopravníku
 - Po odjištění havarijního tlačítka a kvitaci poruch na obrazovce dopravníku
 - Po odjištění havarijního tlačítka

- 17) Kdy se přepne ovládání hydraulického agregátu do místního režimu:
- Po přepnutí klíčku žádosti o místní ovládání na skřínce místního ovládání
 - Po stisknutí tlačítka **POTVRĎ MÍSTNÍ OVLÁDÁNÍ** na obrazovce agregátu
 - Po přepnutí klíčku žádosti o místní ovládání na skřínce místního ovládání a stisknutí tlačítka **POTVRĎ MÍSTNÍ OVLÁDÁNÍ** na obrazovce agregátu

- 18) Co znamená symbol žluté ruky v levém horním rohu motoru:

- Dopravník je v ručním režimu
- Dopravník je odstaven
- Dopravník má havarijní poruchu



- 19) Co znamená symbol červeného T na žlutém pozadí v pravém dolním rohu brzdy:

- Brzda je v ručním režimu
- Brzda je odstavena
- Brzda je v testovacím režimu



- 20) Ovládání jednotlivých součástí dopravníků (motor, brzda, akustická a optická signalizace) lze:

- Z deblokační skříňky dopravníku
- Z rozvaděče MaR
- V servisním režimu z operátorské stanice

- 21) Spuštění nebo přejezd dopravníků v automatickém chodu trasy se provádí:

- Tlačítkem **START** v ovládání automatického chodu trasy
- Tlačítkem **STOP** v ovládání automatického chodu trasy
- Tlačítkem **Pásy do AUT** v ovládání automatického chodu trasy



- 22) Tlačítko **RESET** v ovládání automatického chodu trasy provede:

- Zastaví všechny dopravníky v automatickém režimu
- Dopravníky zařazené v rozeběhnuté automatické trase přepne do ručního režimu a ukončí běh automatické trasy
- Dopravníky zařazené v rozeběhnuté automatické trase zastaví s vyjetím paliva a ukončí běh automatické trasy

- 23) Stavové hlášení „Nepovolen do další trasy“ u předvolby dopravníků požadovaných v automatickém chodu trasy znamená:

- Vybraný dopravník je v poruše nebo nemá připravenou cestu
- Vybraný dopravník má navolený požadavek do více automatických tras
- Vybraný dopravník je v ručním režimu



- 24) Jaký je stanovený dopravní výkon pro dopravníky T1A a T1B?

- 300 t/h
- 750 t/h
- 150 t/h

- 25) Která porucha vzorkovače na dopravníku T2A a T2B odstavuje tyto dopravníky?
- Porucha linky jemného mletí (LJM)
 - Porucha odběru
 - Automatický chod
- 26) Jaký je stanovený dopravní výkon pro dopravníky T6A a T6B?
- 300 t/h
 - 750 t/h
 - 150 t/h
- 27) Při jaké poruše separátoru dojde k odstavení dopravníku u něhož je namontován?
- Při sumární poruše magnetu, jiná porucha nemá na odstavení dopravníku vliv
 - Při poruše vybočení, nebo sumární poruše pásu
 - Při sumární poruše magnetu, sumární poruše pásu, vybočení, nebo poruše separátoru.
- 28) Podmínky pro rozběh dopravníku T11 jsou:
- Svolení buldozeristy, že je skládka uvolněna a dopravník nemá havarijní poruchu
 - Nastavení teleskopické svodky a dopravník nemá havarijní poruchu
 - Nastavení teleskopické svodky a svolení buldozeristy, že je skládka uvolněna
- 29) Rozdělovacími klapkami mezi dopravníky T13A,B a T6A,B lze volit následující dopravní kombinace:
- T13A → T6A
T13A → T6B
T13B → T6A
T13B → T6B
T13A → T6A + T13B → T6A
T13A → T6B + T13B → T6B
 - T13A → T6A
T13B → T6B
T13A → T6A + T13B → T6A
T13A → T6B + T13B → T6B
 - T13A → T6A
T13A → T6B
T13B → T6A
T13B → T6B
T13A → T6A + T13A → T6B
T13B → T6A + T13B → T6B
- 30) Zajištění dopravníku se provádí:
- Povelem EMERGENCY STOP z vizualizace a následným stiskem Blokace dopravníku
 - Elektrickým zajištěním v rozvodně ABB, kdykoliv je potřeba
 - Pokud je dopravník v klidu stiskem Blokace dopravníku a elektrickým zajištěním v rozvodně ABB

Správné odpovědi:

- Otázka 1 – b
- Otázka 2 – c
- Otázka 3 – a
- Otázka 4 – c
- Otázka 5 – c
- Otázka 6 – c
- Otázka 7 – b
- Otázka 8 – c
- Otázka 9 – b
- Otázka 10 – a
- Otázka 11 – c
- Otázka 12 – b
- Otázka 13 – b
- Otázka 14 – c
- Otázka 15 – c
- Otázka 16 – b
- Otázka 17 – c
- Otázka 18 – a
- Otázka 19 – c
- Otázka 20 – c
- Otázka 21 – a
- Otázka 22 – b
- Otázka 23 – b
- Otázka 24 – b
- Otázka 25 – b
- Otázka 26 – a
- Otázka 27 – c
- Otázka 28 – b
- Otázka 29 – a
- Otázka 30 – c

Příloha V - Obsah a struktura CD

1. Diplomová práce
2. SW řídicího automatu ControlLogix L63
3. Vizualizační aplikace FTView
4. Obrazovky vizualizační aplikace (ve formátu *.png)
5. Ostatní (manuály a dokumentace)