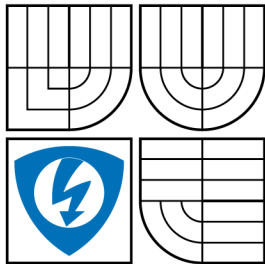


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND
COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

AUTOMATIZOVANÉ ROBOTICKÉ PRACOVNÍSTĚ PRO
UKLÁDÁNÍ EKOBRIKET NA PALETY
AUTOMATIC ROBOT MANIPULATION STATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PAVEL BUKOVSKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Doc. Ing. ZDENĚK BRADÁČ, Ph.D.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Automatizační a měřicí technika

Student: Pavel Bukovský

ID: 125380

Ročník: 3

Akademický rok: 2012/2013

NÁZEV TÉMATU:

Automatizované robotizované pracoviště pro ukládání ekobriket na palety

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Navrhněte a realizujte řízení paletizačního pracoviště pro ukládání dřevěných briket ve folii na paletu pomocí robota. Robotizované paletovací pracoviště bude připojeno ke stávajícímu skupinovému balicímu stroji do folie resp. navazuje na jeho gravitační výstupní dopravník. A poté budou jednotlivě skládány na paletu dle zadaného balíčního schématu. Balíky budou skládány na paletu ve vodorovné poloze, ale zvláštností je nutnost uložení balíku i ve svislé poloze.

Pracoviště musí být plně automatické s tím, že obsluha zařízení spočívá pouze v dozoru nad správným chodem a případně řešení nestandardních provozních situací. V případě nouze nebo z hlediska potřeb údržby a opravy je požadována možnost přejít do systému ruční obsluhy.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Zezulka, F.: Prostředky průmyslové automatizace. VUTIUM, Brno 2004.

Dle pokynů vedoucího práce.

Termín zadání: 11.2.2013

Termín odevzdání: 27.5.2013

Vedoucí práce: doc. Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D.

Konzultanti bakalářské práce:

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Teoretická část bakalářské práce se zabývá návrhem uspořádání robotizovaného automatizovaného pracoviště pro skládání balíků ekobriket na paletu; dále výpočtem spotřeby pracoviště, náklady na realizaci a návratnosti investice. V praktické části bakalářské práce je následně řešen výpočet velikosti průměru přívodního kabelu a jeho jištění, elektro dokumentace, komunikace mezi jednotlivými prvky pracoviště, program pro ovládání motorů, ventilů a snímačů a jejich použití při tvorbě CFC programů. Dále se práce zaměří na návrh faceplate pro ovládání motorů, ventilů a snímačů pomocí ovládacího panelu a návrh ovládání pomocí něj.

KLÍČOVÁ SLOVA

paletizace, zautomatizování procesu, řízení PLC

ABSTRACT

The theoretical part of the thesis deals with the design of a robotic automated workstation for composing eco-briquettes packages on pallets; further the calculations of consumption workplace, implementation costs, and return on investment. In the practical part of the thesis the calculations of the diameter of the cable and fuse, electronic documentation, communication between the different elements of the workplace program for controlling motors, valves and sensors and their use in developing CFC programs is then solved. Further the work will focus on faceplate design to control the motors, valves and sensors using the control panel and draft control with it.

KEYWORDS

paletization, process automation, PLC control

BUKOVSKÝ, Pavel *AUTOMATIZOVANÉ ROBOTICKÉ PRACOVIŠTĚ PRO UKLÁDÁNÍ EKOBRIKET NA PALETY*: bakalářská práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav automatizace, 2013. 72 s. Vedoucí práce byl Doc. Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „AUTOMATIZOVANÉ ROBOTICKÉ PRACOVÍŠTĚ PRO UKLÁDÁNÍ EKOBRIKET NA PALETY“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno

.....

(podpis autora)

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu práce panu Doc. Ing. Zdeňku Bradáčovi, Ph.D. za cenné rady související s vedením práce. Poděkování patří také zadavateli projektu panu Ing. Miroslavu Chytilovi za odborné rady v průběhu realizace, za zaškolení, možnost použití firemních databází a za zapůjčení firemní výpočetní techniky. Dále děkuji rodině za trpělivost a také děkuji všem, kteří mi svými připomínkami pomohli při psaní této práce.

Brno

.....

(podpis autora)

OBSAH

Úvod	11
1 Co je to ekobriketa	12
1.1 Technologie pilin	12
1.2 Jak se vyrábí	12
2 Navrhované uspořádání pracoviště	13
2.1 Původní stav pracoviště	13
2.2 Popis původního stavu pracoviště	13
2.3 Návrh uspořádání automatizovaného robotizovaného pracoviště	14
2.3.1 Popis navrhovaného řešení	14
2.4 Detaily navrhovaného řešení	15
2.4.1 Zásobník palet s dopravníkem palet [poz.1 a poz.1.1]	15
2.4.2 Dopravník s přidržováním palet [poz.2]	17
2.4.3 Paletizační robot KUKA KP40A [poz.3]	19
2.4.3.1 Požadavky na robota:	19
2.4.3.2 Komunikace PLC s robotem	19
2.4.4 Automatická ovinovačka palet s otočným dopravníkem [poz.4]	20
2.4.4.1 Komunikace PLC s ovinovačkou	20
2.4.5 Odebírací dopravníky [poz.5 a poz.6]	21
2.4.6 Rozvaděč dopravy pro řízení dopravy palet [poz.7]	21
2.4.7 Dopravník balíků ekobriket s oddělovačem [poz.8+9]	22
2.4.8 Balicí stroj a dopravník balíků ekobriket [poz.10 a 11]	22
3 Návrh a jištění přívodního kabelu	24
3.1 Program Sichr	24
3.2 Režimy práce programu Sichr	24
3.2.1 Výpočet jištění kabelu v programu Sichr	24
3.3 Výchozí stav pracoviště	25
3.4 Napájecí kabel pracoviště	25
3.5 Jištění pult - rozvaděč	25
4 Elektro dokumentace	27
4.1 Seznam kabelů	27
4.2 Kusovník artiklů a souhrnný kusovník artiklů	27
4.2.1 Označení jednotlivých prvků v dokumentaci	27
4.2.2 Rozvaděč	28
4.2.3 Bezpečnostní prvky	30

4.3	Schéma zapojení pracoviště	30
4.4	Seznam vstupů, výstupů včetně hardwarových adres a symbolických adres	31
5	Náklady na realizaci	32
5.1	Návrh harmonogramu pro instalaci robotizovaného paletizovaného pracoviště	32
5.2	Výpočet ztráty při odstávce	32
5.3	Spotřeba navrhovaného řešení	32
5.4	Návratnost investice	33
6	Požadavky na PLC	34
7	Komunikace zařízení na lince	35
7.1	Profinet	35
7.2	Industrial Ethernet	35
7.3	Schéma zapojení PROFINETu	36
7.4	Hardwarová konfigurace Siemens 300	36
8	Popis programu PLC	38
8.1	CFC	38
8.1.1	Popis funkčního bloku motoru v FB620	38
8.1.2	Zobrazení funkčního bloku reverzního motoru v CFC FB621	39
8.1.3	Zobrazení funkčního bloku ventilu v CFC FB630	40
8.1.4	Zobrazení funkčního bloku snímače v CFC FB650	40
8.2	Vývojový diagram pro automatizované robotické pracoviště	41
8.3	Jednotlivá zařízení v Siemens CFC	41
8.3.1	Centrální řízení pracoviště – COMMON	41
8.3.1.1	CentralAutCtrl - centrální řídicí blok	41
8.3.1.2	PS_OK - CFC pro kontrolu tlakového vzduchu	42
8.3.1.3	AlarmsHupe1 - Blok pro signalizaci poruch	42
8.3.2	Zásobník MC1 s dopravníkem MC1_1	42
8.3.2.1	StorePal	43
8.3.2.2	Motor zdvihu, ventil drapáku a poloha zásobníku	43
8.3.2.3	ConvCtrl1_1 - blok ovládání dopravníku palet v zásobníku	43
8.3.2.4	Motor dopravy a snímač obsazenosti	44
8.3.3	Dopravník MC2 s funkcí přidržováním palet	44
8.3.3.1	ConvCtrl2- blok ovládání dopravníku 2	45
8.3.4	Odebírací dopravník palet MC5	45

8.3.4.1	Conv5Ctrl- blok ovládání dopravníku 5	46
8.3.5	Odebírací dopravník palet MC6	46
8.3.5.1	Conv6Ctrl- blok ovládání dopravníku 6	46
8.3.6	CFC dopravníku balíků ekobriket a oddělovače balíků MC8_1 a MC8_2	47
8.3.7	Robot KUKA	48
8.3.8	CFC pro ovládání ovinovačky a jejího dopravníku	49
9	Návrh programu pro operátorský panel a jeho ovládání	50
9.1	Program	50
9.1.1	Návrh úvodní obrazovky pro operátorský panel	50
9.1.2	Faceplate motoru	52
9.1.3	Faceplate reverzního motoru	53
9.1.4	Faceplate ventilu	54
9.1.5	Faceplate snímače	55
9.2	Ovládání linky	56
10	Závěr	57
	Literatura	58
	Seznam symbolů, veličin a zkratk	60
	Seznam příloh	61
A	Návrh automatizovaného robotizovaného pracoviště	62
B	Parametry automatické ovinovačky Atlanta Mytho	63
C	Výpočet spotřeby automatizovaného pracoviště	64
D	Harmonogram instalačních prací	65
E	Náklady na realizaci	66
F	Vývojový diagram programu ovládání pracoviště	68
G	Seznam vstupů PLC	69
H	Seznam výstupů PLC	71

SEZNAM OBRÁZKŮ

2.1	Původní stav pracoviště	13
2.2	Fotografie původního stavu pracoviště	13
2.3	Navrhovaný stav pracoviště (detail v příloze A)	14
2.4	Schéma dopravníku a zásobníku palet	16
2.5	Schéma dopravníku s přidržováním palet	17
2.6	Robot Kuka KP40A - značka	19
2.7	Schéma a foto automatické ovinovačky palet s otočným dopravníkem[4]	20
2.8	Schéma odebíracích dopravníků	21
2.9	Schematická značka rozvaděče dopravy	22
2.10	Schéma odebíracích dopravníků balíků	22
2.11	Schematická značka pro balicí stroj a dopravník balíků	23
3.1	Nákres řešení jištění v programu Sichr	26
4.1	Ovládací prvky rozvaděče	29
4.2	Horní část rozvaděče	29
4.3	Spodní část rozvaděče	30
7.1	Schéma zapojení sítě PROFINETu	36
7.2	HW konfigurace v prostředí Siemens	37
8.1	CFC motoru	39
8.2	CFC reverzního motoru	39
8.3	CFC ventilu	40
8.4	CFC centrálního řízení	42
8.5	CFC tlakového vzduchu	42
8.6	Blok signalizace poruch	43
8.7	CFC pro ovládání zásobníku palet	44
8.8	CFC dopravníku 1.1	44
8.9	CFC dopravníku 2	45
8.10	CFC odebíracího dopravníku 5	46
8.11	CFC odebíracího dopravníku 6	47
8.12	Blok pro ovládání oddělovače balíků a přední části dopravníku	47
8.13	Blok pro ovládání oddělovače balíků v zadní části dopravníku	48
8.14	Blok pro ovládání ovinovačky a jejího dopravníku	49
9.1	Návrh úvodní obrazovky	51
9.2	Obrazovky faceplatu pro motor	52
9.3	Obrazovky faceplatu pro reverzní motor	53
9.4	Obrazovky faceplatu pro ventil	54
9.5	Obrazovky faceplatu pro snímač	55

SEZNAM TABULEK

2.1	Legenda pro zásobník palet	16
2.2	Legenda pro nákres dopravníku s přidržování palet	18
2.3	Legenda pro nákres odebíracích dopravníků	21
2.4	Legenda pro dopravník balíku s oddělovačem	23
4.1	Vysvětlivky pro označení v elektro dokumentaci	28
5.1	Přehled ceny palety, zisk z palety a ztráta při odstávce	32
5.2	Přehled dílčích hodnot investice	33
6.1	Vstupy a výstupy u jednotlivých zařízení	34

ÚVOD

Průmyslová výroba ve dvacátém stoletím zažila prudký vývoj ve všech oblastech a odvětvích. Významným milníkem se na konci šedesátých let stalo uvedení programovatelných automatů do výrobního procesu, tzv. programmable logic controllers známějších pod zkratkou PLC. Postupem let docházelo k jejich zmenšování a standardizaci při zvyšování jejich výkonnosti. V dnešní době se používají od řízení jednoduchých linek po komplexní řízení celého podniku.

Bakalářská práce navazuje na semestrální projekt, ve který se zabýval konstrukčním a funkčním návrhem automatizovaného pracoviště pro ukládání ekobriket na paletu. Jeho součástí je konstrukční návrh s přehledem jednotlivých zařízení na lince. Dále se zabývá spotřebou jednotlivých zařízení, potažmo celé linky, za účelem zjištění nákladů pro následný výpočet návratnosti investice na realizaci projektu.

Bakalářská práce se již zabývá vlastní realizací projektu po stránce technické a programové. V technické části vymezuje základní informace o ekobriketách a jejich výrobě, věnuje se návrhu uspořádání pracoviště a popisu jednotlivých částí pracoviště, elektro dokumentaci a výpočtu jištění k přívodnímu kabelu, spotřebě navrhaného řešení a nákladům na realizaci, popisu použitého PLC, komunikaci mezi PLC Siemens, robotem KUKA a ovinovačkou Atlanta. V programová část se zabývá návrhem funkčního bloku pro řízení motoru, ventilu a snímače a dále popisem jednotlivých částí programů při řízení linky. Závěrečná kapitola se věnuje návrhu ovládání linky z operátorského stanoviště.

Nad bakalářskou prací bude dohlížet zadavatel projektu Ing. Miroslav Chytil ze společnosti A. S. P. R. spol. s r. o. z Kyjova.

1 CO JE TO EKOBRIKETA

Briketa je mechanicky zhutněný drobný hořlavý materiál, ten může mít formu válce o různém průměru, může se ale jednat i o oválný tvar, kulovité těleso, kvádr či krychle. Tvar brikety je pro samotný proces spalování fakticky nepodstatný. Obvykle bývají takto slisovány hořlavé materiály, jako je uhelný prach nebo biomasa. Brikety slouží jako tuhé palivo a spalují se obvykle v kamnech či v kotelnách. Brikety z biomasy se stávají populárním ekologickým palivem.

1.1 Technologie pilin

V současné době se k výrobě tepelné energie v největší míře využívají neobnovitelné zdroje energie (ropa, uhlí, zemní plyn). Naproti tomu stojí biomasa jako jedna z možností využití obnovitelných zdrojů energie. Naše planeta každoročně vyprodukuje 3,5 krát více biomasy, než lidstvo potřebuje na veškerou tepelnou energii. Z tohoto pohledu je dřevní hmota jediné plně obnovitelné palivo, které má dnes lidstvo k dispozici. Výchozí surovinou pro výrobu ekologických dřevěných briket jsou čisté dřevěné piliny. Tyto piliny se získávají od vybraných zpracovatelů dřeva, kteří dodávají piliny bez jakýchkoliv znečišťujících příměsí (laků, lepidel, kamínek, atd.). Jsou to piliny z prvotního pořezu dřeva na pilách, nikdy ne z nábytkářských provozů. Skladba používaných pilin je dána vhodným poměrem tvrdých a měkkých pilin tak, aby bylo dosaženo optimálních vlastností výsledných briket (popelnatost, výhřevnost, kompaktnost, atd.) [1]

1.2 Jak se vyrábí

Piliny jsou nejdříve zbaveny větších částí, vysušeny a potom za velmi vysokého tlaku (400 atm) mechanicky, bez jakéhokoliv pojiva slisovány v pevnou kompaktní briketu ve tvaru válce s dírou uprostřed. Tato díra uvnitř brikety zvětšuje její povrch a umožňuje lepší přívod kyslíku, a tím i dokonalejší hoření. Teplotou vzniklou při lisování dochází k zatavení povrchu brikety, která se tímto stává odolnější proti vzdušné vlhkosti. To je velká výhoda proti jiným druhům dřevěných briket. [2]

2 NAVRHOVANÉ USPOŘÁDÁNÍ PRACOVISTĚ

2.1 Původní stav pracoviště



Obr. 2.1: Původní stav pracoviště

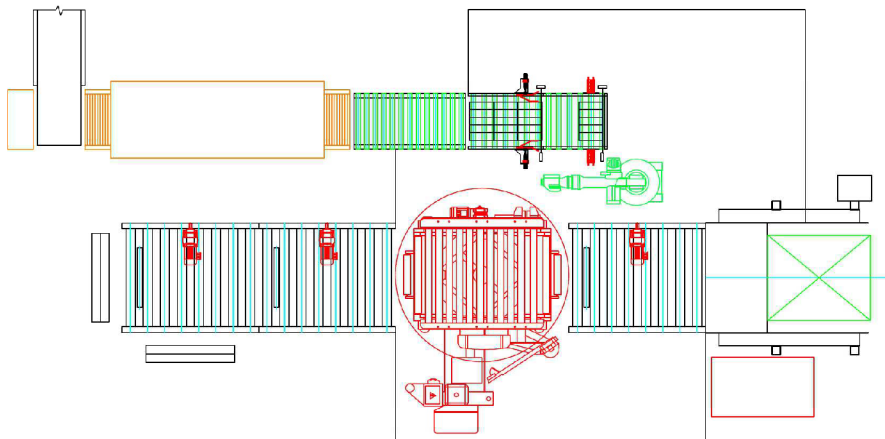
2.2 Popis původního stavu pracoviště

Dopravník přepraví ekobrikety k balicímu stroji. Ty po zabalení putují po dalším dopravníku až na jeho konec, kde je zaměstnanci ukládají na paletu. Plnou paletu pak obsluha za pomoci ovinovačky balí do folie. Schéma původního stavu je na obrázku 2.1 a fotografii 2.2.



Obr. 2.2: Fotografie původního stavu pracoviště

2.3 Návrh uspořádání automatizovaného robotizovaného pracoviště



Obr. 2.3: Navrhovaný stav pracoviště (detail v příloze A)

2.3.1 Popis navrhovaného řešení

Zmenšené schéma navrhovaného pracoviště se nachází na obrázku 2.3. Obsluha založí do zásobníku palet [poz.1] stoh maximálně 15 palet na dopravník palet [poz.1.1]. Po odjezdu vysokozdvížného vozíku na základě sepnutí snímače na dopravníku palet [poz.1.1] popojede stoh palet na další snímač na dopravníku palet [poz.1.1] (snímač přítomnosti palety v zásobníku palet [poz.1]). Zásobník palet [poz.1] zvedne stoh palet kromě nejspodnější, po zdvižení stohu palet se vyhodnotí podmínka, zda je dopravník [poz.2] volný a robot [poz.3] je mimo dopravník [poz.2]. Následně prázdná paleta přejede z dopravníku [poz.1.1] na další dopravník [poz.2]. Po přejetí palety na dopravník [poz.2] je paleta dopravníkem vystředěna a zaaretována. Následně začne robot [poz. 3] odebírat balíky z dopravníku balíčků s oddělovačem [poz.8] a skládat je podle balicího schématu na dopravník [poz.2]. Po uložení posledního kusu robot [poz.3] přejede mimo dopravník [poz.2] a dá povel k odjezdu palety na dopravník ovinovačky [poz.4]. Po přejetí plné palety na dopravník ovinovačky [poz.4] se cyklus příjezdu palet opakuje.

Po přejetí palety na dopravník ovinovačky [poz.4], ovinovačka automaticky založí fólii a ovine paletu do požadované výšky. Po skončení ovinutí přejede paleta na odebírací dopravník [poz.5] (pokud je volný) a následně na odebírací dopravník [poz.6] (pokud je rovněž volný). Z odebíracích dopravníků [poz.5 a poz.6] je možné palety odebírat vysokozdvížným vozíkem.

Dopravník [poz.8] má funkci oddělení balíků pomocí různých dopravníků. Přejede-li balík na koncový snímač na konci dopravníku [poz.8], dopravník se zastaví a vysune se koncová zarážka na srovnání balíku. Dojede-li balík na střední snímač [poz.8], dopravník se zastaví a poslední balík stiskne stoper. Oba dopravníky jsou vybaveny měniči.

Linku bude možné provozovat jak v automatickém režimu, tak i v poloautomatickém režimu, tzn. při poruše zásobníku palet, robota nebo ovinovačky. Při poruše zásobníku palet bude možno vkládat palety přímo na dopravník [poz.2]. Při poruše robota se robot odstaví a balíky bude možné skládat ručně z dopravníku [poz. 8] na dopravník [poz.2]. Při poruše ovinovačky [poz.4] paleta přejede přes její dopravník a vysokozdvížným vozíkem bude možné palety odebírat na dopravnících [poz.5 a poz.6] a následně ručně ovíjet. Zdrojový soubor s návrhem pracoviště se nachází v elektronické příloze Navrh_pracoviste.dwg.

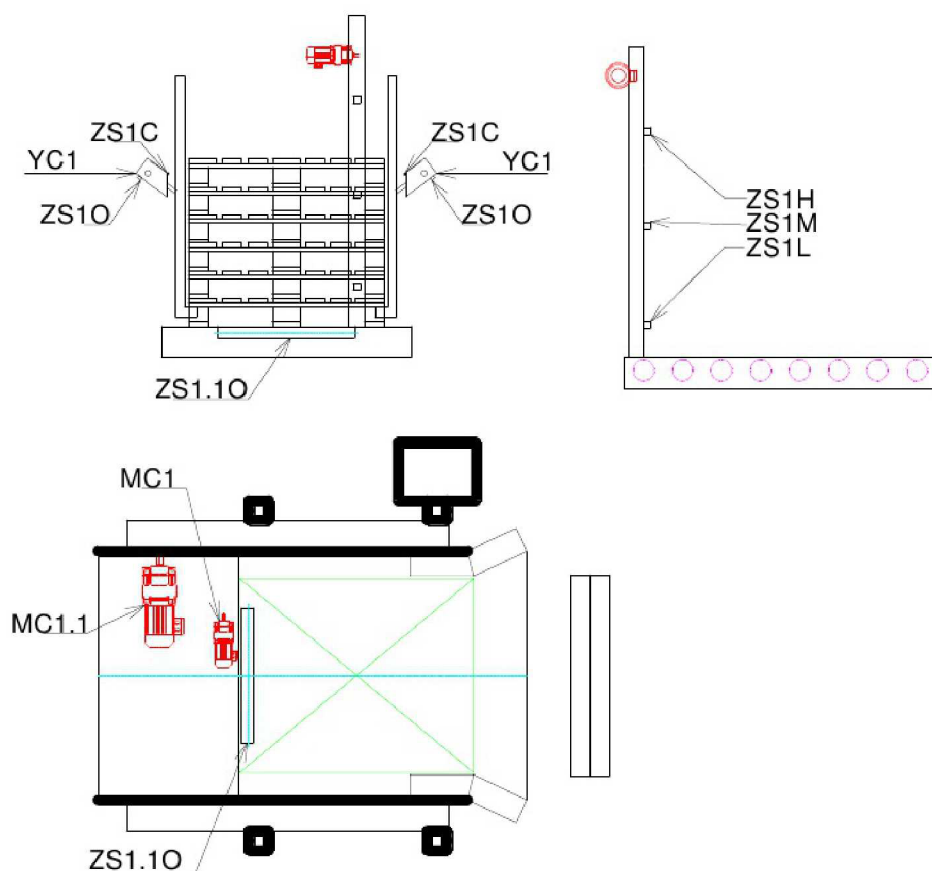
2.4 Detaily navrhovaného řešení

Dle firemní politiky jsou snímače a akční členy značeny podle následujícího vzoru:

- ZS_CisloOddilu...CisloPoddilu_PismenoFunkce pro snímače
- MC_CisloOddilu...CisloPoddilu_PismenoFunkce pro motory
- YC_CisloOddilu...CisloPoddilu_PismenoFunkce pro ventily

2.4.1 Zásobník palet s dopravníkem palet [poz.1 a poz.1.1]

V zásobníku budou palety položeny na sobě (maximálně 15 kusů), vždy když bude naplněná paleta přesunuta na ovinovačku, zásobník dostane povel k přesunutí nové palety na dopravník. Ten zvedne celý stoh nahoru, kromě spodní palety a přesune ji na další dopravník, kde bude paleta plněna paletizačním robotem KUKA. Následně zásobník palet přesune stoh palet zpět na dopravník a uvolní drapáky. Zásobník bude obsahovat dva motory, jeden určený pro dopravník a druhý pro zvedání stohu palet. Zaplnění zásobníku bude snímáno třemi snímači (stavy:dolní, střední, horní). Tuto informaci pak bude vyhodnocovat PLC. V případě, že bude zásobník prázdný, obdrží obsluhu výstražné znamení, aby doplnila zásobník paletami. K plnění zásobníku palet bude třeba použít vysokozdvížného vozíku. Schéma dopravníku a zásobníku palet je znázorněno na obrázku 2.4 s příloženou legendou v tabulce 2.1.



Obr. 2.4: Schéma dopravníku a zásobníku palet

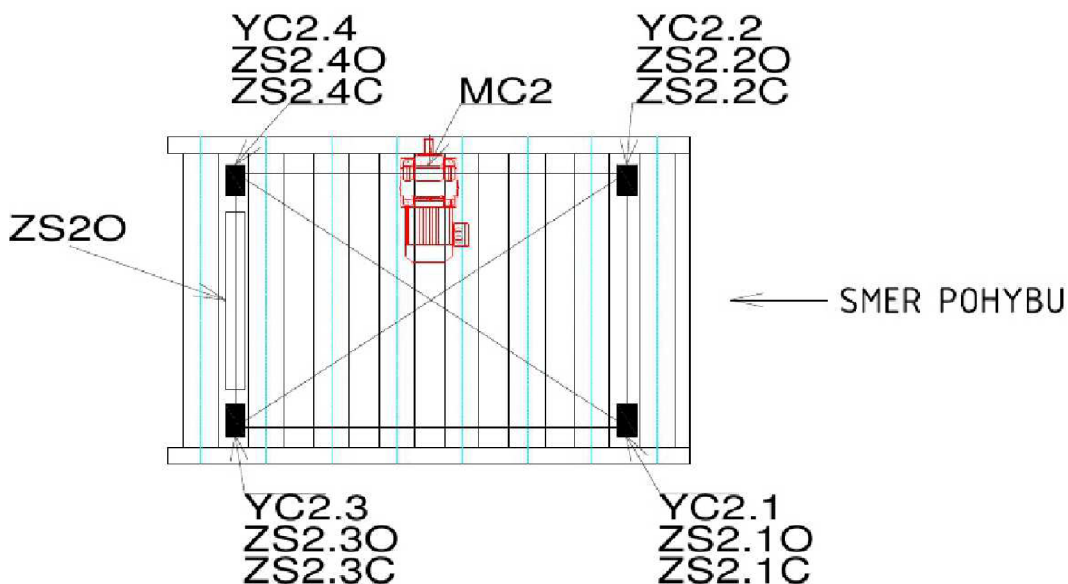
MC1	Motor zásobníku palet
ZS1L	Poloha drapáků zásobníku palet dole
ZS1M	Poloha drapáků zásobníku palet střed
ZS1H	Poloha drapáků zásobníku palet nahoře
YC1	Ventil drapáků zásobníku palet
ZS1O	Drapáky zásobníku palet otevřeny
ZS1C	Drapáky zásobníku palet zavřeny
MC1.1	Motor dopravníku zásobníku palet
ZS1.10	Dopravník zásobníku palet obsazen

Tab. 2.1: Legenda pro zásobník palet viz obr. 2.4

2.4.2 Dopravník s přidržováním palet [poz.2]

Ze zásobníku palet je dopravena paleta na dopravník s přidržováním, kde je pomocí mechanismu zaaretována do požadované polohy. Robot následně na paletu skládá balíky ekobriket podle schématu. Po naplnění 100 kusů balíků robot ukončí operaci skládání. Při neobsazeném dopravníku na automatické ovinovačce se naplněná paleta odaretuje a pokračuje dále po lince. Následně se na místo plnění připraví další paleta ze zásobníku palet.

Celý tento mechanismus se skládá z jednoho motoru, určeného pro funkci dopravníku, dále pak vzduchem ovládaných ventilů a zarážek pro fixaci palety na požadovaném místě. Schéma dopravníku s přidržováním palet je znázorněno na obrázku 2.5 s příloženou legendou v tabulce 2.2.



Obr. 2.5: Schéma dopravníku s přidržováním palet

MC2	Motor dopravníku pod robotem
ZS2O	Dopravník pod robotem obsazen
YC2.1	Ventil levý přední srovnání a fixace palety dopravníku pod robotem
ZS2.1O	Zarážka levá přední srovnání a fixace palety dopravníku pod robotem otevřena
ZS2.1C	Zarážka levá přední srovnání a fixace palety dopravníku pod robotem zavřena
YC2.2	Ventil pravý přední srovnání a fixace palety dopravníku pod robotem
ZS2.2O	Zarážka pravá přední srovnání a fixace palety dopravníku pod robotem otevřena
ZS2.2C	Zarážka pravá přední srovnání a fixace palety dopravníku pod robotem zavřena
YC2.3	Ventil levý zadní srovnání a fixace palety dopravníku pod robotem
ZS2.3O	Zarážka levá zadní srovnání a fixace palety dopravníku pod robotem otevřena
ZS2.3C	Zarážka levá zadní srovnání a fixace palety dopravníku pod robotem zavřena
YC2.4	Ventil pravý zadní srovnání a fixace palety dopravníku pod robotem
ZS2.4O	Zarážka pravá zadní srovnání a fixace palety dopravníku pod robotem otevřena
ZS2.4C	Zarážka pravá zadní srovnání a fixace palety dopravníku pod robotem zavřena

Tab. 2.2: Legenda pro nákres dopravníku s přidržovaní palet viz obr. 2.5

2.4.3 Paletizační robot KUKA KP40A [poz.3]

Robot, dodaný firmou Kuka Robotics, je přímo určený pro paletizační činnost. Jedná se o nejrozšířenější robot v České republice, zejména v automobilovém průmyslu, kde ale není nepoužíván jako paletizační robot, ale jako robot pro svařování různých dílů automobilu včetně karosérií.[3]

Robot je vybaven speciálními chapadly pro uchycení balíků ekobriket. Po té, co je balík ekobriket oddělen na dopravníku[poz.8] od ostatních a srovnán, přesune ho robot na dopravník s přidržováním palet. Zde, podle předem naprogramovaného schématu, balík položí na určené místo. Tento cyklus opakuje tak dlouho, dokud paletu nenaplní. Po naplnění palety robot počká na příjezd prázdné palety. Schématická značka robota je na obrázku 2.6.

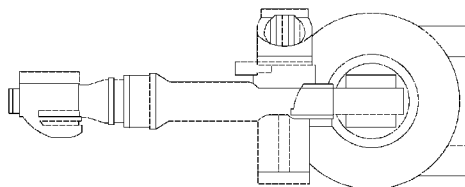
2.4.3.1 Požadavky na robota:

- Výkon robota musí být dostatečný pro odebrání balíků při maximálním výkonu výrobní linky, tedy 5 palet (na jednu paletu dá 100 balíků) za hodinu, což dělá 500 cyklů za hodinu.
- Doba manipulace s jedním balíkem pod 7 vteřin.
- Minimální počet os 4.
- Mezní požadovaná zátěž na robota je 40 kg (balík váží 10 kg + manipulační zařízení) a přídatná zátěž maximálně 20 kg.
- Dosah 2000 mm s poloměrem otáčení 1911 mm.

Součástí dodávky byl již naprogramovaný robot pro paletizaci balíků ekobriket, speciální hlava určená pro manipulaci balíků a instalace na místě ve výrobní hale.

2.4.3.2 Komunikace PLC s robotem

Komunikace probíhá pomocí protokolu Profinet, z elektro rozvaděče paletizace povede síťový kabel do elektro rozvaděče robota Kuka. Symboly pro ovládání robota byly předem domluveny s firmou KUKA.



Obr. 2.6: Robot Kuka KP40A - značka

2.4.4 Automatická ovinovačka palet s otočným dopravníkem[poz.4]

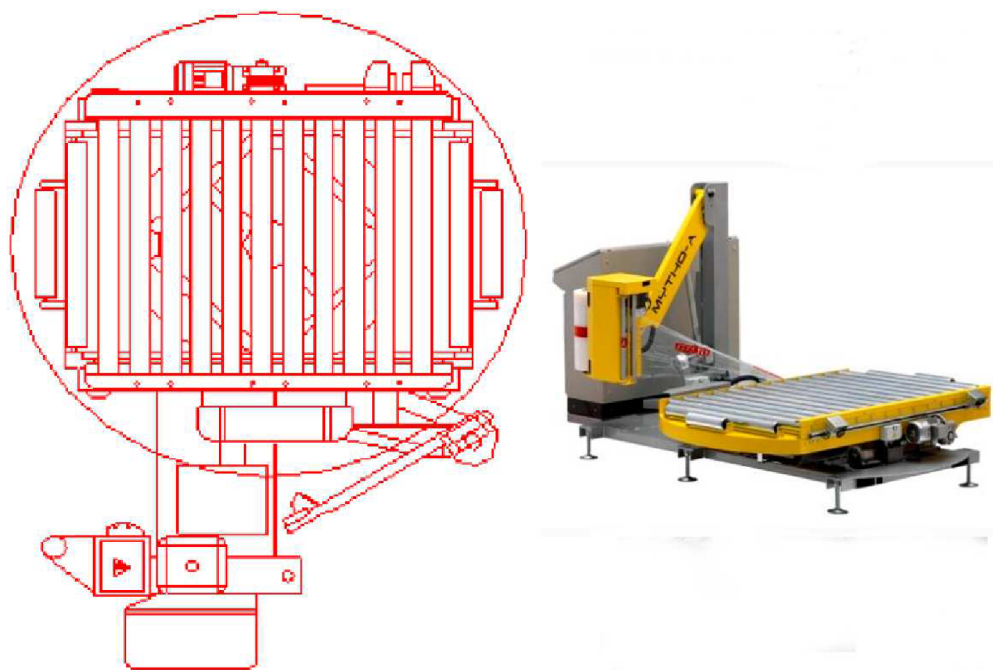
Z dopravníku s přidržováním palet je dopravena plná paleta na dopravník automatické ovinovačky. Ovinutí palety fólií se provádí automaticky. Po ukončení procesu ovinutí je paleta přesunuta na odebírací dopravník, za předpokladu, že je následující odebírací dopravník prázdný. V případě naplnění obou odebíracích dopravníků, se vyšle hlášení obsluze. Schématická značka s ilustrační fotografií ovinovačky se nachází na obrázku 2.7. V příloze B je tabulka parametrů ovinovačky.

Ovinovací stroj Mytho od firmy Atlanta je automatický ovinovací stroj s poháněným válečkovým dopravníkem, s "aktivním" dvoumotorovým předepínáním fólie a automatickou úchopovou, řezací a tavící jednotkou.

Součástí dodávky byla již naprogramovaná ovinovačka pro ovinutí palety fólií, montáž a instalace na předem určeném místě.

2.4.4.1 Komunikace PLC s ovinovačkou

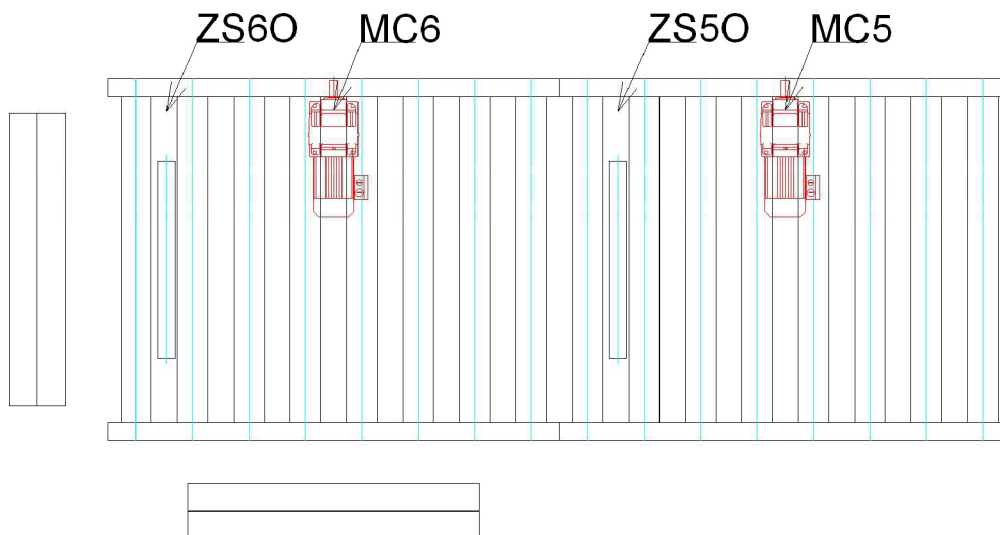
Komunikace probíhá pomocí protokolu Profinet, z elektro rozvaděče paletizace povede síťový kabel do elektro rozvaděče ovinovačky Mytho. Předem byl s dodavatelskou firmou dohodnut způsob předávání informací mezi ovinovačkou a PLC.



Obr. 2.7: Schéma a foto automatické ovinovačky palet s otočným dopravníkem[4]

2.4.5 Odebírací dopravníky [poz.5 a poz.6]

Pro odebírání palet byly použity dva dopravníky určené pro odběr zafóliované palety z automatické ovinovačky. Z těchto dopravníků jsou palety určené pro expedici odebrány pomocí vysokozdvížného vozíku. Schéma odebíracích dopravníků palet je znázorněno na obrázku 2.8 s příloženou legendou v tabulce 2.3.



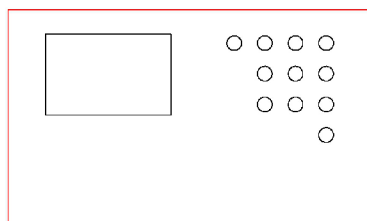
Obr. 2.8: Schéma odebíracích dopravníků

MC5	Motor dopravníku odsunu zabalených palet
ZS50	Snímač dopravníku odsunu zabalených palet obsazen
MC6	Motor dopravníku odsunu zabalených palet
ZS60	Snímač dopravníku odsunu zabalených palet obsazen

Tab. 2.3: Legenda pro nákres odebíracích dopravníků viz obr. 2.8

2.4.6 Rozvaděč dopravy pro řízení dopravy palet [poz.7]

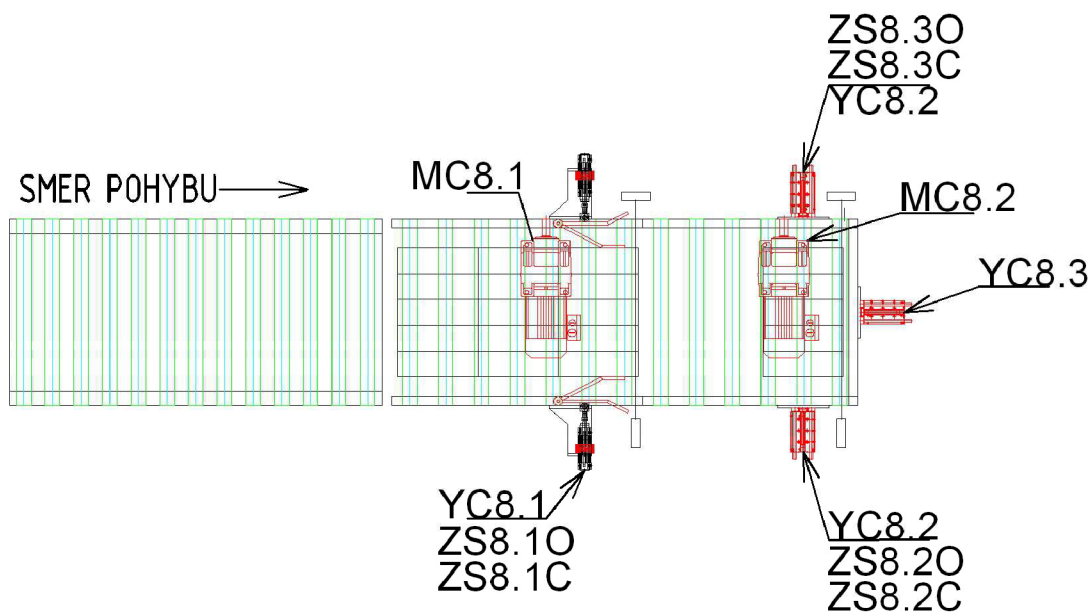
Pro řízení dopravy byl použit rozvaděč o rozměrech 1200 × 700mm s nainstalovaným PLC značky Siemens. Pro zobrazování aktuálních informací o stavu probíhajícího paletizačního procesu byl navržen dotykový displej MP277 dodávaný firmou Siemens, pro nějž je vytvořen návrh programu pro ovládání linky uvedený v kapitole 9 Návrh programu pro operátorský panel a jeho ovládání. Firma ASPR však upřednostnila dotykový displej firmy Wientek EasyView 6100i a vyrobila pro něj vlastní program. Rozvaděč je také osazen tlačítky, které umožňují i ruční ovládání procesu. Schématická značka rozvaděče se nachází pod obrázkem 2.9.



Obr. 2.9: Schematická značka rozvaděče dopravy

2.4.7 Dopravník balíků ekobriket s oddělovačem [poz.8+9]

Z balicího stroje jsou balíky ekobriket přesouvány na dopravník ekobriket s oddělovačem. Oddělovačem jsou balíky zadrženy tak, aby konce dopravníku dosáhl vždy pouze jeden. Následně je tento srovnán a přesunut robotem na paletu. Detailní schéma oddělovacího dopravníku balíků se nachází na obrázku 2.8 s legendou v tabulce 2.4 .



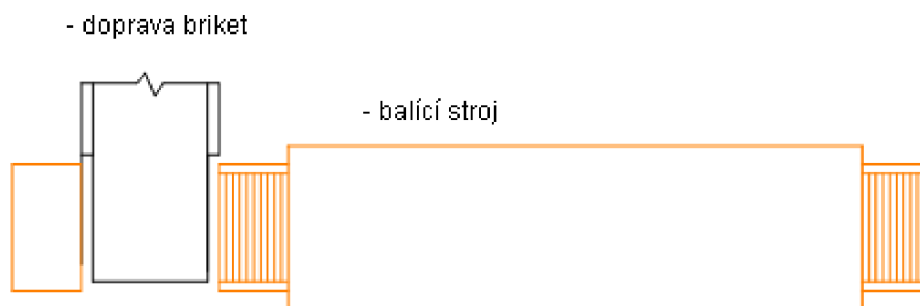
Obr. 2.10: Schéma odebíracích dopravníků balíků

2.4.8 Balicí stroj a dopravník balíků ekobriket [poz.10 a 11]

Balicí stroj a dopravník balíků ekobriket je zachován z původní podoby pracoviště. Balicí linka je znázorněna na obrázku 2.11.

MC8.1	Přední motor dopravníku odsunu balíků ekobriket
MC8.2	Zadní motor dopravníku odsunu balíků ekobriket
YC8.1	Ventil stoperu řady balíků ekobriket
ZS8.1O	Stoper řady balíků ekobriket otevřen
ZS8.1C	Stoper řady balíků ekobriket zavřen
YC8.2	Ventil levý srovnání řady balíků ekobriket
ZS8.2O	Zarážka levá srovnání řady balíků ekobriket otevřena
ZS8.2C	Zarážka levá srovnání řady balíků ekobriket zavřena
YC8.3	Ventil pravý srovnání řady balíků ekobriket
ZS8.3O	Zarážka pravá srovnání řady balíků ekobriket otevřena
ZS8.3C	Zarážka pravá srovnání řady balíků ekobriket zavřena

Tab. 2.4: Legenda pro dopravník balíku s oddělovačem viz obr. 2.10



Obr. 2.11: Schematická značka pro balicí stroj a dopravník balíků

3 NÁVRH A JIŠTĚNÍ PŘÍVODNÍHO KABELU

Samostatné jištění jednotlivých částí linky zajišťuje případné odstavení pouze porouchané části linky. U kabelu je potřeba zajistit dostatečnou zkratovou odolnost pro jistící prvek. Kabel musí být schopen krátkodobě vzniklou zkratovou energii vstřebat a rozptýlit tak, aby nedošlo k takovému zahřátí rozpínacích kontaktů, které zkomplikuje anebo znemožní zhašení elektrického oblouku. Zároveň také musí jistící prvek mechanicky odolat elektrodynamickým silám, provázejících nárůst proudu v krátkém čase.

3.1 Program Sichr

Pro výpočet byl použit program Sichr[9], který slouží k návrhu a kontrole paprskových sítí TN-C, TN-C-S a IT sítí bez vyvedeného středního vodiče ve všech obvyklých napěťových hladinách. Program Sichr v sobě zahrnuje databázi jistících a spínacích prvků, proudových chráničů a svodičů přepětí z produkce OEZ, dále pak otevřenou databázi transformátorů a silových kabelů. [7]

3.2 Režimy práce programu Sichr

Program Sichr pracuje se 4 režimy práce

- Charakteristiky (Grafické zobrazení charakteristik se využívá při modelování vypínací charakteristiky, tak aby byla zajištěna nadproudová ochrana jištěného zařízení, selektivita jistících přístrojů nebo ochrana samočinným odpojením od zdroje.)
- Impedance (Kontroluje podmínky zajišťující funkci ochrany při poruše automatickým odpojením od zdroje.)
- Selektivita (Slouží ke zjišťování meze selektivního působení dvou za sebou zapojených jistících prvků.)
- Optimalizace (Zjišťuje ekonomicky optimální průřez vedení tak, aby bylo dosaženo minimálních celkových nákladů na vedení za jeho ekonomickou dobu životnosti.)

[9]

3.2.1 Výpočet jištění kabelu v programu Sichr

Pro výpočet je potřeba znát parametry transformátoru 22kV/400V, délku a typ použitého kabelu. Po zadání těchto parametrů do programu Sichr (verze 13.00) byl do schématu zapojení vložen jistič, který spadá do vypínací charakteristiky B jištění

(používá se pro jištění elektrických obvodů se zařízeními, které nezpůsobují proudové rázy). Výstupní soubor z programu Sichr je přiložen v elektronické příloze s názvem Výpočet_kabelu_a_jisteni.oez.

3.3 Výchozí stav pracoviště

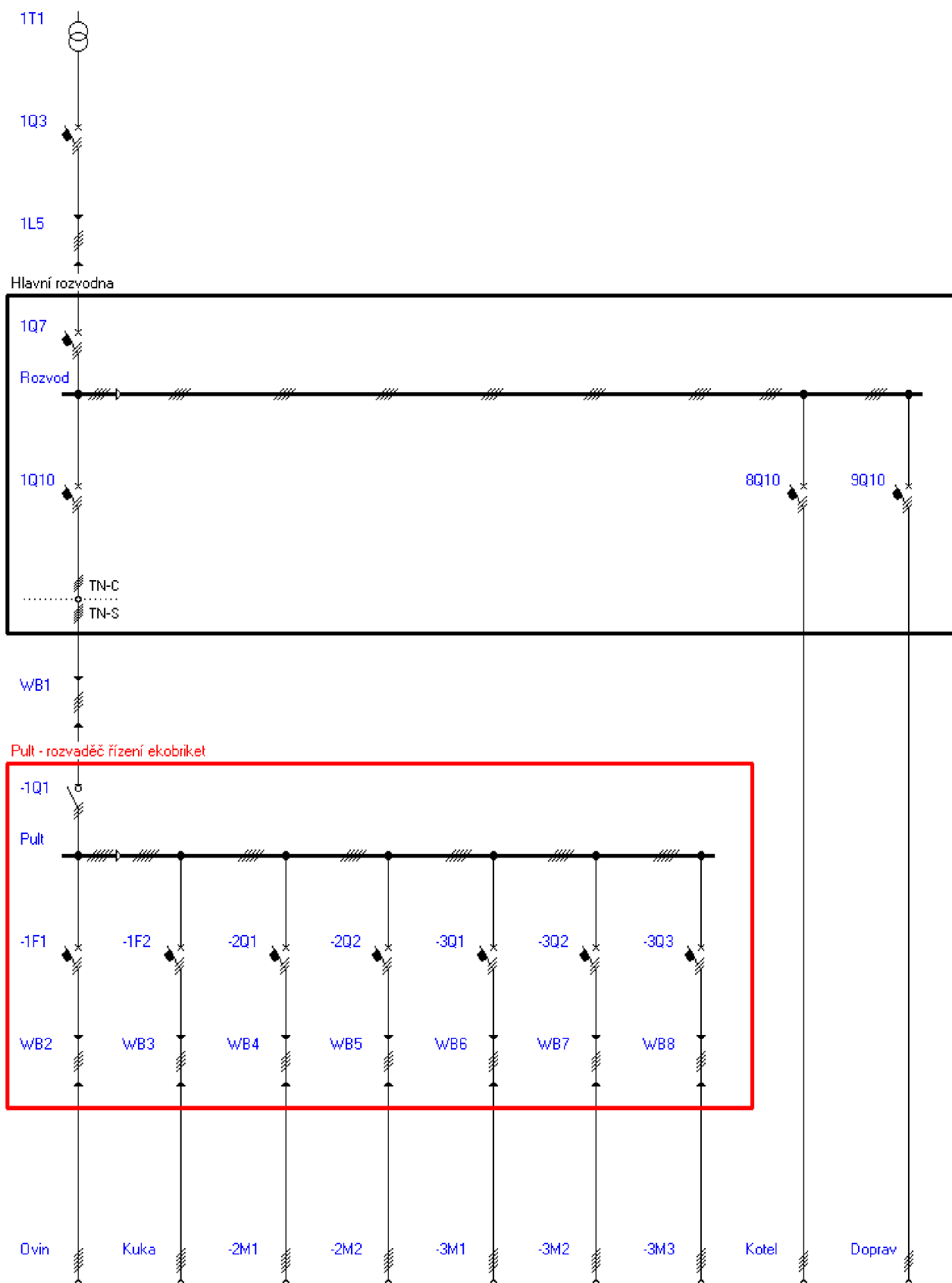
Vzhledem k tomu, že je zajištěna dodávka elektrické energie pro ostatní stroje při výrobě ekobriket, je možné využít hlavní rozvodnu v budově. Přívod napětí zajišťuje kabel z transformátorové stanice 1T1 s parametry 22kV/0.44kV, zkratový proud $I_k = 8.92$ kA a nárazový zkratový proud $I_p = 17.1$ kA. Za ním se nachází 1Q3 O EZ BH630N-DTV3, což je distribuční nadproudová spoušť s parametry jmenovitého proudu $I_n = 400$ A a redukovaného proudu $I_r = 315$ A. Následuje kabel 1L5 dlouhý 67m a vedený po stěně. Tento kabel končí v hlavní rozvodně, kde se o jištění stará jistič 1Q7 BD250N-DTV3 s parametry jmenovitého proudu $I_n = 250$ A a redukovaného proudu $I_r = 190$ A. Následuje sběrnice, která rozdělila elektřinu pro jednotlivé prvky výroby ekobriket(kotel, doprava, balicí linka).

3.4 Napájecí kabel pracoviště

Do hlavní rozvodny za sběrnici je umístěn jistič 1Q10 (OEZ LST-63B s jmenovitým proudem 63A), který jistí celou technologii paletizace ekobriket. Za jističem je umístěna sběrnice, která z doposud používané sítě TN-C(vodič PEN plní současně funkci středního (pracovního) a ochranného vodiče) mění síť na TN-S(ochranný vodič PE a střední pracovní vodič N vedeny samostatně (odděleně)). Z hlavní rozvodní skříně je položen k pult-rozvaděči řízení paletizace ekobriket kabel CYKY 5x16 s maximální proudovou zátěží 76A o délce 50 metrů. CYKY kabely jsou složeny z plného měděného vodiče třídy 1, používají PVC izolaci, uvnitř kabelu je výplň a plášť je také z PVC. V kabelu je použit drát, protože s kabelem se nehýbe. [8]

3.5 Jištění pult - rozvaděč

Po přivedení kabelu do pult-rozvaděče je kabel připojen na hlavní vypínač od firmy Siemens s označením 3LD2 504-0TK51 s parametrem jmenovitého proudu 63A. Dále byl rozveden dle obrázku 3.1.



Obr. 3.1: Nákres řešení jištění v programu SICH

4 ELEKTRO DOKUMENTACE

Elektro dokumentace byla vypracována v programu Eplan a tvoří elektronickou přílohu EPLAN_Schema_zapojeni.pdf. Eplan je rozšířený CAE software pro vytváření elektrotechnických projektů a dokumentace při výrobě strojů a zařízení. Jeho výstupem je komplexní dokumentace, v tomto případě se jedná o tyto části:

- Specifikaci prvků
- Souhrnnou specifikaci prvků
- Kabelovou listinu
- Schémata zapojení
- Seznam vstupů, výstupů včetně hardwarových adres a symbolických adres

EPLAN je produktem firmy EPLAN Software & Service GmbH & Co. KG. Elektro dokumentace byla vytvořena firemními normami a za použití firemní databáze.

4.1 Seznam kabelů

V tomto seznamu jsou zaznamenány všechny kabely, které byly použity v projektu. Každý kabel má své označení, které určuje, ke kterému zařízení a k jaké svorkovnici v rozvaděči byl připojen. U každého kabelu se kromě zdroje a cíle uvádí také typ kabelu, počet žil (použitých a všech v kabelu), průřez kabelu a jeho délka. Název kabelu je v dokumentaci ve tvaru =RPI+NI-W??, kde se za „??“ dosazuje číslo kabelu.

4.2 Kusovník artiklů a souhrnný kusovník artiklů

Kusovník artiklů a souhrnný kusovník artiklů je tvořen pouze jedním seznamem. V kusovníku artiklů je postupně ke každému přístroji rozepsáno z čeho se skládá (jednotlivé části rozvaděče, složení svorkovnic apod.), typové číslo, dodavatel součástky a označení u dodavatele. V souhrnném kusovníku se pak nachází výsledné množství součástek, objednávací číslo, popis s označením a výrobce součástky s dodavatelem.

4.2.1 Označení jednotlivých prvků v dokumentaci

Jednotlivé prvky byly pro přehlednost označeny svými kódy. Znak & značí, na které straně dokumentace se prvek nachází a znak % značí číslo prvku. V tabulce 4.1 se nacházejí vysvětlivky pro označení jednotlivých zařízení v elektro dokumentaci.

Kód	Prvek
=RP1+N1	Samotný rozvaděč
=RP1+N1-&A%	PLC
=RP1+N1-&B%	Světelná závora
=RP1+N1-&D%	Operátorský panel
=RP1+N1-&F%	Jistič
=RP1+N1-&G%	Zdroj 24V
=RP1+N1-&H%	Signalizační prvky
=RP1+N1-JB%	Příslušenství pro svorkovnice
=RP1+N1-JB%-A%	DriverControl
=RP1+N1-&K%	Stykač
=RP1+N1-&KM%	Stykač
=RP1+N1-&L%	Ultrazvukový snímač
=RP1+N1-MS%	Ovládací skříň
=RP1+N1-&Q%	Jistič
=RP1+N1-&S%	Snímač
=RP1+N1-&U%	Softstarter
=RP1+N1-X%	Svorkovnice

Tab. 4.1: Vysvětlivky pro označení v elektro dokumentaci

4.2.2 Rozvaděč

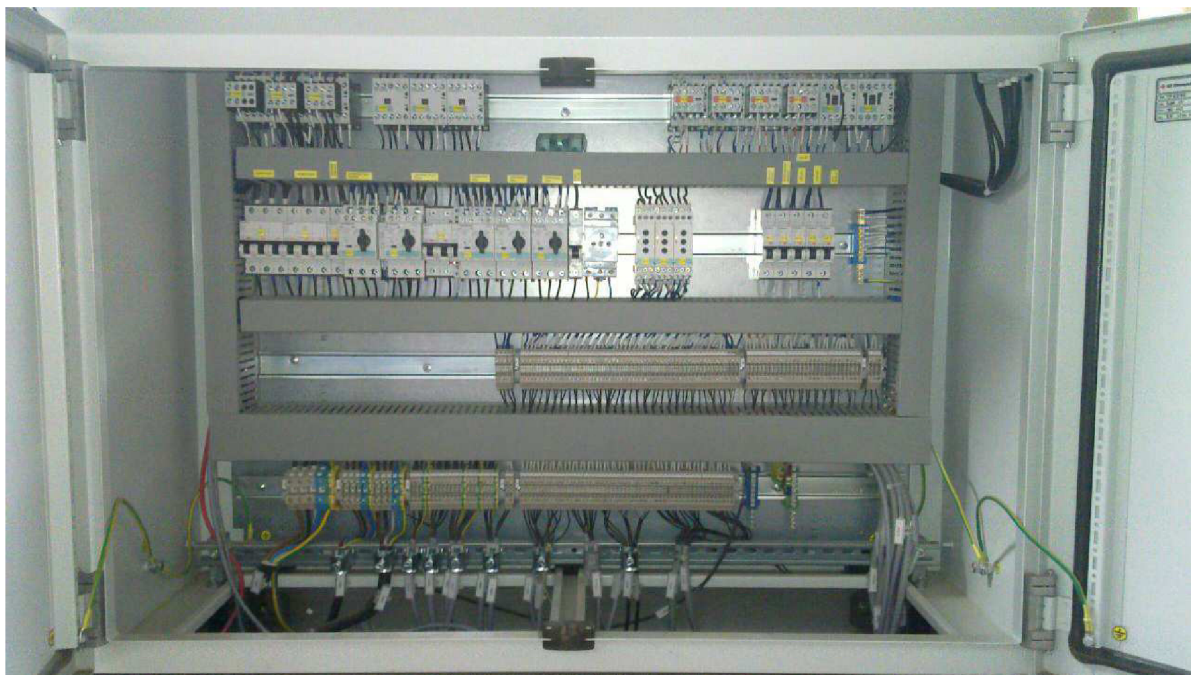
Do rozvaděče je přiveden hlavní napájecí kabel, dále je osazen hlavním vypínačem, svorkovnicí s pojistkami, relé, stykači, softstartery pro motory a hlavně řídicí systém od firmy Siemens Simatic S7-300 v námi zvolené konfiguraci 7.4. Na horní vnější části rozvaděčové skříně je umístěn displej firmy Weintek, typ EasyView 6100i a prvky pro ovládání paletizační linky včetně havarijního stop tlačítka. V rozvaděči je uloženo vše, co celé pracoviště řídí, napájí a vyhodnocuje. Foto ovládacího pultu naleznete v obrázku 4.1, foto horní části v obrázku 4.2 a foto dolní části rozvaděče v obrázku 4.3.



Obr. 4.1: Ovládací prvky rozvaděče



Obr. 4.2: Horní část rozvaděče



Obr. 4.3: Spodní část rozvaděče

4.2.3 Bezpečnostní prvky

Celé pracoviště je zabezpečeno plotem. Pro případ poruchy musí být tento plot snadno demontovatelný, aby bylo možné skládat balíky ekobriket ručně na paletu, případně sundat paletu dolů a omotat ji ručně folií apod. Proti vniknutí osoby do systému přes odebírací dopravník a ovinovačku, je zde umístěna optická závora. Vizualní signalizaci zajišťuje trojbarevný maják(zelená, žlutá a červená). K akustickému upozornění obsluhy byl použit bzučák Schneider XVB C98. V případě poruchy je na operátorském panelu zobrazeno hlášení o alarmu, na které je nutno reagovat.

4.3 Schéma zapojení pracoviště

Na patnácté straně(=SPEC+PRISTR/6) v elektronické příloze EPLAN_Schema_zapojeni.pdf se nachází schéma zapojení. Je použito soustavy TN-S, tzn. ochranný vodič PE a střední vodič N jsou odděleny. Napájení rozvaděče je zajištěno přívodním kabelem do rozvaděče připojeným na svorkovnici –X0, na tuto svorkovnici je instalován hlavní vypínač. Ovinovačka a robot Kuka jsou připojeny na svorkovnici –X1. Svorkovnice –X2 je určena pro připojení motorů zásobníku a jednotlivých dopravníků.

Před jednotlivými motory jsou vždy pojistky a stykače respektive relé, ovládána 24Vdc. Motory oddělovacích dopravníků jsou ovládány přes softstartéry, které mají oproti frekvenčním měničům nižší cenu a velikost.

4.4 Seznam vstupů, výstupů včetně hardwarových adres a symbolických adres

Jedná se o seznam vstupních a výstupních adres, který koresponduje s elektro dokumentací vytvořené v Eplanu a PLC programu pro řízení linky. Seznam se nachází v přílohách G a H.

5 NÁKLADY NA REALIZACI

V příloze E je uveden rozpis jednotlivých zařízení s příslušenstvím, nutné dodávky, montáž strojní, elektra, pneumatických zařízení a inženýrská činnost. Celková cena činí bez daně státu 3 325 250 Kč a s daní 3 990 300 Kč.

5.1 Návrh harmonogramu pro instalaci robotizovaného paletizovaného pracoviště

Celá automatická linka byla realizována během měsíce března v roce 2012. V příloze D se nachází harmonogram postupu pro jednotlivé úkony, tedy dodávka zařízení, příprava místa na instalaci zařízení (elektroinstalace). Během této doby (19 kalendářních dnů) nebyla výroba ekobriket nijak omezena. Následovalo 11 dnů, kdy výroba byla pozastavena, během kterých se prováděla instalace všech zařízení, individuální zkoušky zařízení a komplexní zkouška. V dubnu pak probíhal zkušební provoz balicí linky.

5.2 Výpočet ztráty při odstávce

Během instalace bylo nutné odstavit výrobu na 11 dnů. Tato nucená odstávka vedla ke ztrátě přibližně 720 tisíc Kč. Při výpočtu bylo počítáno s běžným zatížením výroby (4 (maximum je 5) palet za hodiny a nepřetržitého provozu). Přehled ceny palety, zisk z palety a ztráta při odstávce se nachází v tabulce 5.1.

Cena 1 palety [Kč s DPH]	5500
Cena 1 palety [Kč bez DPH]	4583
Zisk z 1 palety [Kč]	680
Ztráta při odstávce [Kč]	718080

Tab. 5.1: Přehled ceny palety, zisk z palety a ztráta při odstávce

5.3 Spotřeba navrhovaného řešení

Pro výpočet spotřeby bylo nutné zjistit příkon všech zařízení na lince (jednotlivé motory dopravníků, robot, ovinovačka apod.) a spotřeba tlakového vzduchu zařízení. Spotřebu tlakového vzduchu bylo třeba přepočítat na kW pomocí koeficientu 0.105,

kterým byla vynásobena zjištěná spotřeba tlakového vzduchu. Dále bylo nutné zjistit, využití jednotlivých zařízení během hodiny a přepočítat spotřebu na kWh. Za předpokladu, že výrobní proces bude pracovat na maximální možný výkon, tedy pět palet za hodinu, bude spotřeba celého procesu přibližně 23,2 kWh. Celková spotřeba výrobní linky byla shrnuta v příloze C, kde je tabulka jednotlivých příkonů, spotřeby tlakového vzduchu, přepočet na kW, doba využití, přepočet na kWh u jednotlivých zařízení na lince.

5.4 Návratnost investice

Pro výpočet návratnosti investice bylo třeba zjistit cenu 1kWh pro podnikatele, cenu investice, provozní náklady a další náklady. Vzhledem k tomu, že se jedná o nepřetržitý třísměnný provoz, muselo se zjistit, jaké jsou náklady zaměstnavatele na jednoho zaměstnance. Po zjištění těchto informací se výsledná cena investice podělí ročními náklady na 3 zaměstnance v 3 směnném provozu . V tabulce 5.2 je uveden přehled dílčích hodnot vedoucí k výpočtu návratnosti investice.

Cena za kWh	3,14 Kč
Investice	3 325 350 Kč
Náklady na rok (rok nepřetržitého 24 hodin provozu a 330 dní v roce)	576 314 Kč
Ostatní náklady	115 263 Kč
Náklady celkem	4 016 927 Kč
Náklady na jednoho zaměstnance za měsíc	27 651 Kč
Náklady na 3 směnný provoz na jednoho zaměstnance, které se ušetří	995 436 Kč
Návratnost investice v letech	4

Tab. 5.2: Přehled dílčích hodnot návratnosti investice

6 POŽADAVKY NA PLC

Digitální vstupy a výstupy do PLC používají signál napětí o max. 24 Vdc. V příloze G a H jsou tabulky, ve kterých jsou jednotlivé vstupy a výstupy popsány a komentovány. V následující tabulce 6.1 je uveden navrhovaný přehled pro jednotlivá zařízení.

Popis činnosti	Dig IN	Dig Out
Zásobník palet	11	5
Dopravník s přidržováním palet	11	9
Paletizační robot KUKA KP40A	2	2
Automatická ovinovačka palet s otočným dopravníkem	6	2
Odebírací dopravníky	6	2
Dopravník balíků ekobriket s oddělovačem [poz. 8]	10	7
Komunikace s robotem	4	2
Komunikace s ovinovačkou	4	2
Požadavky na komunikaci	8	4
Celkem vstupů a výstupů	61	34

Tab. 6.1: Vstupy a výstupy u jednotlivých zařízení

Jak již bylo zmíněno, PLC dodala firmou Siemens, konkrétně se jedná o model Simatic S7-300, interface DP IM151-8. Celé to napájí zdroj PM-E FUER ET 200S. PLC je složeno ze 7 modulů pro digitální vstupy, 4 pro digitální výstupy a 13 univerzálních modulů pro ovládání všech prvků pracoviště. Komunikace s obsluhou mělo probíhat pomocí dotykového displeje Simatic MP 277 ale nakonec byl zvolen displej firmy Weintek. Další součásti jsou uvedeny v kapitole 7.4.

Řídicí systém Siemens byl vybrán z následujících důvodů:

- jedná se nejrozšířenější PLC v České republice ve všech odvětvích průmyslové automatizace zejména pak v automobilovém průmyslu
- z toho plyne rychlá dostupnost náhradních dílů, konsignační sklad náhradních dílů je umístěn ve Škoda Auto Mladá Boleslav a další sklad náhradních dílů je umístěn přímo u firmy Siemens v Norimberku (DE)
- nonstop dostupnost technické podpory pro Evropu
- v České republice je mnoho firem a vyškolených pracovníků pro programování tohoto řídicího systému, které rovněž disponují potřebnými programovými nástroji, které byly uvedeny výše.

7 KOMUNIKACE ZAŘÍZENÍ NA LINCE

Programovatelné automaty PLC jsou v odlišných úrovních aplikací propojovány různými sítěmi. Například firma Siemens využívá následujících typů spojení:

- Multi-Point Interface (MPI)
- PROFIBUS
- PROFINET (Industrial Ethernet)
- Point-to-point (PtP)
- ASi (Actuator/Sensor Interface)

V projektu je použita komunikace pomocí sítě Profinet.[10]

7.1 Profinet

PROFINET nabízí integraci existujících průmyslových sběrniceových systémů, jako např. PROFIBUS, bez nutnosti modifikace změny existujících zařízení. Komunikuje na všech úrovních přes jedinou komunikační sběrnici, což vede ke zjednodušení celé realizace. Využívá se síťových prvků známých z informačních technologií upravených pro použití v automatizaci (robustní provedení, odolný vůči vlivu okolním teplotám apod.). Je vhodný především pro vysokorychlostní výměnu velkého objemu dat a pro dálkové síťové operace přes brány.[5][6]

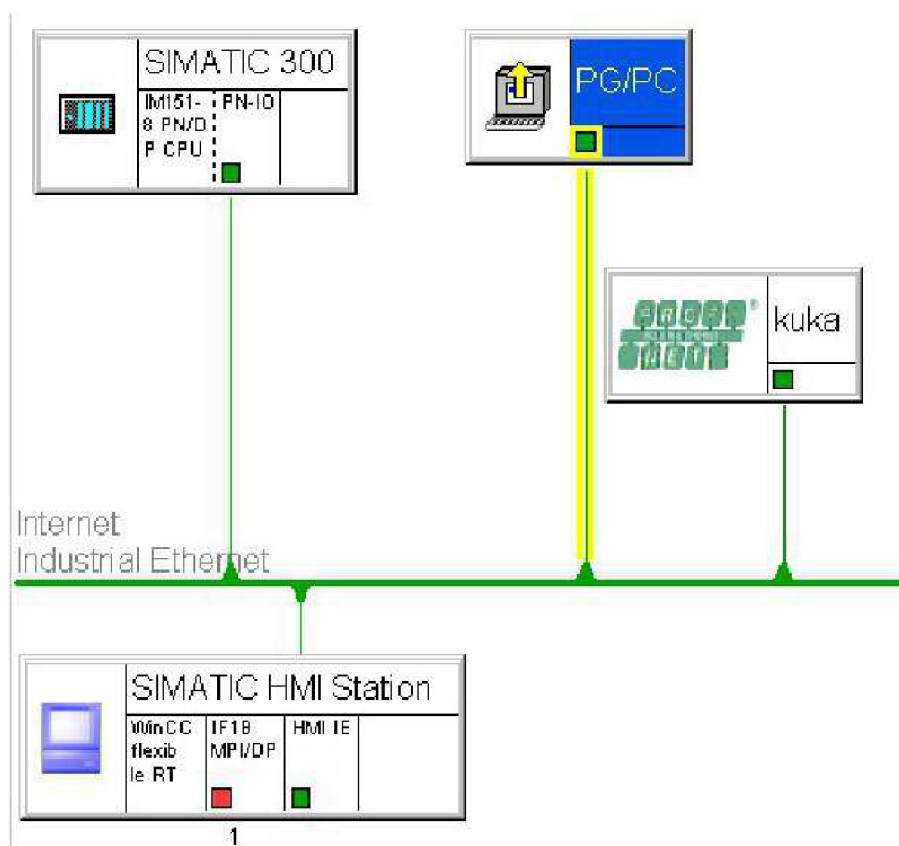
7.2 Industrial Ethernet

- Umožňuje síťové propojení různých aplikací (kancelářské aplikace, procesní aplikace apod.). Snadná integrace do podnikové sítě.
- Možnost komunikace v reálném čase, za použití vlastních ethernetových vrstev.
- Velmi robustní a spolehlivou komunikaci, která umožňuje vytvářet složité komunikační topologie.
- Využívá standardy TCP/IP a IT (Vysoký výkon přenosu i při velkém počtu účastníků, kroucený pár, optický kabel. Je možné použít také bezdrátový přenos dat.)
- Možnost izochronní komunikace v aplikacích pro řízení pohybu.
- Průmyslová bezpečnost a jednoduchá rozšiřitelnost.

[5][6]

7.3 Schéma zapojení PROFINETu

Schéma zapojení se nachází v obrázku 7.1. Jedná se o grafické zobrazení připojení jednotlivých částí pomocí PROFINETu. Simatic 300 je označení PLC, které bylo použito pro řízení linky, Simatic HMI Station představuje operátorský panel, kuka robota a PG/PC znázorňuje počítač, který byl připojen při programování, kontrole, případně při diagnostice.



Obr. 7.1: Schéma zapojení sítě PROFINETu

7.4 Hardwarová konfigurace Siemens 300

Výpis hardwarové konfigurace je v obrázku 7.2. Jedná se o kompletní specifikaci PLC s připojeným robotem Kuka pomocí sítě PROFINET. V dolní části obrázku je podrobný výpis jednotlivých komponent PLC. U jednotlivých modulů jsou objednávací čísla, adresy vstupů, adresy výstupů a komentáře, které přímo korespondují s označením v elektro dokumentaci.

HW Config - [SIMATIC 300 (Configuration) -- EKOBRIKETY]

Station Edit Insert PLC View Options Window Help

[0] IM151-8 PN/DP CPU

Internet: PROFINET-IO-System (100)

(5) kuka

(0) IM151-8 PN/DP CPU

Slot	Module	Order number	Firmware	MPI address	I address	Q a...	Diag...	Comment
1								
2	IM151-8 PN/DP CPU	6ES7 151-8AB01-0AB0	V3.2					-10A1
X1	PN-IO				2047*			
X1 P1 R	Port 1				2046*		2046*	
X1 P2 R	Port 2				2045*		2045*	
X1 P3	Port 3				2044*		2044*	
X2								
3								
4	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA01-0AA0					2042*	-10A2
5	8DI DC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0			0.0..0.7			-10A3
6	8DI DC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0			1.0..1.7			-10A4
7	8DI DC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0			2.0..2.7			-10A5
8	8DI DC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0			3.0..3.7			-10A6
9	8DI DC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0			4.0..4.7			-10A7
10	8DI DC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0			5.0..5.7			-10A8
11	2AI 1 4WIRE ST	6ES7 134-4GB11-0AB0			368...371			-10A9
12	8DI DC24V	6ES7 131-4BF00-0AA0			19.0..19.7			-10A10
13	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA01-0AA0					2041*	-10A11
14	8DO DC24V/0.5A	6ES7 132-4BF00-0AA0				0.0..0.7		-10A12
15	8DO DC24V/0.5A	6ES7 132-4BF00-0AA0				1.0..1.7		-10A13
16	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA01-0AA0					2040*	-10A14
17	8DO DC24V/0.5A	6ES7 132-4BF00-0AA0				2.0..2.7		-10A15
18	8DO DC24V/0.5A	6ES7 132-4BF00-0AA0				3.0..3.7		-10A16
19	8DO DC24V/0.5A	6ES7 132-4BF00-0AA0				4.0..4.7		-10A17
20								

Obr. 7.2: HW konfigurace v prostředí Siemens

8 POPIS PROGRAMU PLC

V následující kapitole jsou rozebrány jednotlivé CFC bloky (Connection Flow Chart), jejich použití a funkce. Program byl napsán v prostředí Siemens Simatic verze 5.4 s podporou CFC prvků.

8.1 CFC

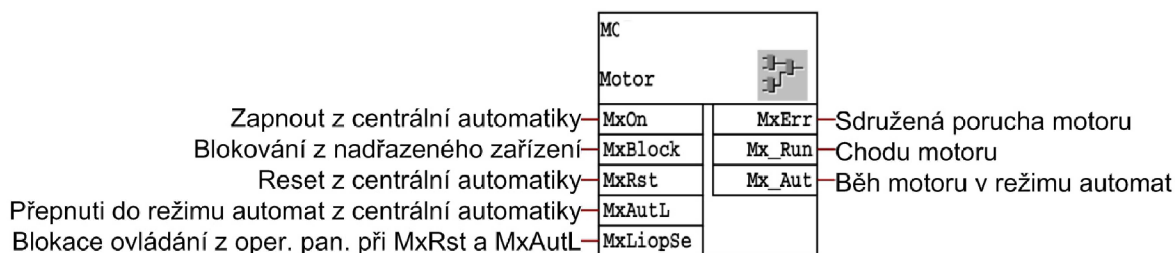
CFC je blok mající několik vstupů a výstupů. Jeho hlavní význam spočívá v usnadnění práce programátorů, zpřehlednění kódu a možnosti opětovného použití v programu. Využívá se například pro ovládání motorů, ventilů a snímačů. V programu pro celou výrobní linku je použit pro každý motor vždy jeden stejný CFC blok, nebylo nutné programovat bloky pro každý motor individuálně. V programovém prostředí Siemens Simatic je využito CFC bloků z databáze firmy A.S.P.R. Kyjov pro ovládání jednotlivých dopravníků a různých prvků na lince, blok pro ovládání robota KUKA KP40A dodaný firmou KUKA a blok pro ovládání ovinovačky od firmy Atlanta MYTHO.

8.1.1 Popis funkčního bloku motoru v FB620

Funkční blok FB620 – MOTOR slouží k ovládaní motoru s přímým rozběhem. Cílem bylo vytvořit FB s následujícími vlastnostmi:

- nadřazené blokování všech funkcí
- blokování při externí poruše
- resetování při poruše a přepnutí do modu automat bez zásahu operátora
- volba modu místně - dálkově
- ovládaní v modu manuál z místní ovládací skříňky
- kontrola sepnutí a rozepnutí stykače silové části
- kontrola motorové ochrany
- ovládaní a signalizace stavu na operátorském panelu s minimalizovaným počtem proměnných z důvodu omezeného počtu proměnných (tags) mezi PLC a operátorským panelem

Celý výpis programu s komentáři se nachází v elektronické příloze FB620.pdf, na obrázku 8.1 je znázorněno CFC motoru a význam jednotlivých vstupů a výstupů.



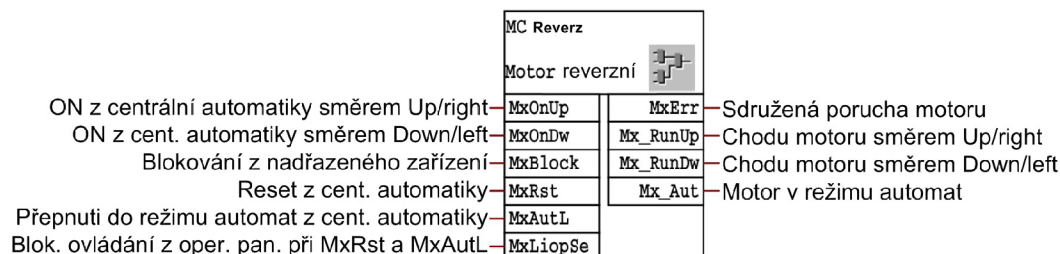
Obr. 8.1: CFC motoru

8.1.2 Zobrazení funkčního bloku reverzního motoru v CFC FB621

Funkční blok FB621 – slouží k ovládní reverzního motoru s přímým rozběhem. Cílem bylo vytvořit FB s následujícími vlastnostmi:

- řízení směru točení motoru
- nadřazené blokování všech funkcí
- blokování do externí poruchy
- resetování poruchy a přepnutí do modu automat bez zásahu operátora
- volba modu místně - dálkově
- ovládní v modu manuál z místní ovládací skříňky
- kontrola sepnutí a rozepnutí stykače silové části
- kontrola motorové ochrany
- ovládní a signalizace stavu do operátorského panelu a minimalizovaným počtem proměnných z důvodu omezeného počtu proměnných (tags) mezi PLC a operátorským panelem

Celý výpis programu s komentáři se nachází v elektronické příloze FB621.pdf, na obrázku 8.2 je znázorněno CFC reverzního motoru a význam jednotlivých vstupů a výstupů.



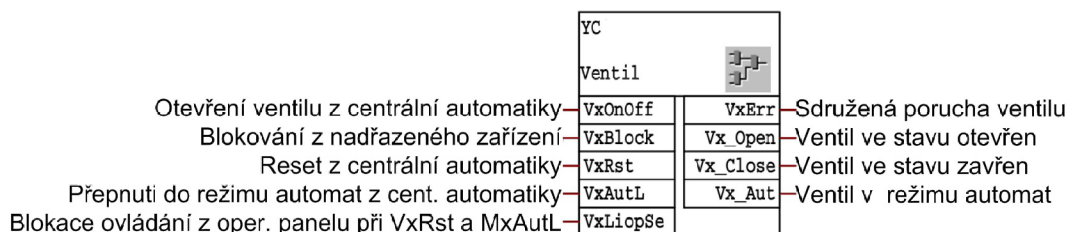
Obr. 8.2: CFC reverzního motoru

8.1.3 Zobrazení funkčního bloku ventilu v CFC FB630

Funkční blok FB630 – slouží k ovládaní ventilu. Cílem bylo vytvořit FB s následujícími vlastnostmi:

- ovládání ventilu
- nadřazené blokování všech funkcí
- blokování do externí poruchy
- resetování poruchy a přepnutí do modu automat bez zásahu operátora
- volba modu místně - dálkově
- ovládání v modu manuál z místní ovládací skříňky
- kontrola funkce ventilu
- ovládání a signalizace stavu do operátorského panelu a minimalizovaným počtem proměnných z důvodu omezeného počtu proměnných (tags) mezi PLC a operátorským panelem

Tento funkční blok je pro ovládání 3/2 ventilu, což znamená, že ventil se otvírá jedním signálem a zavírá se přes pružinu. Celý výpis programu s komentáři se nachází v elektronické příloze FB630.pdf, na obrázku 8.3 je znázorněno CFC ventilu a význam jednotlivých vstupů a výstupů.



Obr. 8.3: CFC ventilu

8.1.4 Zobrazení funkčního bloku snímače v CFC FB650

Funkční blok FB650 – slouží k ovládaní snímače. Cílem bylo vytvořit FB s následujícími vlastnostmi:

- signalizace snímače
- nadřazené blokování všech funkcí
- blokování do externí poruchy
- resetování poruchy a přepnutí do modu automat bez zásahu operátora
- volba modu místně - dálkově
- ovládání v modu manuál z místní ovládací skříňky
- kontrola funkce snímače

- možnost simulace hodnot snímače
- ovládaní a signalizace stavu do operátorského panelu a minimalizovaným počtem proměnných z důvodu omezeného počtu proměnných (tags) mezi PLC a operátorským panelem

Celý výpis programu s komentáři se nachází v elektronické příloze FB650.pdf

8.2 Vývojový diagram pro automatizované robotické pracoviště

Vývojový diagram naznačuje závislost jednotlivých zařízení na možných stavech paletizační linky. Při programování PLC by jednotlivé stavy musely být rozšířeny do roviny akčních členů a snímačů, ale diagram by se stal značně nepřehledným. Diagram v jednoduché formě se nachází v příloze F.

8.3 Jednotlivá zařízení v Siemens CFC

Kapitola je členěna tak, aby odpovídala rozdělení pracovišť v kapitole 2.4.

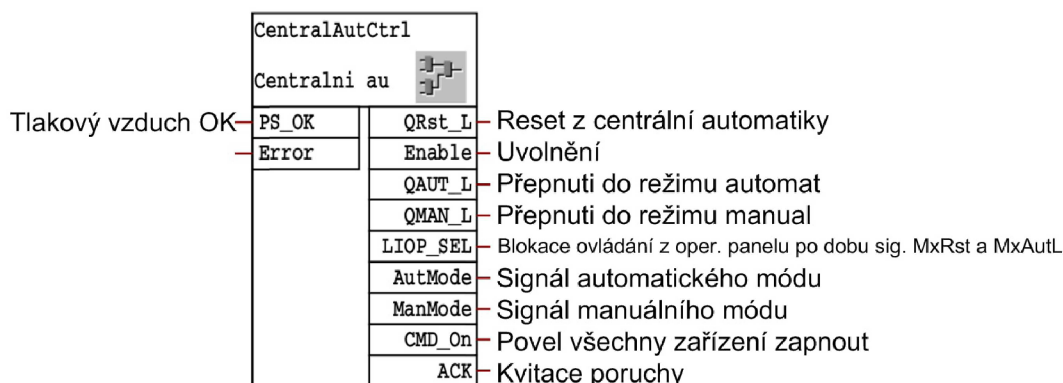
8.3.1 Centrální řízení pracoviště – COMMON

Výpis CFC programu se nachází v elektronické příloze COMMON.pdf.

CFC pro centrální řízení pracoviště, je složeno z bloků CentralAutCtrl – pro centrální ovládaní, bloku PS_OK – pro kontrolu přítomnosti tlakového vzduchu, AlarmSHupe1 – jako sumátor poruch s výstupy pro bzučák a světelný maják. Na vstup bloku CentralAutCtrl (centrální automatika) je přivedena informace o přítomnosti tlakového vzduchu, následně podle pokynů z operátorského pracoviště ovládá blok linku. V tomto CFC je použit blok AlarmsHupe1 pro hlášení a signalizaci poruchy obsluze.

8.3.1.1 CentralAutCtrl - centrální řídicí blok

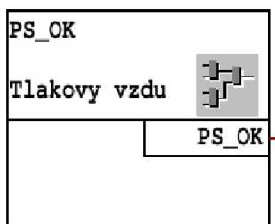
Blok CentralAutCtrl slouží k ovládaní celé linky. Jeho vstupem je pouze kontrola tlaku vzduchu. Centrální blok restartuje zařízení na lince v případě poruchy či potřeby, uvolňuje zařízení, může přepnout jednotlivá zařízení do automatického či manuálního modu. Výstupy AutoMode a ManMode složí jako povely uvedení jednotlivých zařízení do automatického nebo ručního modu. Výstup CMD_On slouží k zapnutí všech zařízení a výstup ACK pro kvitaci poruchy. Na obrázku 8.4 je znázorněn blok centrálního řízení a význam jednotlivých vstupů a výstupů.



Obr. 8.4: CFC centrálního řízení

8.3.1.2 PS_OK - CFC pro kontrolu tlakového vzduchu

CFC PS_OK je určeno pro indikaci přítomnosti tlakový vzduch, výstupem CFC je informace o jeho stavu tlakového vzduchu. Na obrázku 8.5 je znázorněno CFC pro kontrolu tlakového vzduchu.



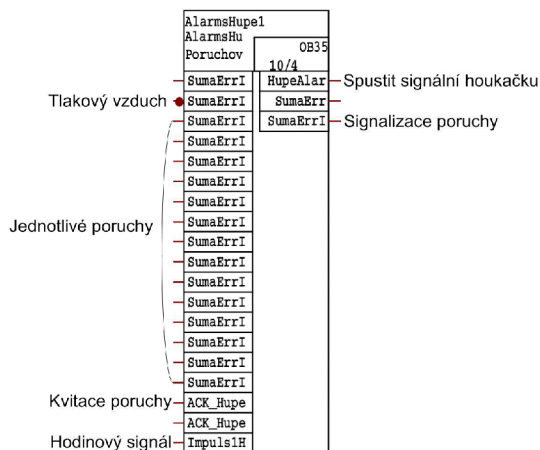
Obr. 8.5: CFC tlakového vzduchu

8.3.1.3 AlarmsHupe1 - Blok pro signalizaci poruch

Do tohoto bloku jsou svedeny všechny poruchy z jednotlivých zařízení. Výskyt poruchy je ohlášen akustickou houkačkou a červeně blikajícím majákem. Zároveň je na operátorském panelu hlášení o konkrétní poruše. Pokud je odstraněna a kvitována porucha, přestane linka signalizovat poruchu. Na obrázku 8.6 je znázorněn blok signalizace poruch řízení a význam jednotlivých vstupů a výstupů.

8.3.2 Zásobník MC1 s dopravníkem MC1_1

Výpis CFC programů pro řízení zásobníku se nachází v elektronické příloze MC1.pdf, MC1_1, příklad použití ovládání motoru MC1_1_MC1_1 a MC1_MC1 a ventilu MC1_YC1.



Obr. 8.6: Blok signalizace poruch

Tato kapitola se zabývá ovládáním zásobníku palet a dopravou palety na další dopravník. CFC MC1 obsahuje funkční blok StorePal – blok pro zásobník palet, motor zdvihu MC1, ventil drapáku YC1 a blok snímače ZS1 pro zjištění množství palet. CFC MC1_1 obsahuje funkční blok ConvCtrl1 pro ovládání dopravníku, blok časovače TIMER_P, blok MC1_1 pro řízení motoru dopravníku a blok snímače ZS1_1 pro zjištění obsazenosti dopravníku.

8.3.2.1 StorePal

Tento blok slouží k ovládání zásobníku palet. Na vstup bloku jsou přivedeny informace o uvolnění/obsazení zásobníku, informace v jaké poloze jsou palety, zda jsou drapáky pro práci s paletami otevřeny/zavřeny, signál o běhu dopravníku pod zásobníkem palet, informace o paletě na dopravníku a kvitaci poruchy. Na výstupech bloku jsou signály pro obsluhu zásob nahoru/dolů, ovládání drapáků, signál žádosti dalších palet a poruchy jednotlivých funkcí zásobníku. Na obrázku 8.7 je znázorněno CFC pro ovládání zásobníku a význam jednotlivých vstupů a výstupů.

8.3.2.2 Motor zdvihu, ventil drapáku a poloha zásobníku

Motor zdvihu MC1 je reverzní motor určen pro manipulaci s paletami. Zvedá a pokládá skupinu palet nad dopravníkem a ve spolupráci s ventilem drapáku YC1 manipuluje podle potřeby s paletami. Blok snímače ZS1 vyhodnocuje aktuální polohu stohu palet a předává tuto informaci do bloku StorePal.

8.3.2.3 ConvCtrl1_1 - blok ovládání dopravníku palet v zásobníku

Blok CFC ConvCtrl slouží k ovládání dopravníku na pozici 1.1. Na jeho vstup jsou přivedeny signály zapnutí a obsazenost. Dále pak informace od zásobníku o logistice palet, informace o stavu následujícího dopravníku MC2, o poruchách a času

StorePal		OB35	
StorePal		1/1	
Zasobnik			
Uvolnění	Enable	QCtrlUp	Zásobník nahoru
Dopravník zás. obsazen	InOccup	QCtrlDw	Zásobník dolů
Zás. je v poloze nahoře	StoreUp	QCtrlOpC	Drapáky zásobník open/close
Zás. je v poloze uprostřed	StoreMi	QStoreRd	Zásobník může přijmout palety
Zásobník je v poloze dole	StoreDw	QStoreRd	V zásobníku je připravena paleta
Drapáky zás. open	StoreOp	QRun	O chodu zásobníky
Drapáky zás. close	StoreCl	Occup	V zásobníku je paleta
Dopravník zás. běží	ConvRun	ErrStorG	Porucha zás. při funkci nahoru
Paleta připravena	PaletsRd	ErrStorG	Porucha zás. při funkci dolů
Kvítace poruchy	ACK	ErrStorG	Porucha fce drapáku open/close
		StepNr	Číslo kroku zásobníku

Obr. 8.7: CFC pro ovládání zásobníku palet

pro zpoždění při manipulaci s paletami. Výstupem bloku jsou informace o spuštění dopravníku, o stavu dopravníku, stavu manipulace s paletami a signál o sdružené poruše. Na obrázku 8.8 je znázorněno CFC pro ovládání dopravníku MC1_1 a význam jednotlivých vstupů a výstupů.

ConvCtrl1_1		OB35	
ConvCtrl		2/1	
Conveyer			
Uvolnění	Enable	ConvCtrl	Spuštění dopravníku
Obsazen na vstupu	InOccup	Occup	Dopravník obsazen
Obsazen na výstupu	OutOccup	Run	Dopravník běží
Zásobník připraven přijmout paletu	StoreRdI	QPaletsR	Paleta připravena na vstupu
Zásobník je připraven vydat paletu	StoreRdO	QPaletRd	Paleta připravena na výstupu
Následující dopravník obsazen	NextOccu	Error	Sdružená porucha dopravníku
Následující dopravník běží	NextRun		
Kvítace poruchy	ACK		
Zpoždění při položení palet	TimeDelI		
Zpoždění při obs. zás. na vstupu	TimeIn		
Zpoždění při obs. zás. na výstupu	TimeDele		

Obr. 8.8: CFC dopravníku 1_1

8.3.2.4 Motor dopravy a snímač obsazenosti

Motor slouží k posunu palety na další dopravník MC2. Snímač ZS1_10 informuje o obsazenosti vstupu a výstupu dopravníku.

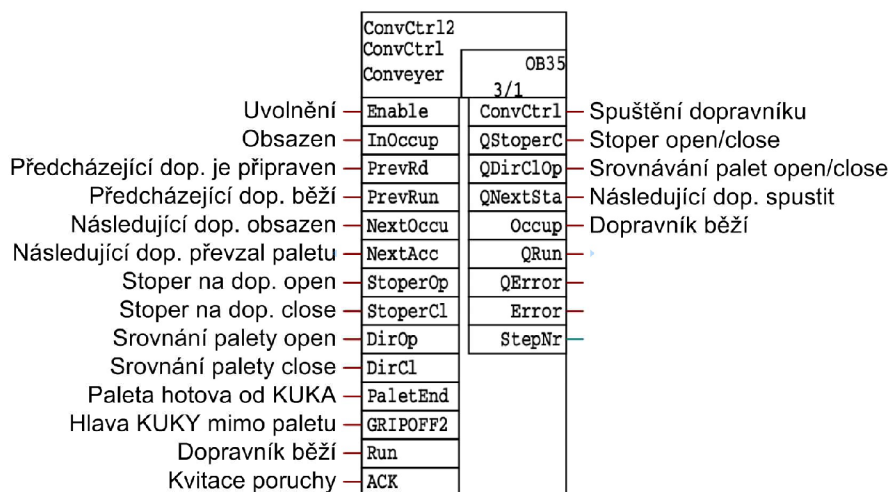
8.3.3 Dopravník MC2 s funkcí přidržováním palet

Výpis CFC programu pro řízení dopravníku 2 se nachází v elektronické příloze MC2.pdf. CFC se skládá z bloku ConvCtrl2 pro ovládání dopravníku, CFC mo-

toru dopravníku, ventilu srovnání YC2_1 pro srovnání palet na dopravníku, ventilu zablokování YC2_2 bránícího pohybu palety na dopravníku v době skládání balíku robotem, snímače obsazení paletou ZS2O.

8.3.3.1 ConvCtrl2- blok ovládání dopravníku 2

Blok CFC ConvCtrl2 je navržen pro ovládání dopravníku na pozici 2. Na jeho vstup jsou přivedeny signály zapnout, obsazenost, informace o stavu předchozího dopravníku MC2 a následujícího dopravníku TW4, dále informace o blokaci palety a jejím srovnáním na dopravníku. Dalším vstupem jsou také informace o práci robota KUKA, o běhu dopravníku a kvitaci poruchy. Výstupem bloku jsou signály řídicí spuštění dopravníku, stoper palet, srovnání palety, spuštění dalšího dopravníku TW4 a informace o chodu dopravníku MC2. Zbývající výstupy bloku nebylo třeba zapojovat. Na obrázku 8.9 je znázorněno CFC dopravníku 2 a význam jednotlivých vstupů a výstupů.



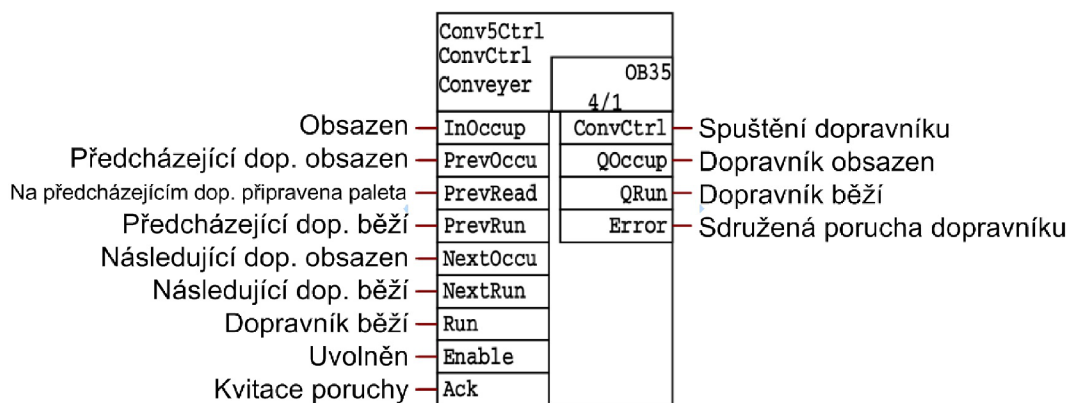
Obr. 8.9: CFC dopravníku 2

8.3.4 Odebírací dopravník palet MC5

Výpis CFC programu pro řízení odebíracího dopravníku 5 se nachází v elektronické příloze MC5.pdf. CFC pro odebírací dopravník na pozici 5 je složen z Conv5Ctrl pro ovládání dopravníku, motoru MC5, snímače obsazenosti ZS5O a časovače Del-NextOccup pro zajištění 30 vteřinového zpoždění pro poslání na další dopravník.

8.3.4.1 Conv5Ctrl- blok ovládání dopravníku 5

Blok CFC ConvCtrl2 slouží k ovládání dopravníku na pozici 5. Na vstup bloku jsou přivedeny informace, zda je obsazen dopravník MC5, informace o stavu předchozího dopravníku TW4 a následujícího dopravníku MC6, stavu dopravníku MC5 a kvitaci poruchy. Výstupem je povel na spuštění dopravníku MC5, signály o jeho stavu a sdružené poruše. Na obrázku 8.10 je znázorněno CFC dopravníku 5 a význam jednotlivých vstupů a výstupů.



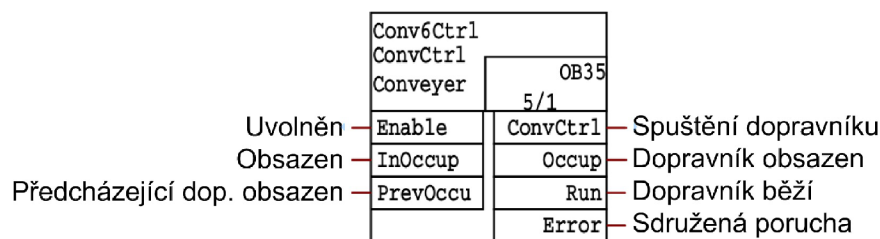
Obr. 8.10: CFC odebíracího dopravníku 5

8.3.5 Odebírací dopravník palet MC6

Výpis CFC programu pro řízení odebíracího dopravníku 6 se nachází v elektronické příloze MC6.pdf. CFC pro odebírací dopravník na pozici 6 je složen z Conv6Ctrl pro ovládání dopravníku MC6, motoru MC6 a snímače obsazenosti ZS6O.

8.3.5.1 Conv6Ctrl- blok ovládání dopravníku 6

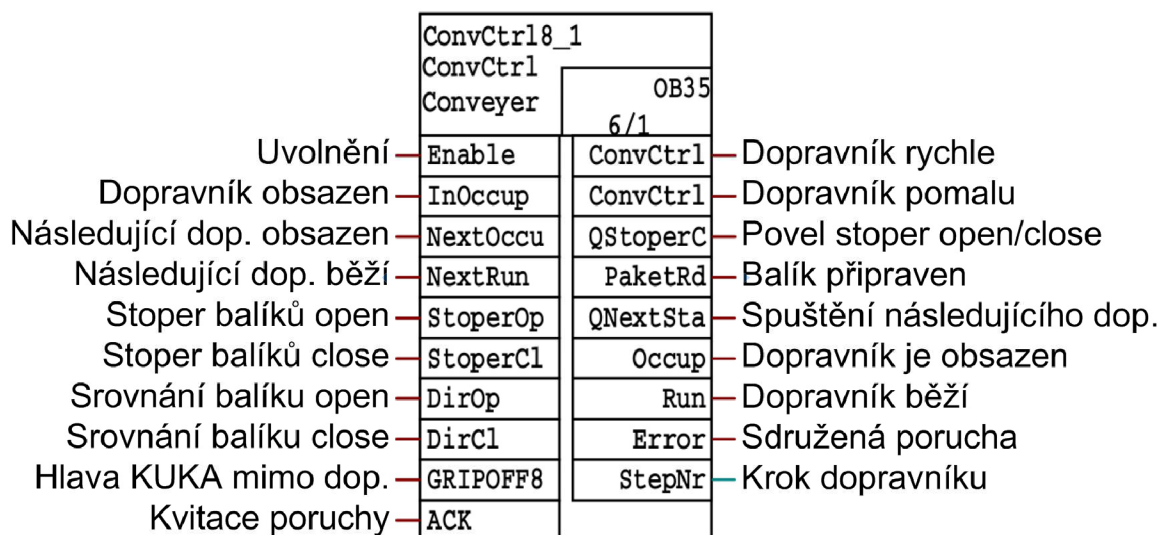
Blok CFC Conv6Ctrl slouží k ovládání dopravníku na pozici 6. Na vstup bloku jsou přivedeny informace, zda je obsazen dopravník MC6, informace o stavu předchozího dopravníku MC5 a uvolnění dopravníku MC5. Výstupem je signál spuštění dopravníku MC6, povel o jeho stavu a sdružené poruše. Na obrázku 8.11 je znázorněno CFC dopravníku 6 a význam jednotlivých vstupů a výstupů.



Obr. 8.11: CFC odebíracího dopravníku 6

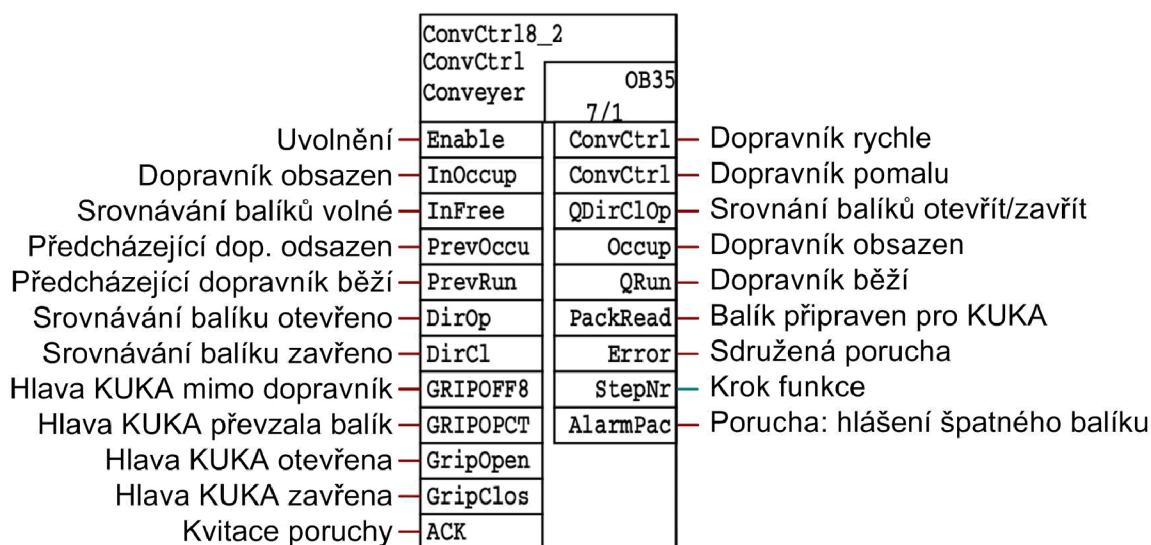
8.3.6 CFC dopravníku balíků ekobriket a oddělovače balíků MC8_1 a MC8_2

Výpis CFC programu pro řízení MC8_1 se nachází v elektronické příloze MC8_1.pdf. Program pro toto zařízení obsahuje dva řídicí prvky. První CFC MC8_1 ovládá motor v přední části dopravníku balíků ekobriket (pozice MC8_1). Ze zde vytvořené fronty balíků, jsou balíky po jednom posílány na následující část dopravníku. Tento blok MC8_1 má na vstupu signály ovládání a obsazení dopravníku MC8_1, informace o následujícím dopravníku MC8_2, stoperu balíků a jejich srovnání a to, zda je hlava robota KUKA mimo dopravník MC8_2 a kvitaci poruchy. Výstupem jsou pak povely pro ovládání dopravníku MC8_1 a stoperu, informace o balíku a povel spuštění následujícího dopravníku MC8_2. Další výstupy se týkají stavu dopravníku MC8_1, stavu sdružené poruchy. Na obrázku 8.12 je znázorněn blok pro ovládání přední části oddělovače a význam jednotlivých vstupů a výstupů.



Obr. 8.12: Blok pro ovládání oddělovače balíků a přední části dopravníku

Výpis CFC programu pro řízení MC8_2 se nachází v elektronické příloze MC8_2.pdf. Následující CFC MC8_2 je určeno pro ovládání motoru v zadní části dopravníku MC8_2, ze kterého bere hlava robota KUKA balíky ekobriket a následně je dává na paletu. Na vstup bloku pro ovládání dopravníku MC8_2 jsou přivedeny informace o předchozím dopravníku MC8_1, o stavu robota a jeho aktuální poloze, poloze ventilu a kvitaci poruchy. Z výstupu jsou pak posílány povely o rychlosti dopravníku MC8_2, povel pro srovnání balíku, signál o připraveném balíku a kvitace poruchy. Na obrázku 8.13 je znázorněn blok pro ovládání zadní části oddělovače a význam jednotlivých vstupů a výstupů.



Obr. 8.13: Blok pro ovládání oddělovače balíků v zadní části dopravníku

8.3.7 Robot KUKA

Výpis CFC programu pro řízení robota KUKA se nachází v elektronické příloze ROB3.pdf.

V tomto CFC je naprogramovaný blok ovládání robota, dodaný společně s robotem KUKA. V rámci testování a simulace funkčnosti bylo přidáno několik bloků CH_DO sloužící pro jednodušší ověřování funkcí.

8.3.8 CFC pro ovládání ovinovačky a jejího dopravníku

Výpis CFC programu pro řízení ovinovačky se nachází v elektronické příloze TW4.pdf. Základem pro ovládání ovinovačky je blok ConvCtrl. Na jeho vstup se přivádí signály o uvolnění, o sousedících zařízeních, o kvitaci poruchy a signál o blokaci světelné závory. Dale jsou přiváděny signály z ovinovačky o jejím stavu. Výstupem blok pro ovládání dopravníku je struktura QwState pro operátorský panel, signál k ovládání zařízení, informace o aktuálním stavu ovinovačky, signál pro spuštění následujících zařízení, informace o přesunu palety na a z ovinovačky a zda odebírací dopravník převzal paletu. Dále jsou zde výstupy pro spuštění a zastavení ovinování palety fólií, reset případných poruch, informace o pohybu palety, porucha ovinovačky, informace o přerušení světelné závory a hlášení o poruše. Na obrázku 8.14 je znázorněn blok pro ovládání ovinovačky a význam jednotlivých vstupů a výstupů.

	Conv4Ctrl	ConvCtrl	Conveyer	OB35	
			9/1		
Uvolnit	Enable	QdwState			Stav na operátorský panel
Předcházející zařízení je připraveno	PrevRd	ConvCtrl			Ovládání zařízení
Předcházející zařízení běží	PrevRun	Occup			Obsazeno
Následující zařízení je odsazeno	NextOccu	QRun			Běží
Následující zařízení běží	NextRun	Error			Porucha
Kvitace poruchy	ACK	QNextSta			Spuštění následujícího zařízení
Blokaci světelné závory	LightGat	P2_P4_Ru			Běží transfer z dop. 2 na dop. 4
Režim průjezdu palety ovinovačkou	TransSw	P4_P5_Ru			Běží transfer z dop. 4 na dop. 5
Ovinovačka připravena	Ready	P5_Acc			Dopravník 5 převzal paletu
Ovinovačka převzala paletu	Acc	P4_CtrlS			Start ovinovačky 4
Ovinovačka dokončila paletu	End	P4_CtrlS			Stop ovinovačky 4
Ovinovačka porucha	Fault	P4_Rst			Reset poruchy
Ovinovačka chod	Run	P4_Tran			Transfer dop. 2 na dop. 4 a nebo z dop. 4 na dop. 5
Ovinovačka v režimu automat	Aut	P4Fault			Porucha ovinovačky
		LightGat			Světelné závory
		QwAlarm			Status poruchových hlášení

Obr. 8.14: Blok pro ovládání ovinovačky a jejího dopravníku

9 NÁVRH PROGRAMU PRO OPERÁTORSKÝ PANEL A JEHO OVLÁDÁNÍ

Při tvorbě návrhu programu pro operátorský panel bylo využito vývojového prostředí firmy Siemens a to programu WinCC Flexible 2008 SP2. Software WinCC flexible vznikl v roce 2004 ve společnosti Siemens a slouží k vytváření vizualizačních projektů pro celé spektrum Siemens ovládacích panelů.

Ve vizuální aplikaci se vytváří jednotlivé obrazovky, které se nastavují pomocí předpřipravených objektů znázorňující řízené technologie. K dispozici je knihovna, kde je možno nalézt jak jednotlivé technologické prvky (ventil, motor, klapka, ..) tak i obrázky sil, potrubí, dopravníků, HW PC a další.

„Faceplate“ je speciální objekt, který je nutno vytvořit. Hlavní výhodou těchto objektů, je možnost centrální změny, i když jsou již rozmístěny na jednotlivé obrazovky.

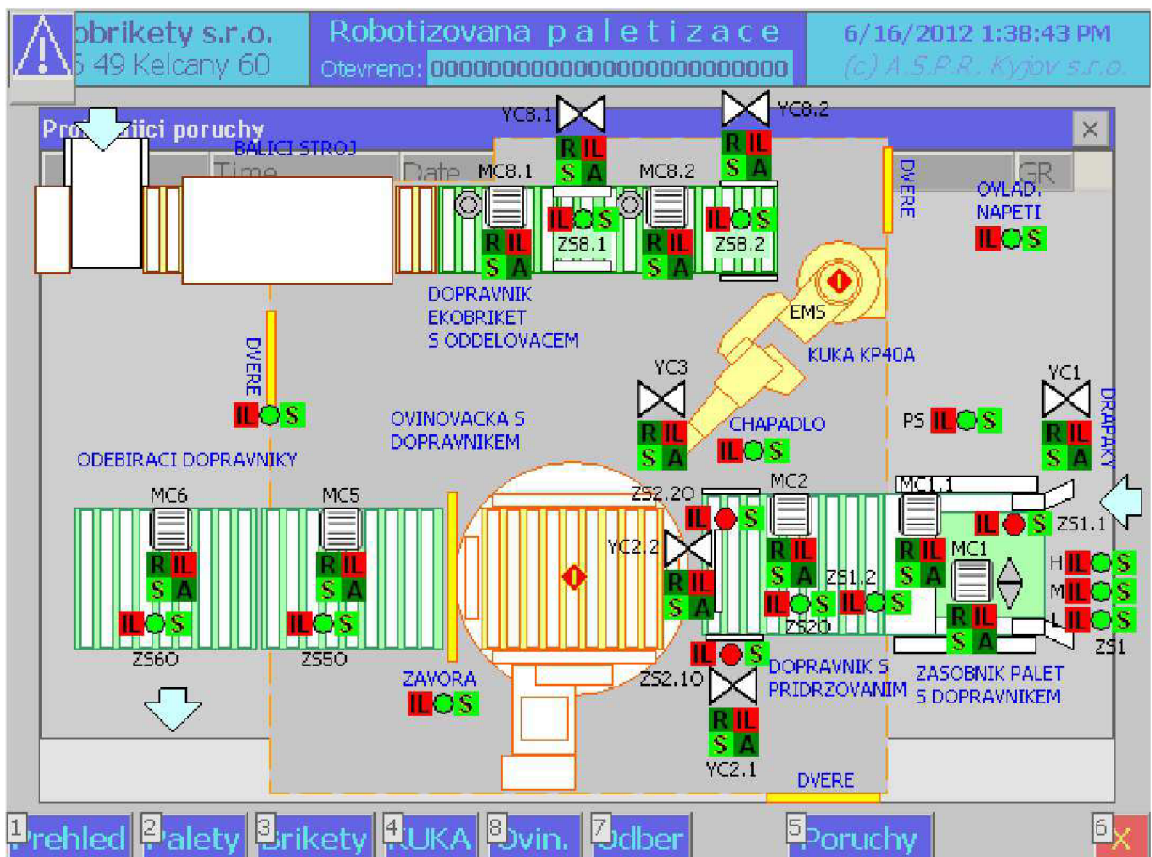
Pomocí dalšího editoru se vytvářejí textové zprávy (alarmy), které informují operátora o určitých událostech z řízené technologie. Propojení s PLC je realizováno buď přes zadaný bit (0 nebo 1), nebo překročením/klesnutím přes/pod zadanou mez měřené veličiny. Textové zprávy lze rozdělit podle důležitosti do tříd, pomocí nichž se operátor rychleji orientuje o jaký problém se jedná.[11]

9.1 Program

Z důvodů zvolení jiného panelu a vývojového prostředí firmou ASPR byl vytvořen pouze návrh hlavní obrazovky a jednotlivých faceplatů pro ovládání motorů, snímačů a ventilů. Základem programu je hlavní obrazovka, na které je zobrazena celá linka s jednotlivými ovládanými motory, ventily a snímači. Každý prvek na hlavní obrazovce následně signalizuje v jakém je stavu, informaci o poruše, v jakém režimu se nachází a zda není blokován.

9.1.1 Návrh úvodní obrazovky pro operátorský panel

V úvodní obrazovce je znázorněna celá linka s jednotlivými prvky pro ovládání (motory, ventily, snímače) [12]. Úvodní obrazovka je přiložena v obrázku 9.1.



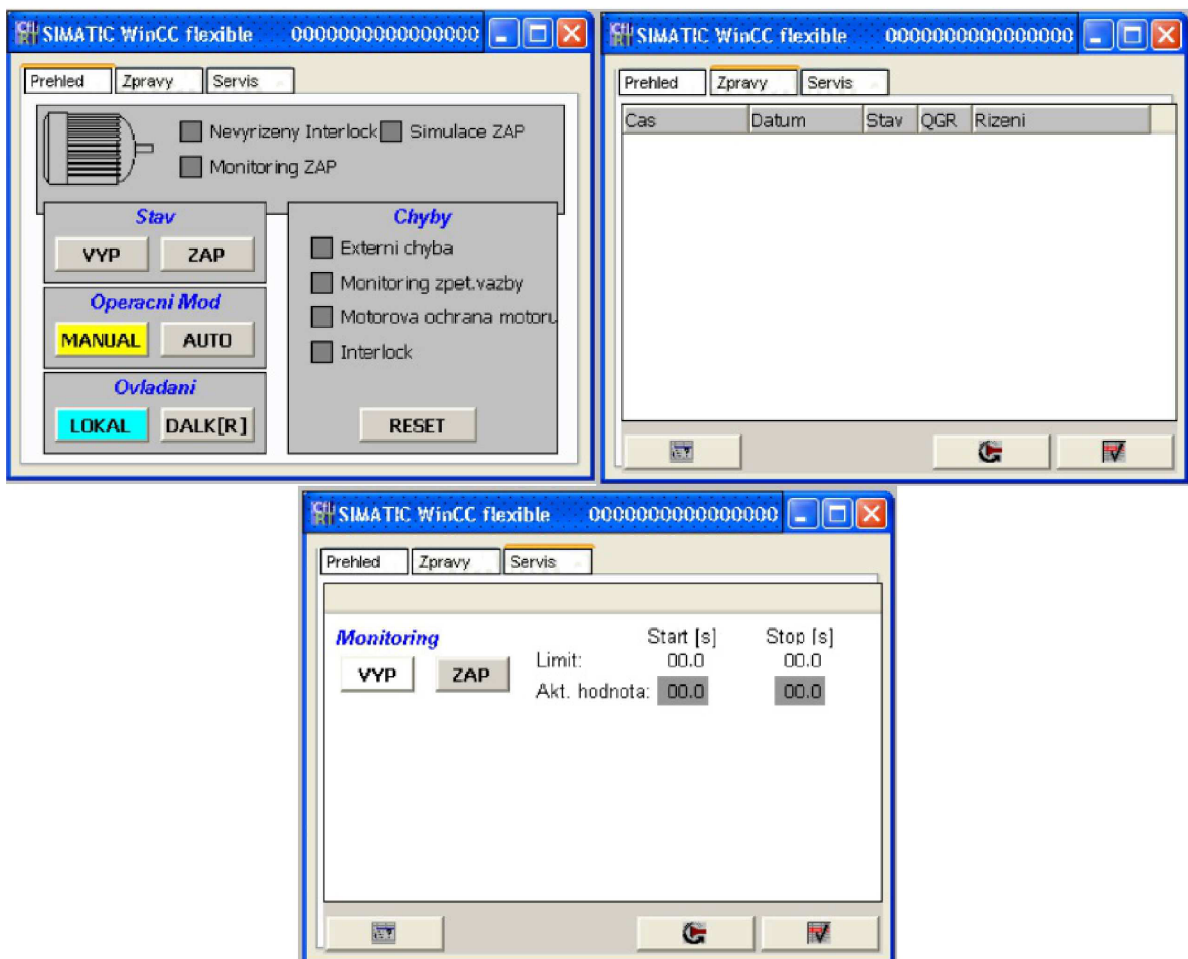
Obr. 9.1: Návrh úvodní obrazovky

9.1.2 Faceplate motoru

Pro ovládání motoru se využívá faceplate, ve který shrnuje všechny prvky pro ovládání, monitoring a chyby týkající se motoru. Faceplate motoru je provázán s řídicím programem pomocí struktur QwState_Struct, QwAlarm_Struct a OPdwCmd_Struct.

Faceplate motoru je přiložen jako obrázek 9.2 a je tvořen ze 3 oken:

- Přehled (možnost zapnout a vypnout motor, přepínat mezi manuálním nebo automatickým režimem. Dále jsou zde zobrazeny chyby pro signalizaci jejich řešení)
- Zprávy (shromaždiště stavů a alarmů)
- Servis (možnost monitoringu motoru)



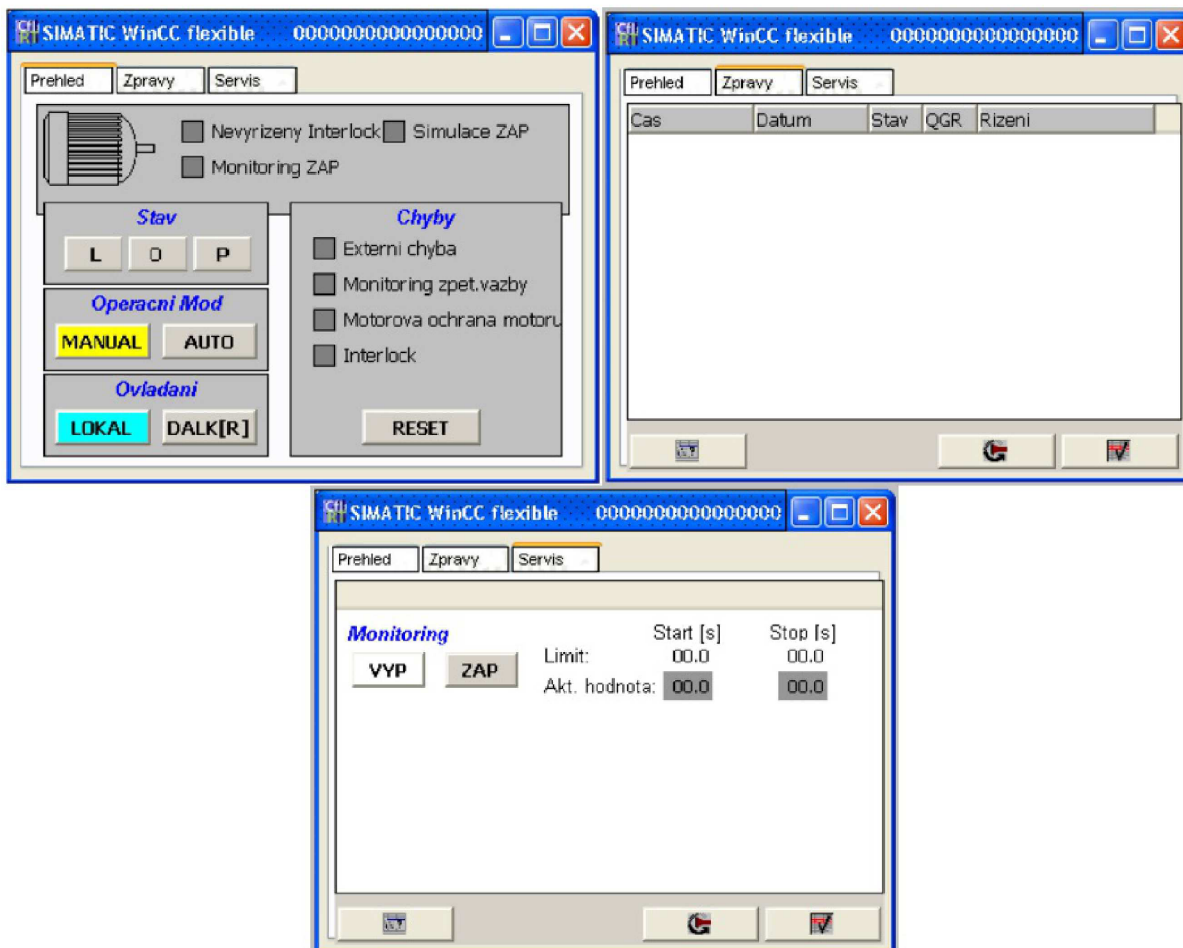
Obr. 9.2: Obrazovky faceplatu pro motor

9.1.3 Faceplate reverzního motoru

Pro ovládání reverzního motoru se využívá faceplate, který shrnuje všechny prvky pro ovládání, monitoring a chyby týkající se motoru do jedné přehledné obrazovky. Faceplate reverzního motoru je provázán s řídicím programem pomocí struktur QwState_Struct, QwAlarm_Struct a OPdwCmd_Struct.

Faceplate reverzního motoru je přiložen jako obrázek 9.3 a je tvořen ze 3 oken:

- Přehled (možnost zapnout doleva/doprava a vypnout motor, přepínat mezi manuálním nebo automatickým režimem. Dále jsou zde zobrazeny chyby a tlačítko Reset jejich řešení)
- Zprávy (shromaždiště stavů a alarmů)
- Servis (možnost monitoringu motoru)



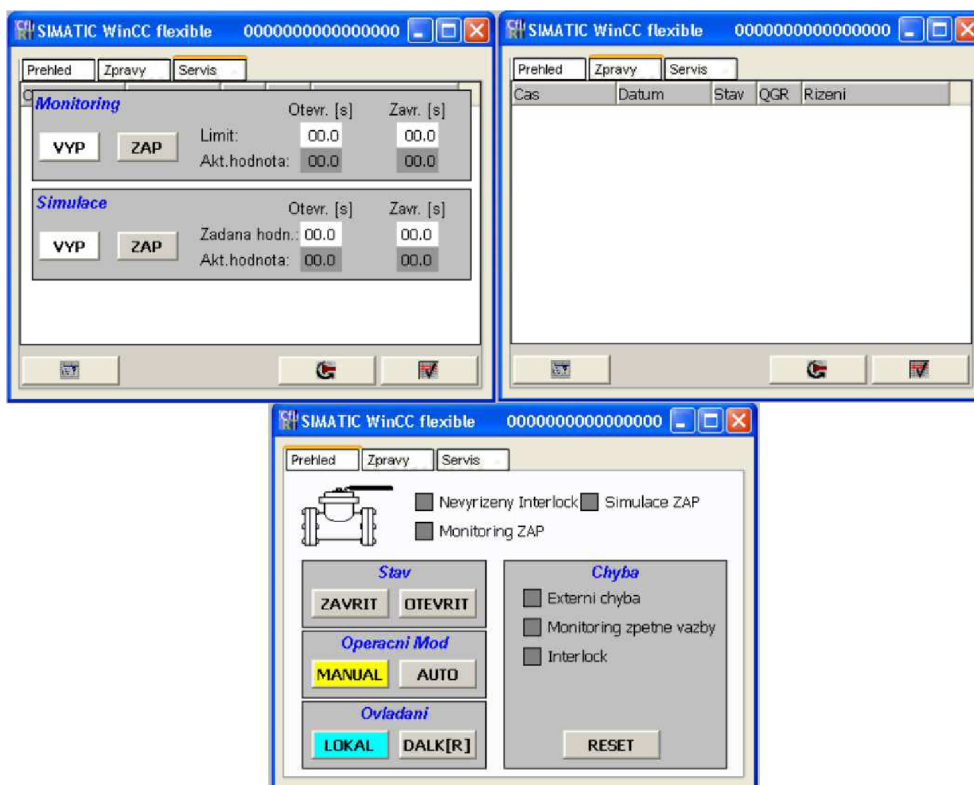
Obr. 9.3: Obrazovky faceplatu pro reverzní motor

9.1.4 Faceplate ventilu

Pro ovládání ventilů se využívá faceplate, který shrnuje všechny prvky pro ovládání, monitoring a chyby týkající se ventilu do jedné přehledné obrazovky. Faceplate ventilu je provázán s řídicím programem pomocí struktur QwState_Struct, QwAlarm_Struct a OPdwCmd_Struct.

Faceplate ventilu je přiložen jako obrázek 9.4 a je tvořen ze 3 oken:

- Přehled (možnost zapnout a vypnout motor, přepínat mezi manuálním nebo automatickým režimem. Dále jsou zde zobrazeny chyby a tlačítko Reset pro jejich řešení)
- Zprávy (shromaždiště stavů a alarmů)
- Servis (možnost monitoringu a simulace ventilu)



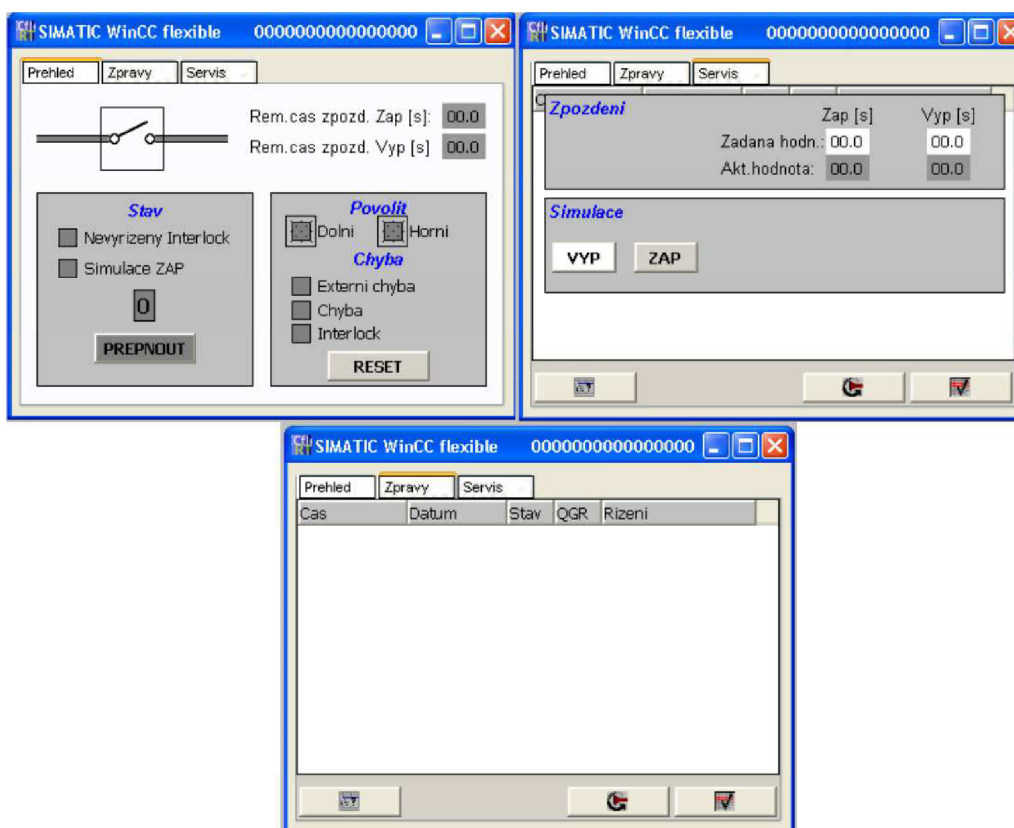
Obr. 9.4: Obrazovky faceplatu pro ventil

9.1.5 Faceplate snímače

Pro ovládání ventilů se využívá faceplate, který shrnuje všechny prvky pro ovládání, monitoring a chyby týkající se ventilu do jedné přehledné obrazovky. Faceplate ventilu je provázán s řídicím programem pomocí struktur QwState_Struct, QwAlarm_Struct a OPdwCmd_Struct.

Faceplate snímače je přiložen jako obrázek 9.5 a je tvořen ze 3 oken:

- Přehled (možnost přepnout snímač do 0 a 1. Dále jsou zde zobrazeny chyby a tlačítko Reset pro jejich řešení)
- Zprávy (shromaždiště stavů a alarmů)
- Servis (možnost zadání zpoždění a simulace snímače)



Obr. 9.5: Obrazovky faceplatu pro snímač

9.2 Ovládání linky

Linku obsluha ovládá pomocí operátorského panelu umístěného na rozvaděči dopravy. Kromě něj jsou zde tlačítka pro havarijní stop, ovládání napětí, restart závory, start a stop provozu a start robota KUKA a v případě nutnosti uvolnění robota KUKA. Dále byly na rozvaděči umístěny kontrolky signalizující muting závory, poruchu a přepínače pro manuální - vypnuto - automatický režim, průjezd palety ovinovačkou bez ovinutí. Na samotném displeji je po spuštění zobrazen základní přehled celého pracoviště a v případě potřeby lze kontrolovat nebo ovládat jednotlivé úseky pracoviště. V rámci bakalářské práce byl vytvořen návod pro obsluhu programu použitého v dotykovém displeji pracoviště, tento návod je přiložen v elektronické příloze ManualEkobrikety.pdf.

10 ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývá přípravou a realizací projektu automatizace procesu nakládání balíků ekobriket na paletu s využitím robota KUKA a ovládání paletizační linky pomocí naprogramovaného PLC firmy Siemens.

Na základě analýzy stávajících procesů při nakládání balíků na paletu bez využití robota v provozovně je vytvořen návrh nového uspořádání pracoviště pro nakládání balíků včetně výběru použitých zařízení, vyčíslení nákladů a výpočtu návratnosti investice do projektu. V další fázi projektu se řeší již tvorba elektro dokumentace, která je potřeba při výrobě rozvaděče, natažení kabelů k jednotlivým zařízením a následné instalaci linky. Velký důraz je dán na jištění přívodního kabelu z důvodu ochrany majetku, osob a zařízení.

V programové části je řešeno ovládání linky pomocí programu naprogramovaném ve vývojovém prostředí Siemens Simatic s CFC nástavbou za použití funkční bloku opakujících se prvků linky (motory, ventily a snímače). Práce se rovněž věnuje návrhu ovládání prvků na lince z operátorského stanoviště.

Záměrem provozovatele bylo urychlení procesu nakládání při současném snížení potřebnosti lidské obsluhy, což se podařilo. Realizací projektu se dokázalo ukázat, že využití PLC je efektivní i v malých provozovnách.

LITERATURA

- [1] *EKOBRIKETY s.r.o. Výrobní surovina.* [online] (cit. 15-05-2013). Dostupné z URL: <<http://www.ekobrikety.cz/vyrobni-surovina.html>>.
- [2] *EKOBRIKETY s.r.o. Výroba briket.* [online] (cit. 15-05-2013). Dostupné z URL: <<http://www.ekobrikety.cz/vyroba-drevenych-briket.html>>.
- [3] *Záznamový list — KR 40 PA, 2013. KUKA průmyslové roboty.* [online] (cit. 15-05-2013). Dostupné z URL: <http://www.kuka-robotics.com/res/sps/f776ebab-f613-4818-9feb-527612db8dc4_PF0025_KR_40_PA_en.pdf>.
- [4] *Ovinovačka ATLANTA MYTHO* [online] (cit. 15-05-2013). Dostupné z URL: <<http://www.atlantapackaging.co.uk/sites/default/files/pdf/Mytho-A.pdf>>.
- [5] *KOSEK, Rostislav. Profinet – řešení firmy Siemens pro průmyslový Ethernet v automatizaci. Automatizace. 9.9.2004, roč. 47, č. 9, s. 564.* [online] (cit. 15-3-2013). Dostupné z URL: <<http://www.automatizace.cz/article.php?a=287>>.
- [6] *ZEZULKA, František a Ondřej HYNČICA. Průmyslový Ethernet VIII: Ethernet Powerlink, Profinet. AUTOMA roč. 2008, č. 8, s. 5* [online] (cit. 15-12-2011). Dostupné z URL: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=37288>.
- [7] *KRÁL, Miloš. Výhody a nevýhody sítí TN-C a TN-S. Železniční stavitelství Praha a. s.* [online] (cit. 15-05-2013). Dostupné z URL: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=24876>.
- [8] *STAVBA A REKONSTRUKCIA — Co znamenají některé zkratky v souvislosti na elektrozařízeních* [online] (cit. 15-05-2013). Dostupné z URL: <<http://www.tvojdrom.sk/dom-stavba/stavba-rekonstrukcia/co-znamenaji-nektere-zkratky-v-souvislosti-na.aspx>>.
- [9] *SICHR — Manuál výpočtového programu. Help.cz.pdf* [součást instalace programu] (cit. 15-05-2013). Dostupné z URL: <<http://www.oez.cz/sluzby/vypoctovy-program-sichr>>.
- [10] *PÁSEK Jan: Programovatelné automaty v řízení technologických procesů.* [online] (cit. 15-05-2013). Dostupné z URL: <https://www.vutbr.cz/www_base/priloha.php?dpid=45795>.

- [11] *SIMATIC WinCC flexible: Jednotné projekční prostředí od malých panelů až po aplikace na PC.* [online] (cit. 05-05-2013). Dostupné z URL: <<http://stest1.etnetera.cz/ad/current/index.php?ctxnh=b797d89395>>.
- [12] *Imber, Robert. TheReimber's channel: Siemens WinCC tutorial* [online] (cit. 15-12-2011). Dostupné z URL: <<http://www.youtube.com/watch?v=wSg67YudaAg>>.

SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK

CFC Conection Flow Chart

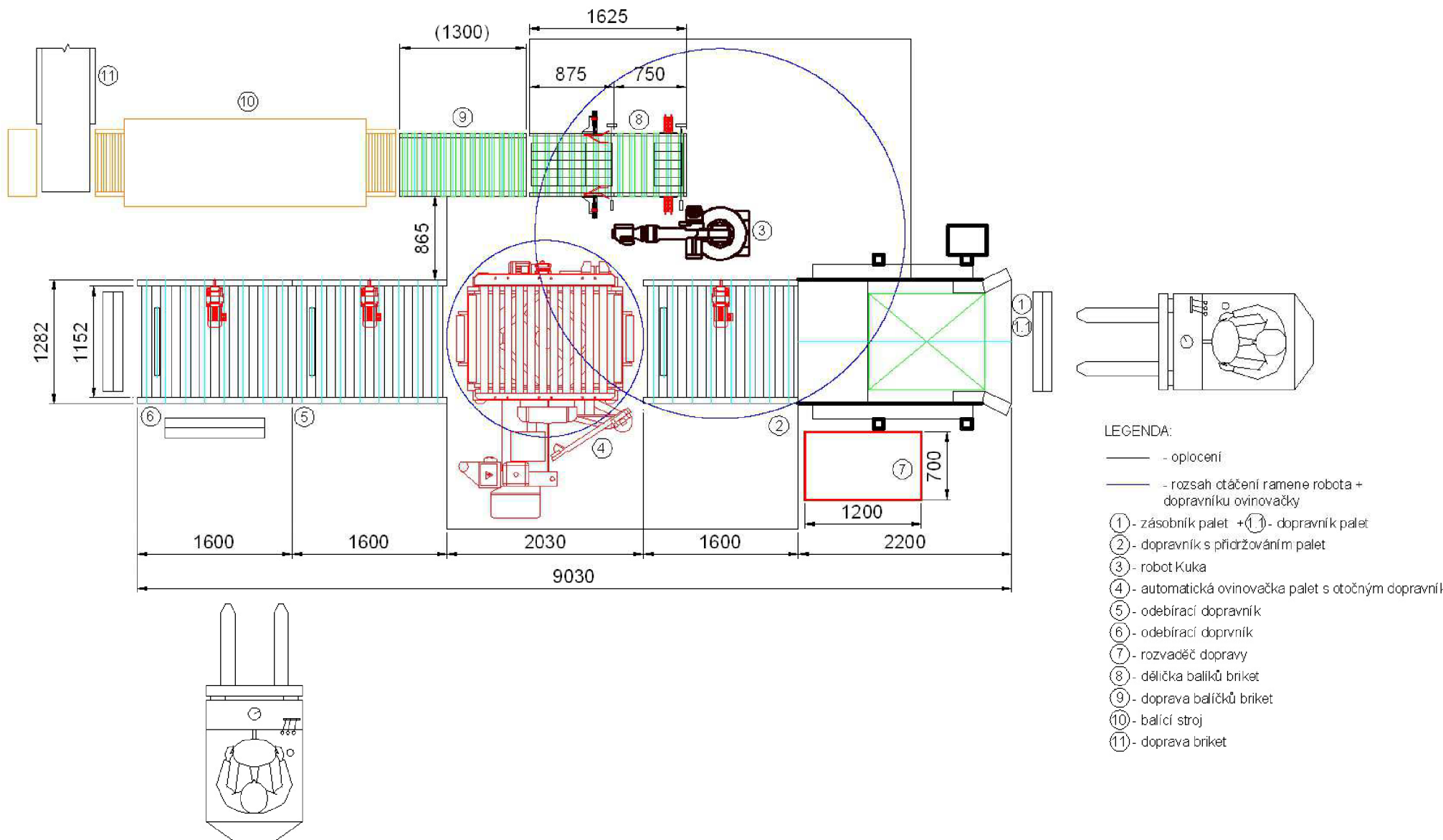
PLC Programmable logic controller

FB Function Block

SEZNAM PŘÍLOH

A	Návrh automatizovaného robotizovaného pracoviště	62
B	Parametry automatické ovinovačky Atlanta Mytho	63
C	Výpočet spotřeby automatizovaného pracoviště	64
D	Harmonogram instalačních prací	65
E	Náklady na realizaci	66
F	Vývojový diagram programu ovládání pracoviště	68
G	Seznam vstupů PLC	69
H	Seznam výstupů PLC	71

A NÁVRH AUTOMATIZOVANÉHO ROBOTIZOVANÉHO PRACOVISTĚ



B PARAMETRY AUTOMATICKÉ OVIHOVAČKY ATLANTA MYTHO

Stupeň automatizace	Automatické
Specifikace točny	Dopravník
Speciální funkce	Předepínání fólie, Přítlak, Svár, ořez, Speciální parametry ovinu
Rychlost točny ot. /min.	16
Max. výška produktu v mm	2400
Max. rozměry produktu v mm	1200x1400
Max.hmotnost produktu v kg	2000
Ovládací panel	START, STOP, RESET, Manuální/auto režim, Bezpečnostní stop
Nastavení parametrů	Rychlost posuvu fólie, Rychlost rotace točny, Fotobuňka zpoždění/vyjímá, Procento předepínání, Horní/spodní ovin, Napínání fólie nahoře a dole, Napínání nahoru/dolů, Doba svařování (volitelně), Ořez
Výběr ovinovacího cyklu	Výrobní data, 10 programovatelných pamětí, Prázdný cyklus (průjezd produktu), Přítlak (volitelně), Fotobuňka/výškoměr
Provozní napětí	400V, 3Ph, +N +G - 50/60Hz
Příkon	3.5 kW
IP	54

C VÝPOČET SPOTŘEBY AUTOMATIZOVANÉHO PRACOVIŠTĚ

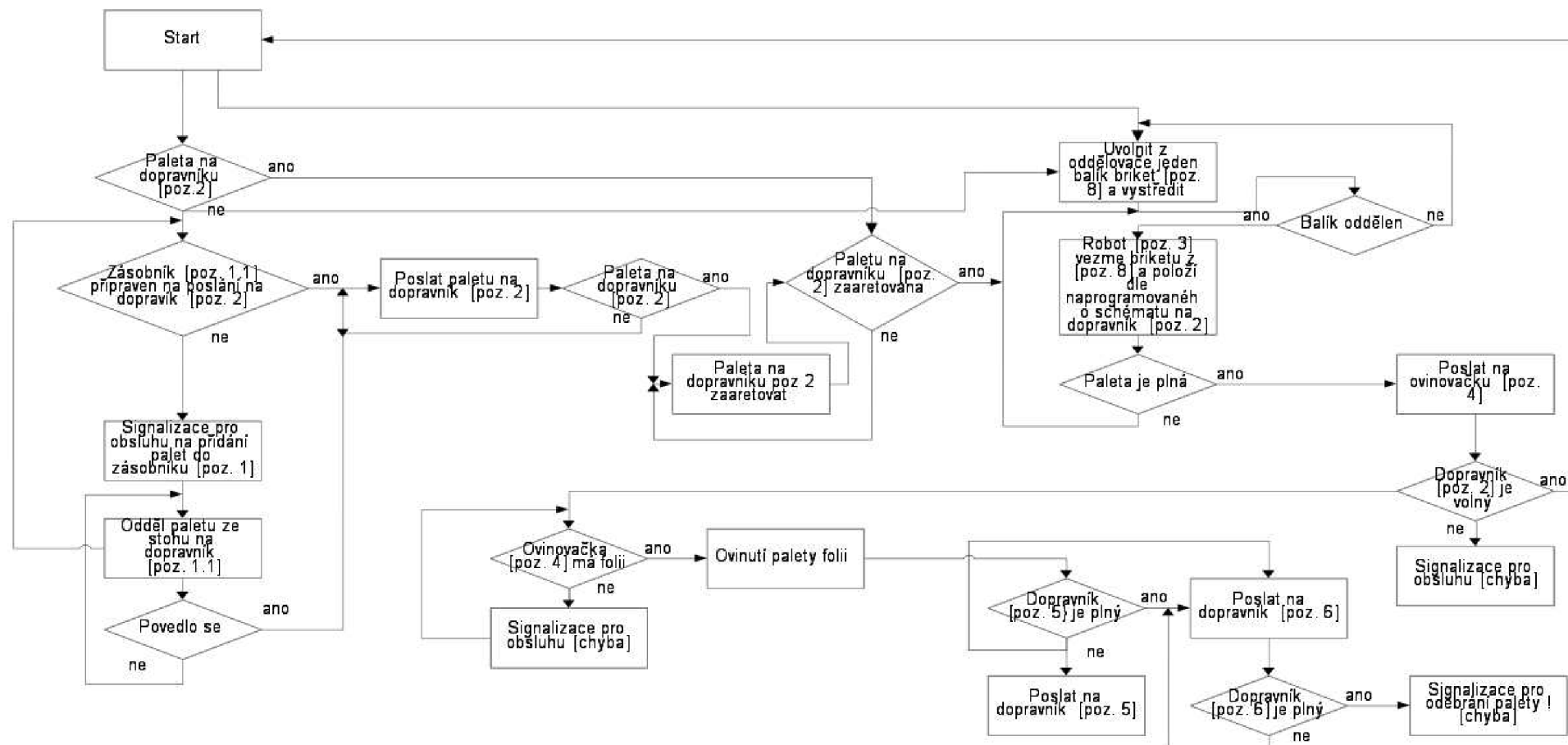
Označení	Zařízení	Příkon [kW]	Spotřeba tlakového vzduchu [l/hod]	Spotřeba tlak. vzduchu na kW	Celková spotřeba zařízení [kW]	Využití za hodinu [s]	Přepočet spotřeby na kWh
1	Zásobník palet	1,50	31,4	3,30	4,80	120	0,160
1.1	Dopravník zásobníku palet	0,75	-	-	0,75	110	0,023
2	Dopravník s přidržováním palet	0,75	62,8	6,60	7,34	120	0,245
3	Paletizační robot KUKA KP40A -el	9,20		-	9,20	3400	8,689
	Paletizační robot KUKA KP40A -vz		40,2	4,22	4,22	1000	1,173
4	Ovinovačka palet Atlanta Mytho	3,50	50,0	5,25	8,75	300	0,729
5	Odebírací dopravník	0,75	-	-	0,75	40	0,008
6	Odebírací dopravník	0,75	-	-	0,75	40	0,008
7	Rozvaděč dopravy	0,50	-	-	0,50	3600	0,500
8	Dělička balíků briket	0,55	160,8	16,90	17,43	2400	11,623
9	Doprava balíčků briket	neřeší projekt					
	Výroba vzduchu pro zařízení	36,05	345,2	36,25	-	-	-
	Maximální příkon [kW]	54,50	-	-	54,50	-	23,157

E NÁKLADY NA REALIZACI

Pol.	Název – popis	Cena bez DPH [Kč]
1.	Poz.1.1 – VD 2200 – válečkový dopravník	112 800
2.	Poz.1 – ZP 2200 – zásobník palet pro max. 15 palet	280 600
3.	příslušenství: nájezd palet do zásobníku, nájezd pro vysokozdvizné vozíky	11 200
4.	Poz.2 – VD 1600 – válečkový dopravník	64 860
	příslušenství: srovnávací a fixační zařízení ovládané pneuválci s koncovými spínači	89 400
5.	Poz.3 – Robot KUKA	1 179 200
6.	Uchopovací hlava robota	126 800
7.	Poz.4 – TERMPLAT 3000 PGS – automatická ovíječka palet s otočným dopravníkem	539 000
8.	Poz.5 – VD 1600 – válečkový dopravník	64 860
9.	Poz.6 – VD 1600 – válečkový dopravník	64 860
10.	příslušenství: nájezd pro vysokozdvizné vozíky	33 600
11.	Poz.7 – RCD – rozvaděč pro řízení dopravníků, dodávka včetně kabeláže a montážního materiálu	144 900
12.	VD 650 – válečkový dopravník, dělený dopravník se dvěma pohony pro dělení balíků	64 000
13.	příslušenství: koncová zarážka a stoper	129 500
14.	Gravitační stávající válečkový dopravník, zkrácení na délku 1300mm	9 500
Ostatní nutné dodávky		
15.	Základ pod robot, rozměr 800x800x400mm	3 820
16.	Přívody pro rozvaděč RCD – rozvaděč pro řízení dopravníků poz.7, pro robot poz.3 a ovinovačku poz.4	7 750
17.	Rozvod vzduchu pro zásobník palet poz.1, pro robot poz.3, ovíječku poz.4 a dopravník VD650 – poz.8	12 800
18.	Oplocení pro robot poz.3 a ovíječku poz.4 včetně vstupní a výstupní světelné bezpečnostní závory	165 800
Montáž strojní		
19.	Montáž dopravníků poz.1.1, poz.2, poz.3, poz. 5-6, poz.8-9	39 500
20.	Montáž zásobníku palet poz.1	4 500
21.	Demontáž dopravníku poz.9 a následná montáž	4 500

Montáž elektro a pneumatiky		
22.	Montáž kabelových rozvodů pro dopravníky poz. 1.1, poz.2, poz.3, poz. 5-6, poz.8-9	16 800
23.	Montáž kabelových rozvodů a pneumatiky pro zásobník palet poz. 1	8 200
24.	Montáž kabelových rozvodů a pneumatiky pro robot poz.3	16 800
25.	Montáž hlavních přívodů pro řízení dopravníků poz.7, pro robot poz.3 a ovíječku poz.4	8 900
26.	Výchozí revize	3 000
Inženýrská činnost		
27.	Vypracování kompletní prováděcí dokumentace strojní části	30 000
28.	Vypracování kompletní prováděcí dokumentace elektro části a řízení	25 000
29.	Vypracování programu pro řízení dopravníků, zásobníku palet a vazeb na robot poz.3 a ovíječku poz.4	12 800
30.	Vypracování prohlášení o shodě	50 000
Celkem)		3 325 250
DPH		665 050
CELKEM S DPH		3 990 300

F VÝVOJOVÝ DIAGRAM PROGRAMU OVLÁDÁNÍ PRACOVIŠTĚ



G SEZNAM VSTUPŮ PLC

Adresa	Symbolická adresa	Popisek
I 0.0	MC1.1Fault	Porucha dopravníku M1.1 v zásobníku palet - 2Q1
I 0.1	MC1.1Run	Chod dopravníku M1.1 v zásobníku palet - 21KM1
I 0.2	MC1Fault	Porucha motoru M1 zdvihu zásobníku palet - 2Q2+2F1
I 0.3	MC1RunUp	Chod motoru M1 zdvihu zásobníku palet nahoru - 21KM2
I 0.4	MC1RunDw	Chod motoru M1 zdvihu zásobníku palet dolu- 21KM3
I 0.5	MC2Fault	Porucha dopravníku s přidržením M2 - 3Q1
I 0.6	P4.Trans	Průjezd palety ovinovačkou
I 0.7	MC5Fault	Porucha dopravníku M5 - 3Q2
I 1.0	DoorClose	Bezpečnostní dveře zavřeny - 7K1
I 1.1	MC6Fault	Porucha dopravníku M6 - 3Q3
I 1.2	MC8.1Fault	Porucha dělicího dopravníku M8.1 - 4A1
I 1.3	MC8.2Fault	Porucha dělicího dopravníku M8.2 - 4A2
I 1.4	AutModeSw	Automaticky provoz - 13S1/1
I 1.5	HandModeSw	Manuální provoz - 13S1/2
I 1.6	StartBut	Start automat/manul provoz -13S2
I 1.7	StopBut	Stop automat/manuál provoz -13S2
I 2.0	ZS1L	Zdvih zásobníku palet dole - 14S1
I 2.1	ZS1M	Zdvih zásobníku palet uprostřed - 14S2
I 2.2	ZS1H	Zdvih zásobníku palet nahoře - 14S3
I 2.3	ZS1C	Zdvih zásobníku palet sevřen - 14S4+14S5
I 2.4	ZS1O	Zdvih zásobníku palet otevřen - 14S6+14S7
I 2.5	ZS1.1O	Dopravník M1.1 v zásobníku palet obsazen - 14S8
I 2.6	ZS2.2O	Zarážka v dopravníku s přidržením M2 nahoře - 14S9
I 2.7	ZS2.2C	Zarážka v dopravníku s přidržením M2 dole - 14S10
I 3.0	ZS2.1O	Srovnání v dopravníku s přidržením M2 otevřeno - 15S1
I 3.1	ZS2O	Dopravník s přidržením M2 obsazen - 15S2
I 3.2	ZS5O	Dopravník M5 obsazen - 15S3
I 3.3	ZS6O	Dopravník M6 obsazen - 15S4
I 3.4	ZS8.1.1O	Stoper v Dělicím dopravníku M8.1 v základní poloze - 15S5
I 3.5	ZS8.1.2O	Dělicí dopravníku M8.1 obsazen - 15S6
I 3.6	ZS8.2.1O	Srovnání v dopravníku M8.2 otevřeno - 15S7
I 3.7	ZS8.2.2O	Srovnávací dopravníku M8.2 obsazen - 15S8

I 4.0	CtrlVoltOn	Ovladaci napeti zapnuto - 8K1
I 4.1	LightGateOn	Svetelna zavora zapnuta - 9K2+9K3
I 4.2	PS1.OK	Tlak vzduchu OK - 16PS1
I 4.3	ZS3.1O	Hlava robota válec 1 otevřen - 16S1
I 4.4	ZS3.2O	Hlava robota válec 2 otevřen - 16S2
I 4.5	ZS3.3O	Hlava robota válec 3 otevřen - 16S3
I 4.6	ZS3.4O	Hlava robota válec 4 otevřen - 16S4
I 4.7	ZS3.5O	Hlava robota válec 5 otevřen - 16S5
I 5.0	P4.Ready	Ovinovačka 4 připravena přijmout paletu
I 5.1	P4.Acc	Ovinovačka 4 přijala paletu
I 5.2	P4.End	Ovinovačka 4 dokončila ovijeni
I 5.3	P4.Fault	Porucha ovinovačky 4
I 5.4	P4.Run	Chod ovinovačky
I 5.5	P4.Aut	Ovinovačka v automatickém režimu
I 5.6	PackOnTable	Balík na odkládacím stole
I 5.7	GripCheck	Kontrola uchyceni výrobku
I 19.0	KeyRobot	
I 19.1	ZS1.2O	dopravníku M1.1 v zásobníku palet obsazen - 18S1
I 19.2	ACKBut	Reset poruchy
I 19.3	ZS8.2.3O	Srovnávací dopravníku M8.2 obsazen
I 19.4	MC08.Block	Blokace dopravníku MC8
I 19.5	ZS2_2O	Dopravník s přidržením M2 obsazen - 15S2.2
I 258.0	PRDLRDY	
I 258.1	STOP_MESS	Zastavení robota
I 258.2	PRO_ACT	
I 258.3	HOME	Povel k výchozí poloze robota
I 258.4	ON_PATH	
I 258.5	EXT	
I 258.6	HAND	Povel k ručnímu ovládání robota
I 258.7	AUTO	Povel k automatickému ovládání robota
I 259.0	GRIPOFF8	Hlava je mimo balík
I 259.1	GRIPOFF2	Hlava je mimo paletu
I 259.2	PALETEND	Paleta je plna
I 259.3	GRIPOPCTRL	Hlavu otevřít
I 259.4	CHECK	Ztráta dílu

H SEZNAM VÝSTUPŮ PLC

Adresa	Symbolická adresa	Popisek
Q 0.0	P2-P4.Run	Běží přeprava palety z dopravníku 2 na ovinovačku 4
Q 0.1	P4-P5.Run	Běží přeprava palety z ovinovačky 4 na dopravník 5
Q 0.2	P5.Acc	dopravník 5 převzal paletu
Q 0.3	P4.CtrlStart	Start ovinovačky 4
Q 0.4	P4.CtrlStop	Stop ovinovačky 4
Q 0.5	P4.Rst	Reset ovinovačky 4
Q 0.6	P4.Tran	Průjezd přes ovinovačku 4 bez balení
Q 1.0	AutModeIL	Signalizace automatického modu -20H1
Q 1.1	FualtIL	Signalizace poruchy -20H2
Q 1.2	P4.Quit	Kvitace otevřených dveří - 20K1
Q 1.4	HupeCtrl	Houkačka - 20H3/1
Q 1.5	GreenLight	Maják zelena barva - 20H3/2
Q 1.6	YellowLight	Maják žlutá barva - 20H3/3
Q 1.7	RedLight	Maják červena barva - 20H3/3
Q 2.0	MC1.1Ctrl	Ovládání dopravníku M1.1 v zásobníku palet - 21KM1
Q 2.1	MC1.CtrlUp	Ovládání motoru M1 zdvihu zásobníku palet nahoru - 21KM2
Q 2.2	MC1.CtrlDw	Ovládání motoru M1 zdvihu zásobníku palet dolu - 21KM3
Q 2.3	MC2.Ctrl	Ovládání dopravníku s přidržováním M2 v zásobníku palet - 21K1
Q 2.4	MC5.Ctrl	Ovládání dopravníku M5 palet - 21K2
Q 2.5	MC6.Ctrl	Ovládání dopravníku M6 palet - 21K3
Q 2.7	LightGateCtrl	Mutting světelné závory - 21K5
Q 3.0	MC8.1CtrlL	Ovládání dělicího dopravníku M8.1 - nízká rychlost - 4A1
Q 3.1	MC8.1CtrH	Ovládání dělicího dopravníku M8.1 - vysoka rychlost - 4A1
Q 3.2	MC8.2CtrlL	Ovládání dělicího dopravníku M8.2 - nízká rychlost - 4A2
Q 3.3	MC8.2CtrIH	Ovládání dělicího dopravníku M8.21 - vysoka rychlost - 4A2
Q 3.4	YC1.1CtrlC	Ovládání ventilu zdvihu zásobníku palet - drapáky sevřít- 22Y1

Q 3.5	YC1.1CtrlO	Ovládání ventilu zdvihu zásobníku palet - drapáky otevřít- 22Y2
Q 3.6	YC2.2.1CtrlO	Ovládání zarážky v dopravníku s přidržením M2 nahoru - 22Y3
Q 3.7	YC2.2.2CtrlC	Ovládání zarážky v dopravníku s přidržením M2 dolů - 22Y4
Q 4.0	YC2.1.1CtrlC	Ovládání srovnání v dopravníku s přidržením M2 sevřít- 23Y1
Q 4.1	YC2.1.2CtrlO	Ovládání srovnání v dopravníku s přidržením M2 otevřít- 23Y2
Q 4.2	YC8.1CtrlC	Ovládání stoperu v dělicím dopravníku M8.1 sevřít - 23Y3
Q 4.3	YC8.1CtrlO	Ovládání stoperu v dělicím dopravníku M8.1 otevřít - 23Y4
Q 4.4	YC8.2CtrlC	Ovládání srovnání v dopravníku M8.2 sevřít - 23Y5
Q 4.5	YC8.2CtrlO	Ovládání srovnání v dopravníku M8.2 otevřít - 23Y6
Q 4.6	YC3.CotrlC	Ovládání hlavy robota válec 1 až 5 sevřít - 23Y6
Q 4.7	YC3.CotrlO	Ovládání hlavy robota válec 1 až 5 otevřít - 23Y7
Q 258.0	DRIVERS_ON	
Q 258.1	CONF_MESS	
Q 258.2	EXT_START	
Q 258.3	MOVE_ENABLE	Pohyb povolen
Q 259.0	GRIPOFF8EN	Hlava na balík
Q 259.1	GRIPOFF2EN	Hlava nad paletu
Q 259.2	PALETRDY	Paleta připravena
Q 259.3	GRIPPOP	Hlavu otevřena
Q 259.4	GRIPCHECKROB	Kontrola dílu OK
Q 259.5	GOHOME	Požadavek na dokončení
Q 259.6	PACKTABLE	Balík na odkládacím stole
Q 259.7	NEWPALLETE	Signal k posláni prázdné palety
QW 256	LT1	