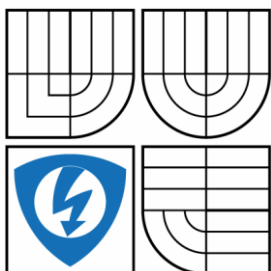


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

ŘÍZENÍ MODELU PNEUMATICKÉHO LISU

CONTROL OF PNEUMATIC PRESS MODEL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

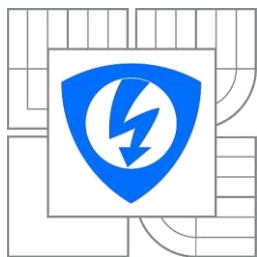
TOMÁŠ LICHOSYT

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. RADEK ŠTOHL, Ph.D.

BRNO 2014



**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: Tomáš Lichosyt
Ročník: 3

ID: 146890
Akademický rok: 2013/2014

NÁZEV TÉMATU:

Řízení modelu pneumatického lisu

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cílem práce je vytvořit dávkovací systém standardu 88 pro model elektropneumatického lisu. Zadání lze shrnout do následujících bodů:

1. Zpracujte rešerši týkající se standardu 88.
2. Navrhněte, popište a realizujte fáze dle standardu 88 v PLC.
3. Navrhněte, popište a realizujte procesy dávek v nadřazeném Batch.
4. Navrhněte, popište a realizujte příslušnou vizualizaci lisu v prostředí FactoryTalk.
5. Ověřte a vyhodnoťte své řešení.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

- [1] Logix5000 Controllers General Instructions (Reference Manual). Milwaukee: Rockwell Automation, Inc. 2008.
- [2] SAFEBOOK 4. Safety related control systems for machinery. (Reference Manual). Milwaukee: Rockwell Automation, Inc. 2011.

Dle vlastního literárního průzkumu a doporučení vedoucího práce.

Termín zadání: 10.2.2014

Termín odevzdání: 26.5.2014

Vedoucí práce: Ing. Radek Štohl, 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

Tato práce se zabývá vytvořením řídicího programu dle standardu 88. Dokument obsahuje stručný popis bezpečnostních prvků modelu pneumatického lisu. Dále se zaměřuje na popis standardu 88 a jeho následnou implementaci na model pneumatického lisu. Další část tohoto dokumentu popisuje vývojové prostředí FactoryTalk Batch, které bude použito pro dávkové řízení. Následuje popis vytvořených fází v prostředí RSLogix 5000, konfigurací a receptury vytvořené v softwaru FactoryTalk Batch. Posledním bodem je vytvoření přípravku pro lisování a razítkování.

Klíčová slova

Model elektropneumatického lisu, ControlLogix, PLC, SmartGuard 600, FactoryTalk Batch, Standard 88, Dávkové řízení, ČSN EN 61512-1, lisování, razítkování

Abstract

This thesis deals with the creation of the control program according to the standard 88. Document contains a brief description of the security features of the model of the pneumatic press. It also focuses on the description of the standard 88 and its subsequent implementation on the pneumatic model. Next part of this document describes the development environment FactoryTalk Batch, which will be used for batch control. The next is a description of the phases formed in RSLogix 5000, configures and recipe created in the FactoryTalk Batch software. The last point is the creation a product for pressing and stamping.

Keywords

Model of electropneumatic press, ControlLogix, PLC, SmartGuard 600, FactoryTalk Batch, Standard 88, Batch Control, IEC 61512-1, pressing, stamping

Bibliografická citace:

LICHOSYT, T. *Řízení modelu pneumatického lisu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2014. 56s. Vedoucí bakalářské práce byl Ing. Radek Štohl, Ph.D.

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Řízení modelu pneumatického lisu jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a 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.

V Brně dne: **26. května 2014**

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Radku Štohlovi, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne: **26. května 2014**

.....
podpis autora

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Bezpečnost	9
2.1	Bezpečnostní prvky modelu lisu	9
2.2	PLC SmartGuard 600	9
3	Standard 88	10
3.1	Základy standardu 88	10
3.1.1	Fyzický model.....	11
3.1.2	Procedurální model	12
3.2	Aplikace standardu 88	14
3.2.1	Fyzický model pneumatického lisu	14
3.2.2	Procedurální model pneumatického lisu	16
4	FactoryTalk BATCH	19
4.1	Instalace.....	22
4.1.1	Instalace Server	22
4.1.2	Instalace Klient	23
4.2	Vytvoření fází v RSLogix 5000	24
4.2.1	Stavový model	24
4.2.2	Instrukce pro obsluhu fází.....	27
4.3	Vytvoření pracovní oblasti pomocí Equipment Editoru	27
4.3.1	Komunikace	28
4.4	Vytvoření receptury v Recipe Editoru	30
4.5	Zobrazení dávkového procesu ve FactoryTalk Batch View	32
5	Programové a fyzické vybavení.....	34
5.1	Popis fází.....	34
5.2	Popis Oblasti	38
5.3	Popis procedury receptury.....	40
5.3.1	Charakteristika nastavovaného tlaku	42
5.3.2	Popis předdefinovaných receptur.....	44
5.4	Změna fyzického zařízení	45
6	Závěr	46

1 ÚVOD

Cílem této bakalářské práce je navrhnout řízení modelu pneumatického lisu dle standardu 88. Protože se jedná o obsluhu pneumatického lisu, který je posuzován jako vysoce nebezpečný stroj, je nutné splňovat bezpečnostní podmínky, které již byly dříve stanoveny. První část této práce se zabývá již navrženými bezpečnostními podmínkami. Pro bezpečný chod a splnění těchto podmínek je nutné použít bezpečnostní programovatelný logický automat (PLC). Tímto automatem je SmartGuard 600.

Pro splnění daných cílů je nezbytné nejprve porozumět standardu 88, proto se velká část práce zabývá právě tímto standardem. Tato část je rozdělena na dvě poloviny. První polovina se zabývá teorií a úvodem do standardu 88. V druhé části je naopak převedena teorie do praxe a bude navrhnout fyzický a procedurální model na použité lisovací zařízení.

Navržená koncepce bude aplikována v příslušném softwaru, který je určen pro práci ve standardu 88. Pro tuto aplikaci bude použit softwarový balíček FactoryTalk Batch od firmy Rockwell Automation. V této kapitole bude rozebráno jak toto softwarové vybavení nainstalovat, nastavit a připravit k použití. Dále zde bude vysvětleno, jak celý dávkový proces vytvořit a jak jej lze sledovat a obsluhovat.

Poslední kapitola se bude zabývat detailním rozbořem jednotlivých částí procesu a jeho slovním a grafickým popisem. Jako řídicí PLC bude použit typ ControlLogix 5561 od firmy Allen-Bradley. V tomto PLC budou uloženy nejdůležitější bloky programu (fáze). Bude zde popsán příslušný řídicí algoritmus a všechny fáze, které budou naprogramovány v PLC. Dále je nutné zamyslet se nad návrhem a zhotovení příslušné lisovací hlavice. Tato hlavice rozšíří možnosti pneumatického lisu a jeho využití. Doposud byl lis vybaven pouze pístem zakončeným šroubovicí s jednou maticí. Po úspěšném zhotovení bude lis schopný lisovat čtvercové profily a razítkovat různé vzory a texty.

2 BEZPEČNOST

Cílem bakalářské práce je řízení modelu pneumatického lisu, který by byl bez přidáných bezpečnostních prvků nebezpečný zdraví i na životě, proto musí být tyto bezpečnostní prvky přidány. Bezpečnostní prvky této bakalářské práce vychází z předchozí bakalářské práce [1], kde byla provedena analýza a zhodnocení rizik funkční bezpečnosti pneumatického lisu. Z výsledku těchto analýz vycházejí následující bezpečnostní prvky.

2.1 Bezpečnostní prvky modelu lisu

Bezpečnost modelu pneumatického lisu je zajištěna dvěma způsoby. Jeho spolehlivým provozem, ale také i přidánými bezpečnostními prvky. Mezi bezpečnostní prvky patří bezpečnostní tlačítka sloužící pro zaměstnání rukou obsluhy. Dalším prvkem je ochranný rám plexiskla ovládaný pneumatickým pístem, který zabraňuje možnému kontaktu s aktivním lisovacím pístem. Čidlo hlásící přítomnost materiálu a tlačítka START a STOP, které slouží pro otevírání a zavírání ochranného rámu plexiskla. Po stisknutí START tlačítka musí obsluha přiložit ruce na daná bezpečnostní tlačítka po dobu 350 ms a držet je po celou dobu lisování. Mezi další bezpečnostní prvky patří tlakový spínač, který monitoruje, zda je dosaženo požadovaného tlaku. Posledním prvkem je bezpečnostní tlačítko E-STOP. [1]

Všechny tyto bezpečnostní prvky monitoruje řídicí systém PLC SmartGuard 600.

2.2 PLC SmartGuard 600

PLC SmartGuard 600 (SG600) [9] je programovatelný bezpečnostní automat navržený pro bezpečnostní aplikace, které vyžadují komplexní logiku a další bezpečnostní funkce. SmartGuard nabízí 16 bezpečnostních vstupů, 8 bezpečnostních výstupů, 4 pulzní testovací výstupy a Ethernet/IP port. Kromě toho disponuje dále možností rozšíření vstupů a výstupů, které je možno realizovat pomocí rozšiřujících modulů řady 1791DS, které se připojují přes síť DeviceNet. Pomocí Ethernet/IP, nebo DeviceNet mohou další zařízení jako například PLC a HMI (Rozhraní člověk-stroj) číst data z tohoto zařízení pro diagnostiku a řešení problémů.

PLC SG600 v tomto projektu zastává hlavní roli při lisování. [2] Jeho úkolem je monitorovat, aby byly všechny bezpečnostní podmínky splněny, zda není stisknuto tlačítko E-STOP. Dále zda je ochranné plexisklo v koncové poloze (zavřeno) a zda je přítomen materiál pro lisování a poté jestli obsluha má ruce na bezpečnostních tlačítkách. Poté se teprve povolí systém lisování. Dále monitoruje, zda je u tlakového snímače dosaženo požadovaného tlaku.

Při splnění určitých podmínek, jako je například přerušení kontaktu s tlačítky obouručního ovládání, nebo otevření bezpečnostního plexiskla se celý proces zastaví.

3 STANDARD 88

Standard ISA 88, je popsán českou normou ČSN EN 61512-1. Norma stanovuje normalizovanou terminologii a ucelený soubor koncepcí a modelů pro dávková výrobní zařízení a jejich řízení. Tento soubor může zlepšit vzájemnou komunikaci mezi všemi zainteresovanými stranami.

Důvody použití této normy:

- Modularita
- Lepší komunikace zainteresovaných objektů
- Opakované použití

Modularita

Modularitou je myšleno rozdělení celého procesu na několik malých dílčích operací, které se často opakují. Zpracováním takového procesu v jedné aplikaci a opakované používání v druhé zajišťuje úsporu času i peněz.

Lepší komunikace zainteresovaných objektů

Standard 88 zavádí strukturu přehledných a jasných pravidel, díky kterým se mohou v daném procesu orientovat všichni zpracovatelé a zákazníci a vede k zpřehlednění celého procesu.

Opakované použití

Modularita standardu 88 zajišťuje strukturalizaci řídicích a technologických prvků do hierarchických a nezávislých modulů. Když jsou moduly jednou vyvinuty, mohou se znovu používat na podobné systémy jen s obměnou vstupních parametrů např. teplota v peci, doba tavení apod.

3.1 Základy standardu 88

Standard 88 využívá tzv. dávkového řízení (batch control). Dávka (batch) je množství produktu, které je vyráběno jediným provedením dávkového procesu. Dávkové řízení je takové řízení, které využívá řídicí činnosti a funkce poskytující prostředky pro zpracování konečného množství materiálu tak, že jsou po určitou časově omezenou dobu vystaveny souboru činností zpracování jedním nebo více zařízeními.

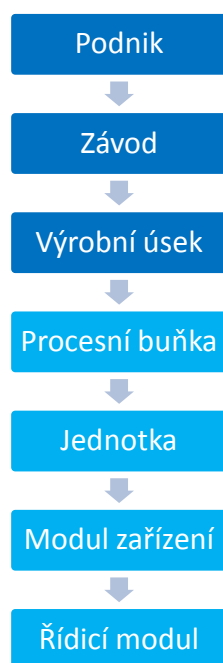
Pro zobrazení všech zařízení v celém technologickém procesu se používá tzv. „fyzický model“. Jelikož fyzický model popisuje pouze dané zařízení, musí být přidán další model, který bude popisovat, co se při daném procesu má provést. Tento postup se nazývá receptura a jeho nejdůležitější částí je procedura, která definuje, jak se má postupovat. Procedura bude dále rozebrána v kapitole procedurální model.

3.1.1 Fyzický model

Fyzický model se dělí na sedm částí výrobního procesu. Obrázek 3.1 zobrazuje schéma rozdělení fyzického modelu dle standardu 88.

První tři části se zabývají rozdělením procesu mezi jednotlivé *podniky*, *závody* a *výrobní úseky*. Podniky tedy mohou obsahovat jeden, nebo více závodů. Závody mohou obsahovat jeden, nebo více výrobních úseků. Další rozdělení se přímo dotýká samotného procesu výroby, a proto je barevně rozlišeno. Výrobní úsek se skládá z jedné nebo více *procesních buněk*. Procesní buňka se dále dělí na *jednotky*, *modul zařízení* a *řídící modul*.

Podnik tedy definuje společnost, která vlastní výrobní zařízení. Závod definuje umístění výrobních zařízení a výrobní úsek definuje určitou část úseku daného závodu.



Obrázek 3.1 Schéma fyzického modelu standardu 88

Procesní buňka

Obsahuje všechna výrobní zařízení potřebná pro danou výrobu jedné nebo více dávek. Je dále dělena na *jednotku*, *modul zařízení* a *řídící modul*.

Jednotka

Jednotka je nadřazená modulu zařízení a řídícímu modulu. Jedná se o hlavní část zařízení, které vykonává daný proces. Může obsahovat několik modulů zařízení, které dohromady tvoří celek celého procesu. Např. ovládání nádrže (míchání, napouštění, regulace teploty, vypouštění aj.).

Modul zařízení

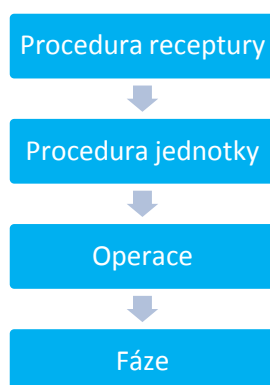
Modul je nadřazen řídicímu modulu. Uceluje jednoduchý proces a může provádět menší výrobní činnosti, např. regulační smyčka objemu v nádrži, regulační smyčka teploty. Může být částí jednotky, nebo členem seskupení několika samostatných modulů zařízení v rámci jedné procesní buňky.

Řídicí modul

Řídicí modul je nejnižší úrovní celého procesu, jedná se o prvek vykonávající binární nebo spojitě řízení. Jedná se tedy o např. ventily, motory, ale patří sem i snímače. Řídicí modul může být také sestaven z jiných modulů řízení.

3.1.2 Procedurální model

Procedurální model je hierarchický model funkcí, které se mají vykonat. Dá se tedy nazvat „receptem“ dané výroby. Procedurální model umožňuje dávkové řízení, tedy řízení, které umožňuje zařízení realizovat dávkový proces. Procedurální model obsahuje čtyři úrovně: *proceduru receptury*, *proceduru jednotky*, *operaci*, *fázi*. Schéma procedurálního modelu je zřejmé z obrázku (Obrázek 3.2).



Obrázek 3.2 Schéma procedurálního modelu standardu 88

Procedura receptury

Procedura receptury je postupem výrobního procesu a tedy nejvyšší úrovní této hierarchie. Obsahuje uspořádaný soubor procedur jednotek.

Procedura jednotky

Procedura jednotky je postup pro výrobní proces v rámci jedné jednotky. Obsahuje soubor operací, po jejichž dokončení je výsledkem ukončení daného výrobního sledu. V jednotce může probíhat vždy jen jedna operace a probíhá vždy až do jejího konce. Současně však může probíhat více procedur jednotky.

Operace

Operace je souhrn fází a zpracovává dílčí úkony výrobního procesu.

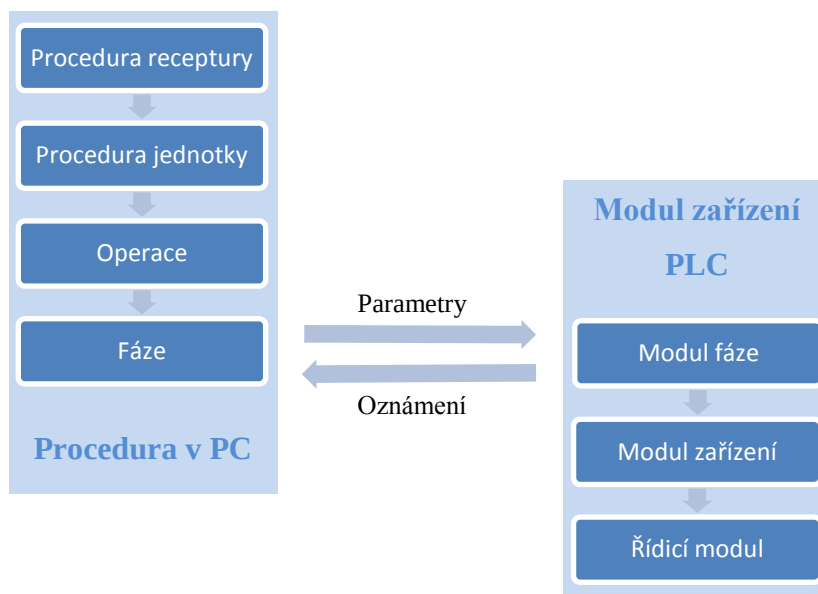
Fáze

Fáze je prvek s nejnižší úrovní procedurálního modelu. Fáze realizuje jednoduché procesní úkony, např. otevírá ventil, zapíná motor apod. Fáze jsou programovány a ukládány v programovatelném logickém automatu.

Porovnáním obrázku (Obrázek 3.1) a obrázku (Obrázek 3.2) (pouze stejně barevnou část) zjistíme, že jsou shodné. Tato shodnost vyplývá z toho, že princip ovládání a řízení musí být jak z hlediska operátora, tak i z hlediska vnitřních stavů stejný.

Procedurální schéma je pouze popis funkcí a událostí, které se mají provést, ale neřeší danou logiku (zdrojový kód), který by měl být nahraný v PLC nebo uložený v PC. Pro řízení procedury receptury se používá programů typu BATCH (Dávka). V tomto případě je použit program FactoryTalk BATCH, ale ten bude podrobněji popsán v následujících kapitolách.

Propojení procedurálního modelu s řídicím programem uloženým v PLC je zobrazeno na následujícím obrázku (Obrázek 3.3).



Obrázek 3.3 Propojení procedurálního modelu s řídicím programem v PLC

Z předchozího obrázku je zřejmé, že procedurální model komunikuje s programem PLC pro řízení fyzického modelu pomocí prvku v nejnižší úrovni modelu, tedy s fází. Program v PLC je na úrovni modulu zařízení a jak vidíme, komunikace funguje na úrovni fází.

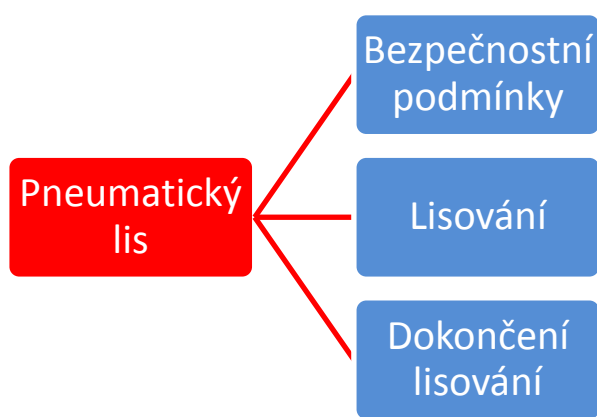
Procedurální model posílá do PLC parametry a zpátky se mu vrací oznámení (reporty) o stavu daného procesu.

3.2 Aplikace standardu 88

V předchozích kapitolách byla popsána podstata standardu 88. V dalších kapitolách bude rozebrána aplikace standardu 88 na daný model pneumatického lisu a jeho součásti.

3.2.1 Fyzický model pneumatického lisu

Ze zadání vyplývá, že je potřeba řídit pouze jeden pneumatický lis, a proto bude procesní buňka obsahovat pouze jednu jednotku a touto jednotkou je daný pneumatický lis. Rozvržení fyzického modelu pneumatického lisu je zobrazeno na následujících obrázcích.

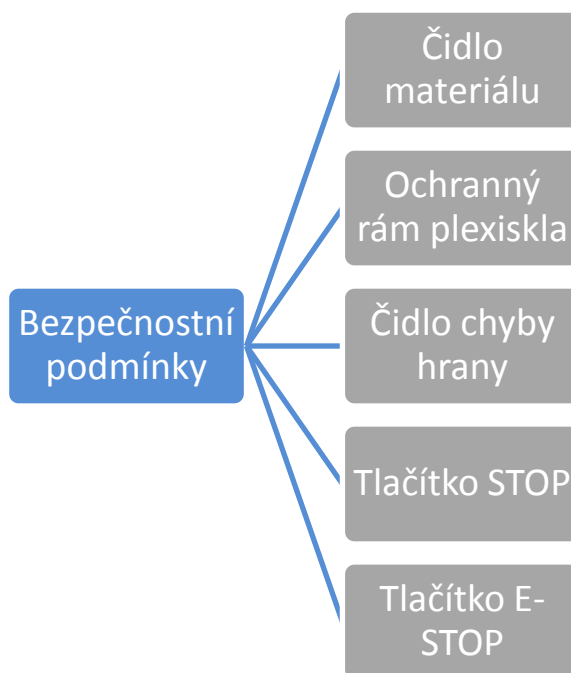


Obrázek 3.4: Fyzický model jednotky pneumatického lisu

Z obrázku (Obrázek 3.4) vyplývá, že jednotka pneumatický lis se dále dělí na 3 moduly zařízení – Bezpečnostní podmínky, Lisování a Dokončení lisování. Tyto moduly zařízení se dále dělí na řídicí moduly. Všechny moduly budou popsány na následujících schématech.

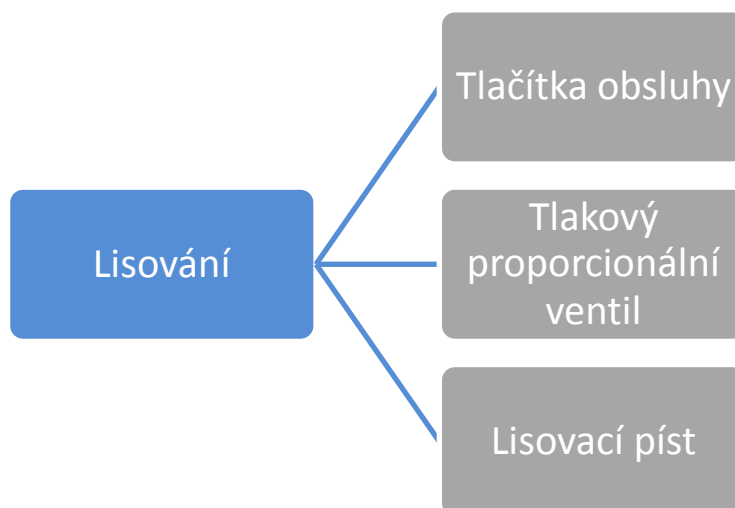
Prvním modulem je modul Bezpečnostní podmínky. Obrázek 3.5 zobrazuje modul zařízení Bezpečnostní podmínky, který obsahuje pět řídicích modulů. Všechny tyto moduly zajišťují kontrolu bezpečnostních podmínek, jsou tedy vstupními moduly. Čidla jsou připojena do PLC SmartGuard 600 a z tohoto PLC jsou dále vyčítána přes Ethernet v řídicím programu. Jedná se o bezpečnostní podmínky, které jsou popsány a vylepšeny v [1] a popsané v kap. 2.

Čidlo přítomnosti materiálu je tvořeno optickou závorou, která při narušení této závory detekuje přítomnost materiálu. Ochranný rám plexiskla obsahuje píst, kterým je rám plexiskla zavírán. Čidlo chyby hrany detekuje překážky při zavírání rámu plexiskla. Tlačítka STOP a E-STOP jsou fyzickými tlačítky, které budou ovlivňovat výrobní proces.



Obrázek 3.5: Modul zařízení jednotky Pneumatický lis - Bezpečnostní podmínky

Dalším modulem zařízení je modul Lisování, který je zobrazen na obrázku (Obrázek 3.1). Tento modul zastává funkci hlavního modulu zařízení, jsou zde umístěny hlavní řídicí moduly celého procesu. Patří sem tlačítka obsluhy, které jsou hlavním bezpečnostním prvkem při lisování, viz kapitola 2. Dále zde nesmí chybět Tlakový proporciální ventil, který slouží k nastavení tlaku v lisovacím pístu. Posledním prvkem je samotný Lisovací píst, který zastává hlavní úlohu celého procesu – lisování. Lisovací píst obsahuje čidla horní a dolní koncové polohy, kterými je možné jeho pozici sledovat a je možné jej zastavit v těchto koncových pozicích.



Obrázek 3.6: Schéma modulu zařízení Lisování

Modul Dokončení lisování (Obrázek 3.7) je modulem, který je zde umístěn pro dokončení celého procesu. Do tohoto modulu zařízení patří pouze jeden řídicí modul, a tím je Ochranný rám plexiskla, který kontroluje otevření ochranného rámu plexiskla.

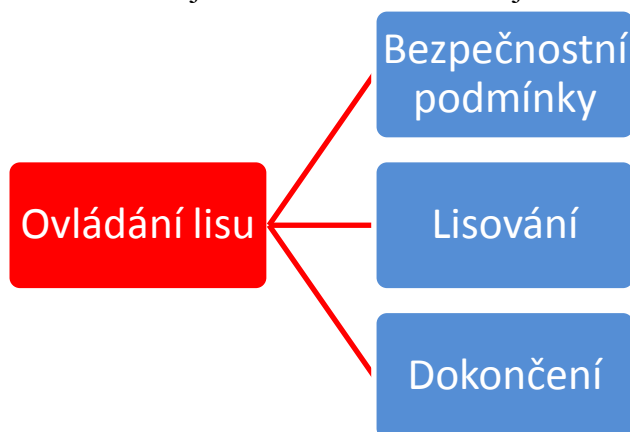


Obrázek 3.7: Schéma modulu zařízení Dokončení lisování

3.2.2 Procedurální model pneumatického lisu

Doposud byla řešena pouze fyzická realizace pneumatického lisu. Nyní bude popsán jeho procedurální model, tedy receptura celého výrobního procesu. Opět jako u fyzického modelu bude procedurální model obsahovat pouze jeden modul procedury jednotky, protože je řízen pouze jeden pneumatický lis. Procedura receptury může být obsažena vícekrát, bude mít ovšem stejné další podřízené moduly a budou se měnit pouze parametry lisování.

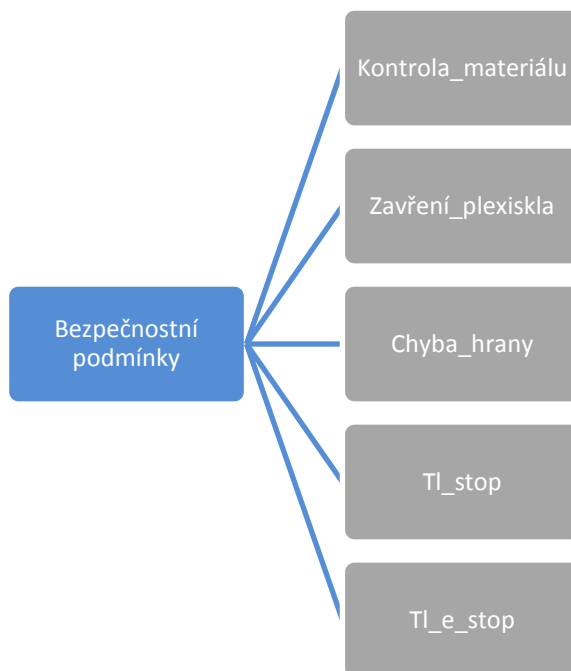
Schéma procedurálního modelu je znázorněno na následujícím obrázku.



Obrázek 3.8: Schéma procedury jednotky pneumatického lisu

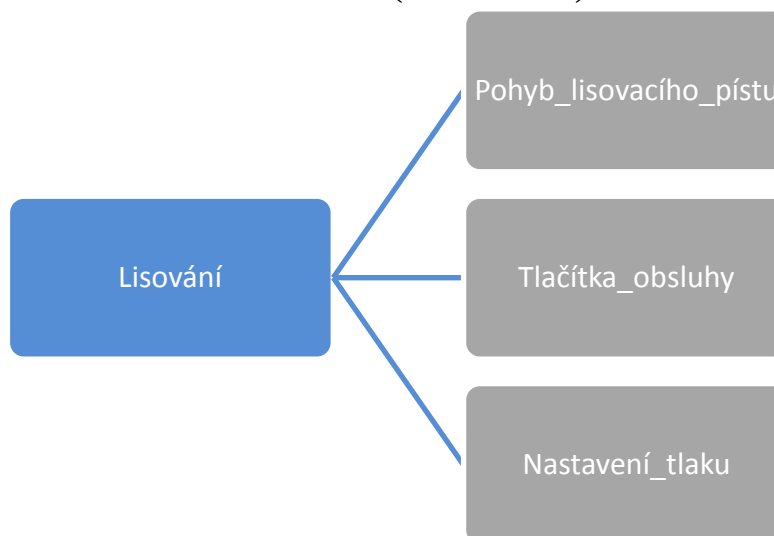
Procedura receptury může mít různý název, podle toho jakou činnost bude pneumatický lis vykonávat. Receptuře bude dále podřízena procedura jednotky zobrazena na obrázku (Obrázek 3.8). Na tomto obrázku je zobrazeno schéma procedury jednotky pro recepturu Lisování. Jak již bylo řečeno výše, pro jiné funkce, např. razítkování aj. použijeme stejné procedury jednotky a jí podřízených modulů. Změní se pouze parametry lisování obsažené v dané receptuře, což vychází z vlastností standardu 88.

Jednotlivé operace budou rozebrány podrobněji v následujících odstavcích. První operací je operace Bezpečnostní podmínky.



Obrázek 3.9: Zobrazení operace Bezpečnostní podmínky

Na schématu (Obrázek 3.9) je zobrazeno pět fází. Operace Bezpečnostní podmínky by se měla provést vždy hned na začátku celého procesu. Bez splnění této operace není možné lisování započít. Aby byla tato operace splněna, musí být splněny všechny fáze v této operaci. Jedinou výjimkou je fáze Tl_e_stop. Tato fáze není přímo spřažena s operací bezpečnostní podmínky, ale bude využívána jako funkce. Kontrola zda je bezpečnostní tlačítko e-stop stisknuté musí probíhat ve všech fázích celého procesu a musí umět výrobní proces přerušit v jakékoliv fázi. Fáze Zavření_plexiskla a Chyba_hrany jsou splněny po zavření plexiskla, stejně tak i Kontrola_materiálu, která navíc musí mít signál z optické závory, že je materiál opravdu přítomen. Pokud jsou všechny fáze splněny je povoleno přejít k operaci další a tou je operace Lisování. Schéma operace Lisování vidíme na obrázku (Obrázek 3.10).



Obrázek 3.10: Schéma operace Lisování

Operace Lisování obsahuje tři fáze – Pohyb_lisovacího_pístu, Tlačítka_obsluhy a Nastavení_tlaku. V této operaci bude pouze jedna fáze umístěna v proceduře receptury a tou je Pohyb_lisovacího_pístu. Fáze Nastavení_tlaku a Tlačítka_obsluhy budou využity jako funkce, které se budou buď opakovaně volat (v případě fáze Nastavení_tlaku), nebo bude potřeba je ovládat samostatně.

Jak už názvy fází napovídají, bude fáze Pohyb_lisovacího_pístu sloužit k pohybu lisovacího pístu, bude ovládat fázi Nastavení_tlaku a bude zjišťovat, zda jsou tlačítka obsluhy aktivní. Dokončení této operace znamená dosažení dolního koncového čidla na válci plexiskla, kde dojde k zastavení pístu. Poté se přejde k operaci Dokončení.



Obrázek 3.11: Zobrazení operace Dokončení lisování

Ze schématu (Obrázek 3.11) operace Dokončení je vidět, že obsahuje pouze jednu fázi. Tato operace začíná v situaci, kdy je lisovací píst ve spodní poloze a je zastavený. Fáze Dokončení má za úkol vrátit lisovací píst do horní koncové polohy a znehybnit jej. Poté kontroluje, zda je otevřen ochranný rám plexiskla a dochází k vyjmutí materiálu. Touto akcí dochází k dokončení této operace a celého dávkového procesu.

4 FACTORYTALK BATCH

Jelikož je požadována práce ve standardu 88, který se zabývá dávkovým řízením, bude potřeba k naprogramování této úlohy programové vybavení *FactoryTalk Batch*, vývojové prostředí *RSLogix 5000* a program *RSLinx Classic*, který zajišťuje komunikaci. Pracujeme-li s programem *FactoryTalk Batch*, je zapotřebí mít připravený počítač s operačním systémem Windows Server 2008 a vyšší, neboť je to nezbytné pro správný chod vytvořeného serveru za pomoci *FactoryTalk Batch* (viz minimální požadavky v kapitole 4.1).

FactoryTalk Batch (FTB) je software od Rockwell Automation sloužící k programování dle standardu 88. Obsahuje několik důležitých softwarových nástrojů jako *FactoryTalk Batch Server*, *Equipment Editor*, *Recipe Editor*, *View* aj.

Tento software zajišťuje jednodušší kontrolu nad výrobním procesem a zpřehledňuje jej díky možné vizualizaci výrobního procesu a generuje hlášení.

FactoryTalk Batch Server

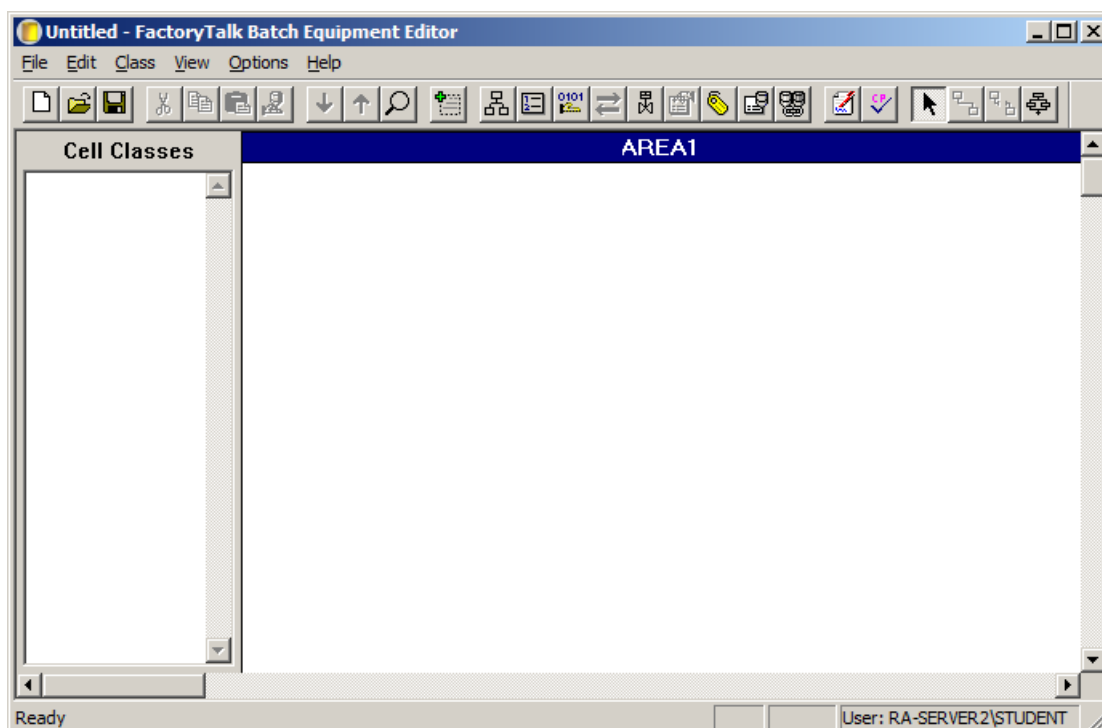
FactoryTalk Batch Server je hlavní součástí celého programu *FactoryTalk Batch*. Je to software, který zajišťuje integraci procesu s připojenými zařízeními PLC a programového vybavení třetích stran.

FTB Server synchronizuje následující operace: [7]

- Vytvoření dávky – převede danou recepturu do spustitelné receptury
- Vykonání receptury – komunikace s připojenými zařízeními pro vykonání fáze
- Rozhodnutí o zařízení – přiřazuje zdroje založené na receptuře a požadavcích operátora
- Sběr dat – sbírání a ukládání informace o výrobě pro následnou generaci hlášení a archivaci
- Provedení komunikace s klientem – přenáší data mezi připojenými zařízeními, operátorskými displeji, uživatelského rozhraní, databází a ostatním softwarem.

FactoryTalk Batch Equipment Editor

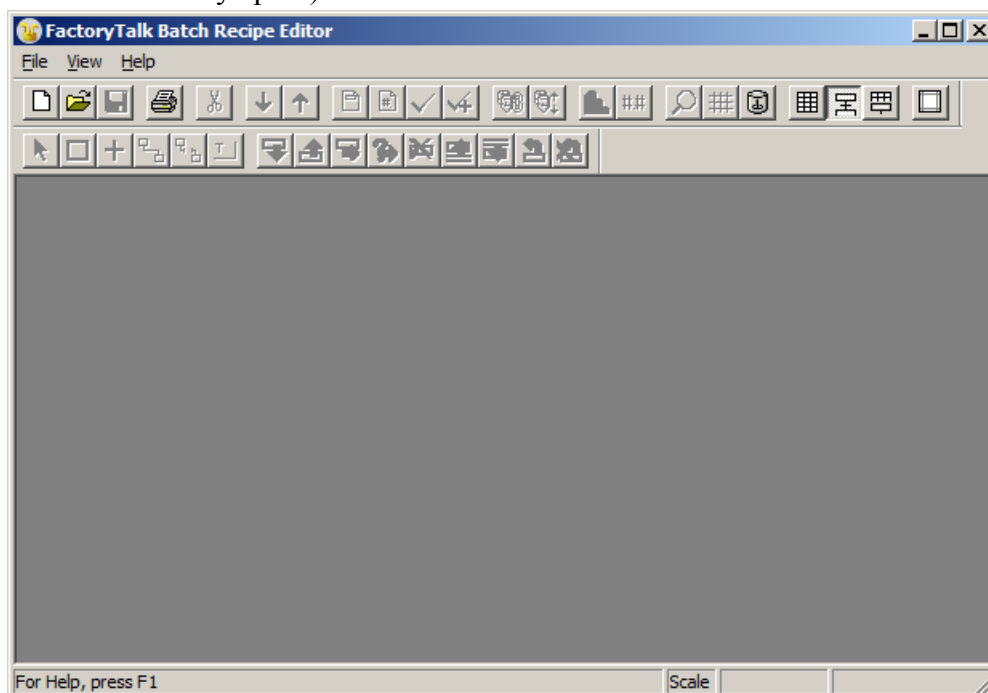
FTB *Equipment Editor* [11] je nástroj sloužící ke konfiguraci příslušného zařízení, které je k dispozici a jemu přidružených funkcí sloužících k realizaci fyzického modelu. Komponenty jsou definovány v rozhraní *equipment editoru* s připojenými zařízeními PLC. Rozhraní *Equipment Editoru* je zobrazeno následujícím obrázkem.



Obrázek 4.1: Rozhraní FactoryTalk Batch Equipment Editoru

FactoryTalk Batch Recipe Editor

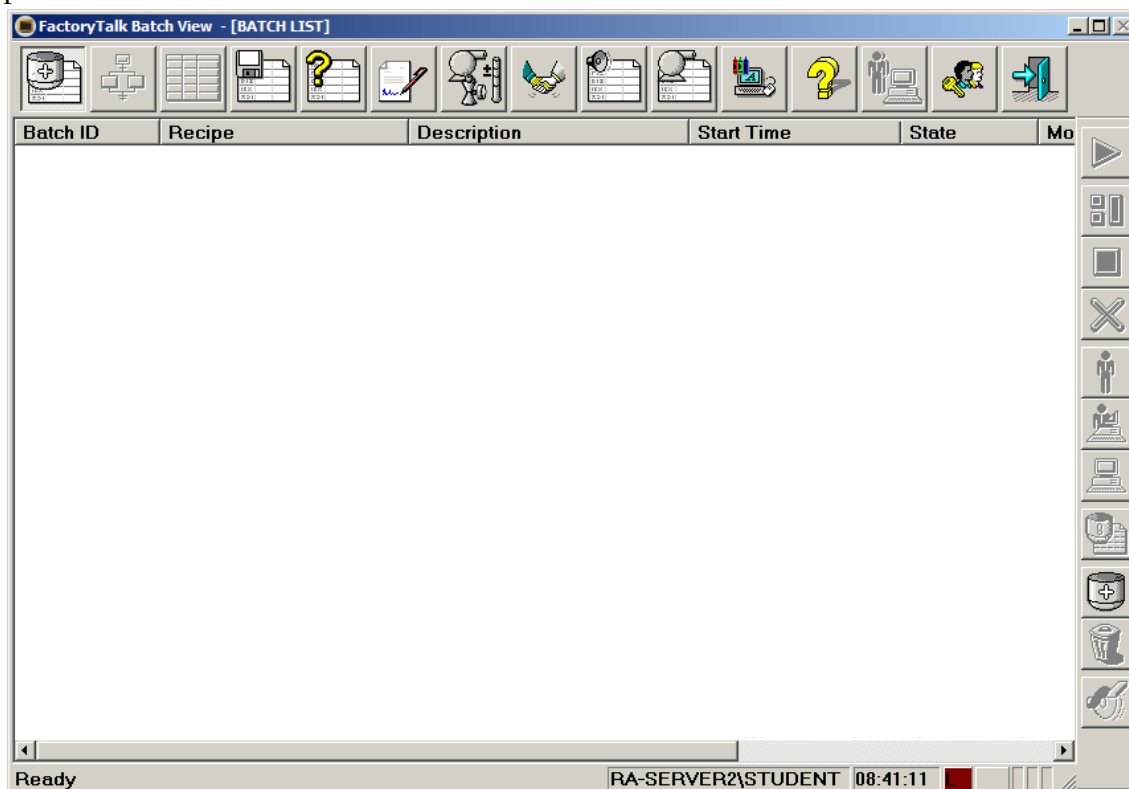
FTB Recipe Editor [12] slouží ke konfiguraci receptur. Tento modul umožňuje programovat receptury pomocí tabulek, sekvenčního funkčního grafu, nebo obou dvou způsobů k organizaci procedury receptur, procedury jednotek, operaci a fází. Nástroj slouží primárně k tvorbě a editaci receptur (sekvenční kroky) a hodnoty (parametry, přednastavené hodnoty apod.).



Obrázek 4.2: Rozhraní FactoryTalk Batch Recipe Editoru

FactoryTalk Batch View

FTB View [13] je určen pro zahájení a řízení dávkového procesu, dále ke sledování spuštěných a běžících dávkových procesů. Je založen na jednoduchém uživatelském grafickém rozhraní, ve kterém je možné používat tlačítka, okna a další vstupy navržené pro standard 88.



Obrázek 4.3: Operátorské rozhraní FactoryTalk Batch View

PhaseManager

PhaseManager [6] je sada funkcí, která integruje software FactoryTalk Batch s vývojovým prostředím RSLogix 5000 a kontroléry PLC ControlLogix. Integrace těchto produktů zjednoduší konfiguraci FactoryTalk Batch automatizačního systému a také zajišťuje bezproblémovou komunikaci mezi FTB Serverem a PLC ControlLogix.

PhaseManager přidává do vývojového prostředí RSLogix 5000 objekty pro vytvoření a konfiguraci fází.

4.1 Instalace

Před začátkem samotné instalace je nutné splňovat minimální hardwarové a softwarové požadavky vývojového prostředí FactoryTalk Batch. Všechny tyto požadavky jsou vyjádřeny tabulkou (Tabulka 1).

Tabulka 1: Požadavky pro správné fungování FactoryTalk Batch [5]

SERVER	KLIENT
Microsoft® Windows™ Server 2008 (32-bit), Service Pack 2 Windows Server 2008, R2 SP1, 64-bit, Pouze Standard a anglická verze	Windows 7 (64-bit), Service Pack 1, Windows XP, SP3 32-bit Anglická verze
Procesor min. 2.8 GHz s hyper-threading technologí	Procesor min. 2.6 GHz
2 GB RAM	2 GB RAM
60 GB místa na HDD	30 GB místa na HDD

4.1.1 Instalace Server

Pokud jsou splněny požadavky uvedené v tabulce (Tabulka 1), je nejprve vhodné provést několik důležitých nastavení.

Prvním krokem je nastavit ve Windows uživatelský účet student s heslem student (stejný je třeba založit i na klientském PC), dále ve Windows Server je potřeba přidat poskytované služby a to služby Application Server a Web Server (IIS). Pro tyto služby je nutné nastavit TCP port na specifickou hodnotu 49157. Dalším důležitým bodem je nastavení Windows Firewall do stavu zapnuto s výjimkami. Posledním bodem je nastavení jména a pracovní skupiny. Toto jméno (platí pouze pro server) by nemělo být již nikdy změněno!

Po dokončení předchozích kroků je možno započít instalaci prvního komponentu. Nejprve je nutné nainstalovat FactoryTalk Services Platform. Pokud operační systém neobsahuje požadovanou verzi .NET Framework, nebo jiné potřebné doplňky, instalace se bude dotazovat, zda má tyto doplňky nainstalovat. Tato instalace zároveň nakonfiguruje sdílený lokální a síťový adresář, který slouží k ukládání nastavení serveru a receptur vytvořených v Recipe Editoru. Po úspěšném nainstalování je nutné počítač restartovat a pokračovat v instalaci již hlavního softwaru FactoryTalk Batch. Při instalaci je zvolena možnost Server/Client. Instalace vyžaduje nastavení pracovní skupiny, která byla nastavena s názvem PC serveru a ve které budou připojeny všechny počítače připojující se na tento server. Do kolonky uživatele se musí vyplnit údaje uživatelského účtu ve Windows. Po dokončení instalace je doporučeno otevřít Windows Firewall Configuration Utility. Tato aplikace nastaví Windows Firewall a není třeba se o nastavení starat.

Podrobnější informace o jednotlivých krocích jsou popsány v instalačním manuálu FactoryTalk Batch [5]. Po dokončení instalace je možné nainstalovat další programy jako vývojové prostředí RSLogix 5000 a RSLinx Classic.

4.1.2 Instalace Klient

Instalace software pouze pro klienta je stejná jako v případě instalace pro server, avšak bude vynecháno nastavování Windows Serveru a přejde se k samotné instalaci.

Opět jako první je nutné instalovat FactoryTalk Services Platform a poté pokračovat jako u serveru, pouze s tím rozdílem, že bude instalován pouze klient. Možnost server se v instalaci zakáže.

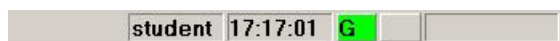
Po dokončení instalace je opět vhodné nastavit Windows Firewall a poté je možné nainstalovat vývojové prostředí RSLogix 5000 a RSLinx Classic.

Pro prvotní navázání komunikace musí být spuštěný Windows Server. Pokud se automaticky nezapne FTB Server, je možné jej zapnout i z klientského PC pomocí Batch Service Manageru, viz Obrázek 4.4. Přes tlačítko Select Computer je možné vybrat vhodný PC server, do textového pole se zapíše název počítače a použije se tlačítko zkontrolovat. Tímto je nastavena cesta k serveru a je možné jej zapnout.



Obrázek 4.4 FactoryTalk Batch Service Manager [10] - spuštění serveru

Pro kontrolu připojení k FTB serveru je nutné spustit FTB View, ve kterém svítí v pravém dolním rohu indikace k připojení k serveru, viz obrázek (Obrázek 4.5).



Obrázek 4.5 Batch View - detekce připojení a uživatelského přihlášení

Pokud je spojení navázáno, musí být tento postup vyzkoušen i na klientském PC. Dalším krokem je přihlášení do FTB View. Přes ikonku login je nutné se přihlásit pod účtem založeným ve Windows (účet student). Pokud vše proběhlo správně, je možné začít toto softwarové vybavení používat.

4.2 Vytvoření fází v RSLogix 5000

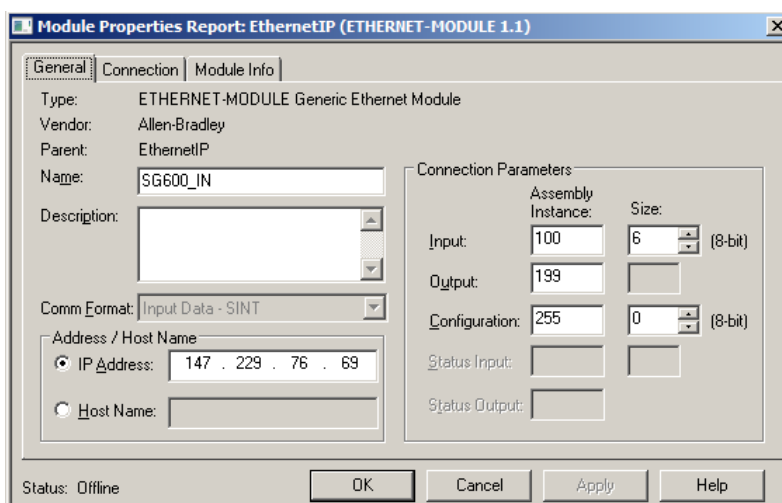
Dříve než je možné vytvářet receptury, je důležité mít vytvořené fáze, které se vytváří v prostředí RSLogix 5000 a poté se nahrají do PLC.

Vytváření fází probíhá ve vývojovém prostředí RSLogix 5000. V novém projektu je potřeba nejprve vytvořit hardwarovou konfiguraci řízeného PLC ControlLogix, kde důležité parametry je možné vyčíst z programu RSLinx Classic. Po nakonfigurování řízeného PLC je potřeba komunikovat s bezpečnostním PLC SmartGuard 600. Toto bezpečnostní PLC se přidá jako ethernetový modul do již nakonfigurovaného PLC ControlLogix, modul je dále nastaven dle obrázku (Obrázek 4.6).

Oproti předchozím verzím [1] [2], došlo k přepojení programovatelných automatů přímo do školní sítě a byly jim tedy změněny IP adresy. Následující tabulka zobrazuje IP adresy a MAC adresy obou automatů.

Tabulka 2: Tabulka MAC a IP adres obou automatů

PLC	MAC Adresa	IP Adresa
ControlLogix 5561	0000BC3E7689	147.229.76.68
SmartGuard 600	0000BC60B316	147.229.76.69



Obrázek 4.6: Nastavení komunikace s SmartGuard 600

Po přidání bezpečnostního PLC do konfigurace, je možné do projektu vkládat instrukce, které čtou hodnoty z toho PLC.

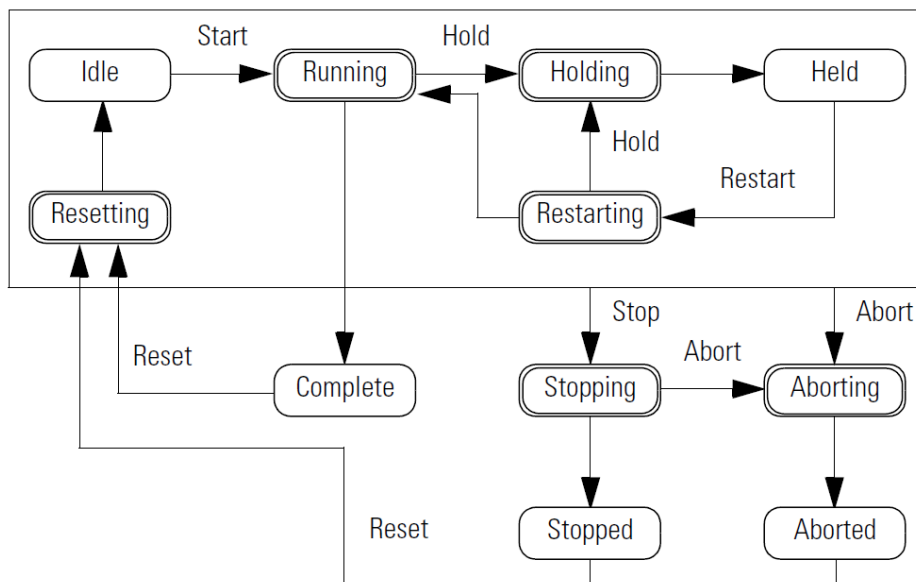
Před vytvářením fází, je nutné mít v hlavním programu nějaký kód (hlavní program nesmí být prázdný).

4.2.1 Stavový model

Stavový model (State diagram) rozděluje provozní cyklus zařízení do několika stavů. Každý stav vyjadřuje aktuální stav provozu zařízení. Stavy se mohou měnit při splnění určitých podmínek nebo operací.

Stavovým modelem [7] definujeme operace, které se budou dít pro určité stavy, jako např. „run“, „stop“, „hold“ a jiné. Ovšem mohou být použity pouze stavy, které jsou potřeba, není nutné vždy využívat všechny.

Stavový model je vyjádřen obrázkem (Obrázek 4.7).



Obrázek 4.7: Stavový model dávkového řízení [7]

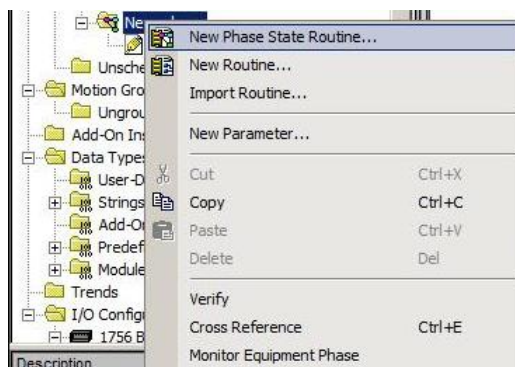
Tabulka 3: Popis jednotlivých stavů stavového modelu

Stav	Popis stavu
IDLE	Stav nečinnosti, není vykonávána žádná funkce procesu
RUNNING	Stav „v běhu“. V tomto stavu je spuštěn pracovní cyklus a jsou vykonávány příslušné instrukce
HOLDING	Stav zadržování. Proces je pozastavován, dále přechází na stav pozastaven (Held)
RESTARTING	Opětovné spuštění pracovního cyklu v místě, kde byl zastaven
STOPPING	Zastavování procesu, může přejít na stav ukončování (Aborting), nebo na stav zastaveno (Stopped)
ABORTING	Ukončování pracovního cyklu po dokončení přechodu na stav ukončeno (Aborted)
COMPLETE	Dokončení pracovního cyklu, přechod na další cyklus.
RESETTING	Resetování a přechod do vyčkávacího stavu (Idle)

Fáze se vytvoří pomocí kliknutí pravým tlačítkem myši na složku MainTask, jak je zobrazeno na obrázku (Obrázek 4.8).



Obrázek 4.8 Vytvoření nové fáze



Obrázek 4.9: Přidání nového stavu ve fázi

Pro správné fungování fáze je nutné vytvořit stavy fáze, dle stavového diagramu na obrázku (Obrázek 4.7). Vytváření stavu fáze je zobrazeno na obrázku (Obrázek 4.9) a Obrázek 4.10. Po vybrání možnosti vytvoření nové fáze, se zobrazí nové okno, kde je vybíráno o jaký stav se jedná a v jakém programovacím jazyce se bude programovat (Ladder diagram, Strukturovaný text, Sekvenční funkční graf, nebo Funkční blokový diagram).



Obrázek 4.10: Vytvoření stavu fáze

Po úspěšném vytvoření požadovaných stavů fází se dále pokračuje v programování stejně jako v hlavním programu, kromě fázových instrukcí, které je možné používat pouze ve fázích.

4.2.2 Instrukce pro obsluhu fází

Instrukce pro obsluhu fází [7] zobrazuje tabulka (Tabulka 4).

Tabulka 4: Seznam fázových instrukcí s popisem činnosti [7]

Instrukce	Popis činnosti
PSC	Dokončení stavu fáze, pokračuje se na další stav
PCMD	Mění stav určené fáze
POVR	Mění stav určené fáze s maximální prioritou (pouze příkazy STOP, ABORT, HOLD)
PFL	Chybový signál, nastavuje se kód (číslo) chyby
PCFL	Smazání chybového hlášení vybrané fáze
PXRQ	Externí požadavek pro výměnu dat se serverem
PRNP	Instrukce maže bit NewInputParameters dané fáze
PPD	Umožňuje pozastavení vykonávání určité fáze za účelem kontroly funkčnosti (breakpoint)
PATT	Převzme kontrolu nad určitou fází, brání proti ovládnutí této fáze z jiného programu, nebo FactoryTalk Batch Serveru
PDET	Vzdá se kontroly jiné fáze

Instrukce PCMD funguje pouze, pokud není fáze ovládána již z jiného zdroje (např. Batch Serverem, jinou fází apod.) a instrukce PATT může převzít vlastnictví jiné fáze pouze tehdy, pokud ji nikdo nevlastní (obdobně jako u instrukce PCMD).

Lokální fázové proměnné

RSLogix 5000 umožňuje vytvoření lokálních proměnných pro každou fázi. Tyto proměnné slouží k předávání informací z FTB Serveru a jejich hodnoty se definují v Recipe Editoru (viz kap. 4.4). U proměnných je nutné nastavit, o jaký typ se jedná (normal/input/output). Všechny proměnné jsou v základním nastavení nastaveny na hodnotu normal, tedy jsou použitelné pouze jako lokální proměnné dané fáze. Pokud bude proměnná nastavená na input, bude zobrazena v recipe editoru a bude sloužit k přijetí hodnoty z FTB Serveru. Proměnná typu output zprostředkovává výstup a posílá hodnoty na Server. Pro kontrolovanou výměnu mezi proměnnými se používá instrukce PXRQ (viz Tabulka 4).

4.3 Vytvoření pracovní oblasti pomocí Equipment Editoru

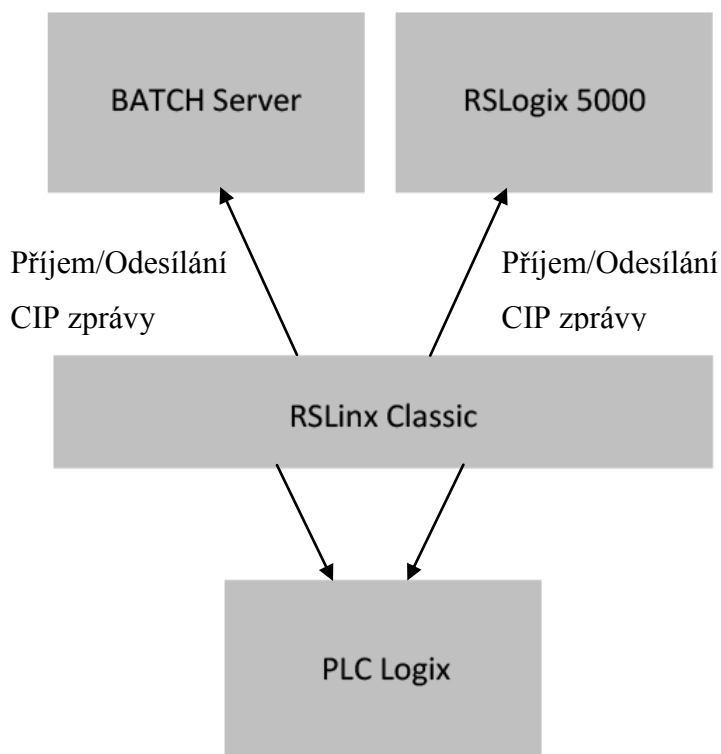
Equipment Editor konfiguruje pracovní oblast, do které se přidávají fyzická zařízení. V tomto případě se jedná o lis a jemu podřazené moduly. Je zde možné také nakonfigurovat složitější struktury. Například strukturu celé továrny s několika zařízeními.

V oblasti Area1 je vytvořena jednotka a dále její podřízené moduly zařízení. Každý objekt je nutné nejprve vytvořit jako obecný modul a poté je možné jej přidat do pracovní oblasti, kde je již blíže specifikován (je možné mít více zařízení se stejnou konfigurací, např. více lisů apod.). Dalším krokem je vytvoření obecných bloků pro fáze. Jelikož jsou fáze uloženy v PLC ControlLogix, je nutné nastavit komunikaci s tímto PLC a synchronizaci s jeho fázemi, které byly vytvořeny ve vývojovém prostředí RSLogix 5000. Podrobnosti o této komunikaci jsou popsány v následující podkapitole.

4.3.1 Komunikace

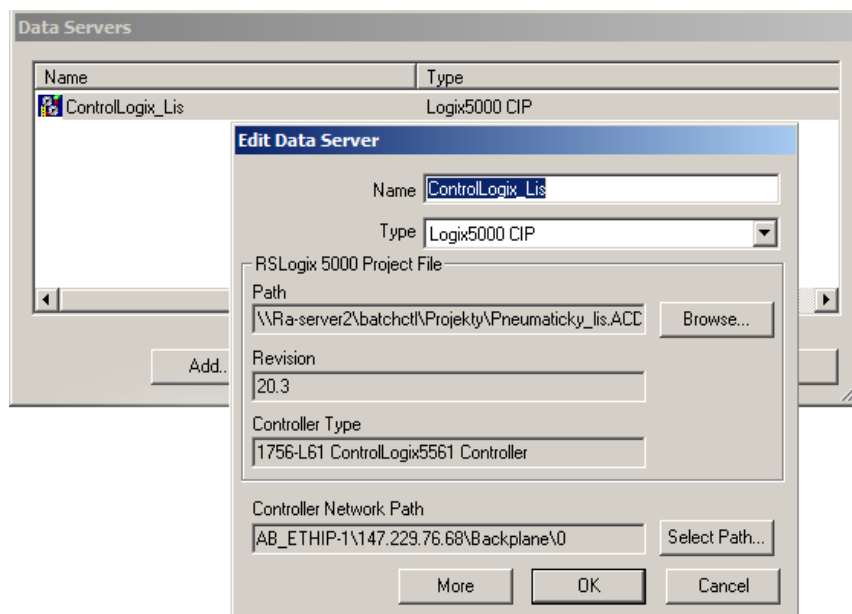
PhaseManager používá Common Industrial Protocol (CIP) jako komunikační mechanismus mezi FTB Serverem, PLC a vývojovým prostředím RSLogix. [6]

Ve FTB je každé PLC reprezentováno jako datový CIP server, který je možné konfigurovat a přidávat v prostředí FTB Equipment Editoru. Veškerý přenos informací a dat zajišťuje program RSLinx Classic (viz Obrázek 4.11).



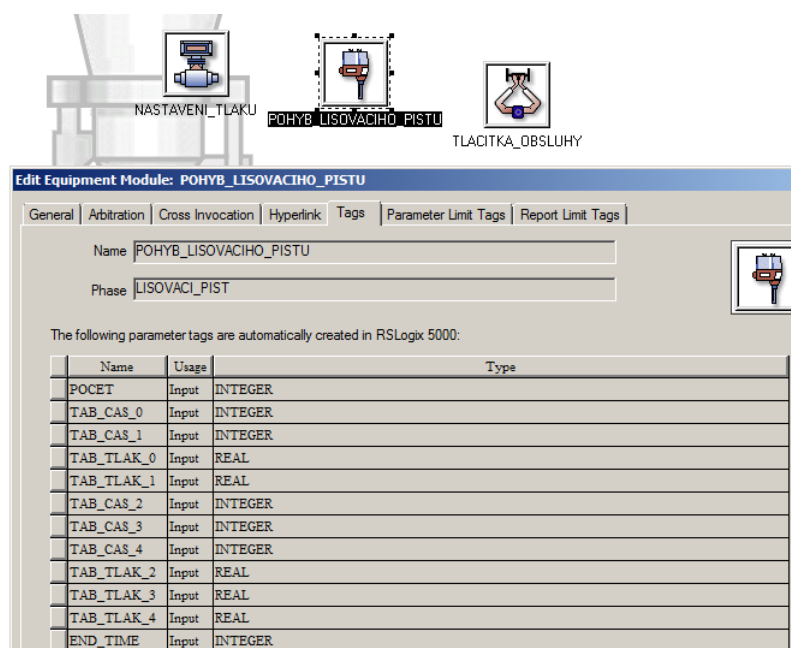
Obrázek 4.11: Komunikace pomocí CIP protokolu. Upraveno dle [6]

V Equipment editoru je nastaven CIP server, ve kterém je zadána cesta k projektu vytvořeného v prostředí RSLogix 5000 a dále síťová cesta k PLC ControlLogix.



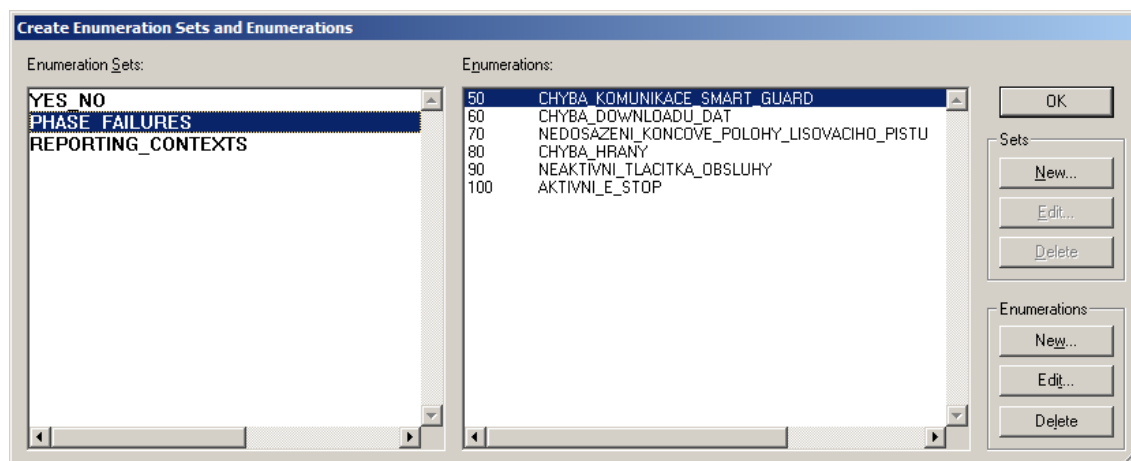
Obrázek 4.12: Nastavení CIP serveru v Equipment Editoru

Dalším krokem je synchronizace fází vytvořených v RSLogix a obecných fází vytvořených v Equipment editoru. Při synchronizaci jsou fáze z PLC přiřazovány k předvytvořeným obecným fázím v EquipmentEditoru, nebo je možné vytvořit nové obecné fáze a ty rovnou přiřadit k fázím z PLC. V synchronizaci je taktéž určováno, do kterého modulu zařízení jsou fáze zařazovány a po dokončení synchronizace jsou tyto fáze připraveny v pracovní oblasti v příslušných modulech. Po úspěšné synchronizaci jsou ve vlastnostech vidět lokální fázové proměnné, které jsou definovány jako input/output.



Obrázek 4.13: Fázové lokální proměnné fáze POHYB_LISOVACIHO_PISTU

Další důležitou vlastností Equipment Editoru je popis chybových kódů, které jsou definovány pomocí instrukce PFL ve fázích, jsou zde tedy přiřazeny chybové hlášky k příslušným chybovým kódům.



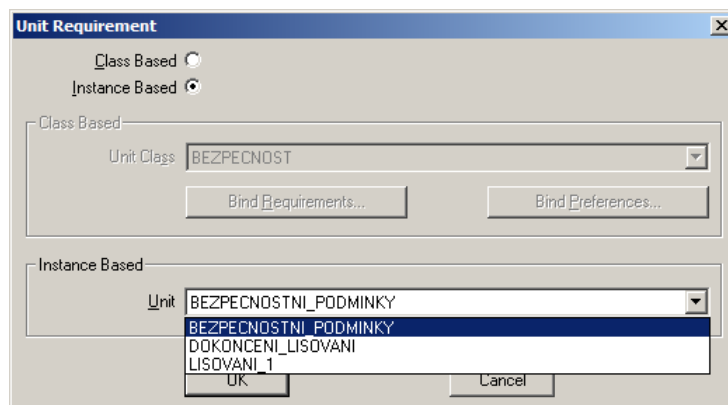
Obrázek 4.14: Definice chybových hlášení

Equipment editor, je hlavní konfiguračním prostředím, protože se zde nastavují všechny složky, které bude Batch server využívat a také definuje jakou pracovní oblast bude server využívat. Všechny tyto informace uloží do souboru BatchSvr.ini a veškeré informace týkající se aktuální pracovní oblasti uloží do souboru s příponou .cfg. Pokud by bylo třeba používat více pracovních prostředí, není možné tyto oblasti používat zároveň. Server dokáže zobrazit vždy jen jednu pracovní oblast.

Equipment editor umožňuje přímé přepnutí do Recipe Editoru, ve kterém jsou tvořeny receptury, ale pouze pokud je veškeré nastavení a synchronizace v Equipment Editoru hotová.

4.4 Vytvoření receptury v Recipe Editoru

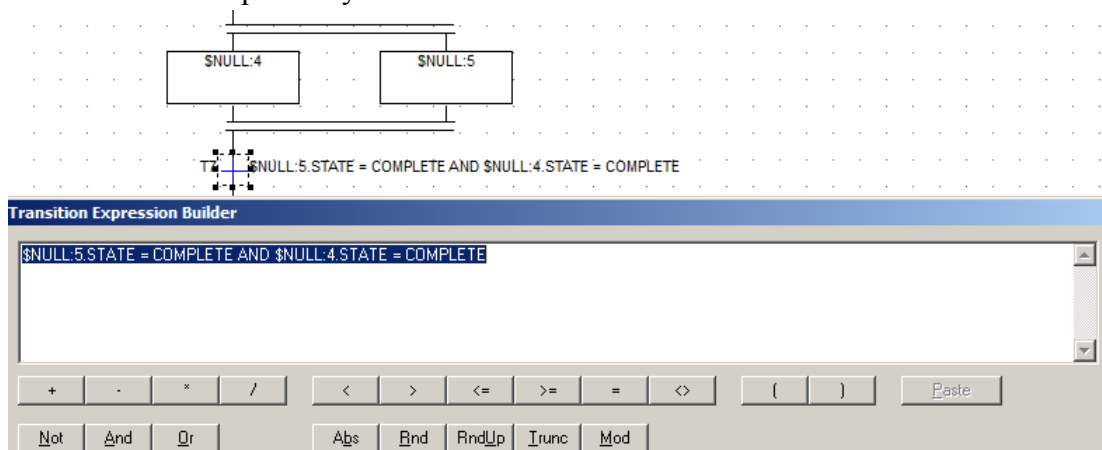
Vytvoření celé procedury musí započít v nejnižší úrovni celé procedury, tedy v operaci. Pro vytvoření operací byly vybrány konkrétní moduly vytvořené v Equipment Editoru (Instance Based). Pokud se v nabídce nezobrazí moduly vytvořené v Equipment Editoru, je nutné Batch server restartovat.



Obrázek 4.15: Vytváření nových modulů receptury v Recipe Editoru

Recipe Editor umožňuje dva způsoby programování, buďto sekvenčním funkčním grafem, nebo tabulkou.

V sekvenčním funkčním grafu (SFC) je možné přidávat kroky pomocí tlačítka Add Step. Po vložení prvního kroku, budou dostupné další možnosti, které zajišťují větvení podmínek. Větvení je možné vytvořit dvěma způsoby. Paralelní větvení, které je zakončeno podmínkou AND, nebo uživatelsky definovanou. Druhá možnost je vložení větvení s podmínkou. U větvení s podmínkou je možné definovat podmínky, za jakých budou dané větve spouštěny.



Obrázek 4.16: Nastavení podmínek přechodu

Pokud byly v RS Logix 5000 vytvořené lokální fázové proměnné typu input, je možné těmto proměnným v určitých fázích přiřadit hodnoty. Kliknutím na určenou fázi a dále na tlačítko Value entry je možné tyto hodnoty přiřadit, editovat apod. Hodnoty jsou zadávány v datovém typu int, real, string, nebo enumeration.

Po vybrání vytváření procedury, je nezbytné vytvořit alias pro jednotlivé jednotky používané v proceduře. Kolik jednotek procedury je vytvořeno, tolik musí být aliasů. U aliasů je taktéž možné nastavit podržený alias (Downstream Unit). Po dokončení nastavení aliasů je postupováno stejně jako u jednotek operací a operací. V každém bloku je nastaven příslušný alias a k němu přiřazená jednotka operace. Posledním krokem ve vývoji procedury je nastavení hlavičky. Zde se uvedou příslušná data o proceduře a je zde zatrhnuto políčko Released To Production. Toto pole indikuje, zda je

procedura připravena k výrobnímu procesu. Pokud toto pole není zatrhnuté, proceduru nebude možné přidat v operátorském prostředí FactoryTalk View.

Header Data from \\RA-SERVER2\BATCHCTL\PROJEKTY\RECIPES\

Procedure Identifier: LIS_RAZITKOVANI_PROMENNY_TLAK_4S

Version Number: 1.0

Version Date: 5/7/2014 5:34:14 PM

Author: PC-SE2131-07\STUDENT

Approved By:

Product Name:

Product Code:

Batch Size: Min: 0 Default: 0 Max: 100

Units of Measure:

Estimated Duration: 0

Procedure Description: Receptura pro razitkovani s promennym tlakem a drzeni v koncove poloze po dobu 2 sekund

Procedure Abstract:

Released To Production: ☒

Area Model File Name: \\RA-SERVER2\BATCHCTL\PROJEKTY\KOLONA.CFG

Date/Time Stamp of Area Model: 5/7/2014 3:16:30 PM

Time of Verification: Failed Verification

File Name: LIS_RAZITKOVANI_PROMENNY_TLAK_4S.BPC

OK Cancel

Obrázek 4.17: Nastavení hlavičky receptury v Recipe Editoru

Je-li nutné vytvářet stejné procedury, pouze s jiným daty, musí se vytvořit nové operace jednotek a operace, pro každou změnu hodnoty dat. Pokud by se data měnila ve stejných operacích, došlo by pouze k přepsání hodnot ve všech společných operacích.

4.5 Zobrazení dávkového procesu ve FactoryTalk Batch View

FactoryTalk Batch View je software pro sledování a řízení průběhu dávkových procesů. Pro přidání nové dávky se použije jediné aktivní tlačítko ve svislém menu. Je nutné si vybrat ze seznamu dostupných receptur a poté receptuře přiřadit libovolné ID. Zobrazení prostředí FactoryTalk Batch View je na obrázku (Obrázek 4.3).

Pro spuštění přidané receptury se použije zelená šipka. Po spuštění dávkového procesu je možné procházet mezi záložkami v horizontálním menu. FTB View zobrazuje celý proces v sekvenčním grafu (Procedure as SFC), nebo v tabulce (Procedure as Table). Dále je možné sledovat fáze samotné a jejich stavy a to buď pomocí tabulky (Phase Summary), nebo zobrazení podobné Equipment editoru (Phase Control), kde je možné přepnout do semi-auto režimu a fáze ovládat. Další důležitou záložkou je záložka alarmů, kde jsou zobrazována chybová hlášení (Alarm Summary).

FTB View umožňuje nastavení omezení operátorských instrukcí. Tyto instrukce (např. HOLD, RESET apod.) je možné chránit uživatelským jménem a heslem. Tato

možnost se nastavuje v Equipment Editoru a při každém volání této instrukce, je vyžadována tato autorizace.

Pokud některá z fází je ve stavu HELD, je vyžadován zásah operátora. Jedná se o fázi, která je ovládána FTB Serverem a bez které nemůže proces dále pokračovat. Operátor tuto fázi musí resetovat (znovu spustit – vrátit do stavu RUNNING). Tento úkon je prováděn přepnutím na záložku Procedure as SFC a kliknutím na požadovanou fázi. Dále je vybrána možnost ze svislého menu pro přepnutí ovládání do Semi-auto režimu. Poté je možné fázi resetovat a pokračovat dále. Nesmí se ovšem zapomenout zkontrolovat, jaký mód je nastaven v záložce Batch List. Pokud by zde byl nastaven mód Manual, musí se tento mód opět změnit na Auto pomocí tlačítka ve svislém menu.

Batch ID	Recipe	Description	Start Time	State	Mode
BATCH_ID	LIS_LISOVANI_TLAK_6	RECEPTU...		READY	O_AUTO
BATCH_ID	LIS_RAZITKOVANI_PROMENNY_TLAK_4S	RECEPTU...	5/12/2014 ...	RUNNING	O_AUTO

Obrázek 4.18: BATCH LIST prostředí FactoryTalk Batch View

5 PROGRAMOVÉ A FYZICKÉ VYBAVENÍ

Základem celého programu jsou jednotlivé fáze. Celý proces je pouze vhodným uspořádáním těchto fází v logické posloupnosti. Vývojový diagram celého procesu je zobrazen na obrázku (Obrázek 5.7) v kapitole 5.3.

Fáze jsou uspořádány v operacích, ale některé fáze v těchto operacích uvedeny nejsou. Jedná se o fáze, které jsou volány jinými fázemi a jedná se tedy o „podfáze“. Tyto podfáze jsou využívány jako funkce, které jsou často opakovány, nebo je nutné jejich kontrolu provádět neustále. Proto není možné tyto fáze zařadit do procesu, aby proběhly pouze jednou.

5.1 Popis fází

Hlavní program

Protože hlavní program nesmí být prázdný, je zde umístěna kontrola připojení SG 600, která je díky tomuto umístění kontrolována neustále. SG 600 generuje bit, který mění svou hodnotu každé 2 sekundy. Hlavní program kontroluje tuto změnu, a pokud nedojde ke změně hodnoty daného bitu do 5 sekund, je vyhodnocena chyba komunikace s bezpečnostním PLC SmartGuard 600. Tato chyba je dále zaimplementována do dvou stěžejních fází – ZAVŘENÍ_PLEXISKLA a POHYB_LISOVACÍHO_PÍSTU. Pokud tato chyba nastane, dojde k zobrazení chybové hlášky a STOP jedné z těchto fází. Toto rozložení není vybráno náhodně. V případě fáze ZAVŘENÍ_PLEXISKLA, je důležité to, že pokud tato fáze nebude splněna, nebude splněna ani převážná část fází v operaci BEZPEČNOSTNÍ_PODMÍNKY. Fáze POHYB_LISOVACÍHO_PÍSTU zase ovlivní operaci LISOVÁNÍ. Proces tedy nebude moci dále pokračovat.

Kontrola materiálu

Fáze pro kontrolu materiálu kontroluje, zda je optická závora sepnutá (materiál je přítomen). Tato kontrola je splněna až po uzavření ochranného rámu plexiskla a splnění fáze pro tlačítko STOP. Fáze je fixována na uzavření ochranného rámu plexiskla, protože pokud by bylo zjišťováno pouze to, zda je materiál přítomen, byla by možnost, že obsluha optickou závoru na chvíli naruší a fáze by vykazovala splnění všech podmínek. Protože není možné zavírat ochranný rám plexiskla bez přítomnosti materiálu, fáze bude splněna vždy, pokud je rám zavřený a materiál je přítomen a to platí i v případě, bude-li ochranný rám plexiskla opětovně otevřen v průběhu procesu lisování.

TL. STOP

Zde je zjišťováno, zda nebylo zmáčknuto tlačítko stop a zároveň zda nesvítí červená LED signálka a zda svítí zelená LED signálka. Po splnění těchto podmínek je splněna i tato fáze.

TL. E-STOP

Bezpečnostní tlačítko E-STOP zajišťuje vypnutí (abort) všech fází a nastavení tlaku pro zasunutí lisovacího pístu. Operátorovi je zobrazená chybová zpráva s kódem 100. Tento kód označuje aktivní tlačítko E-STOP. Lisovací píst je zasouván směrem nahoru, a jakmile dosáhne horní koncové polohy, je mu nastaven tlak na hodnotu 0 a je znemožněno další lisování. Tuto fázi je možné spustit v jakékoliv fázi a vždy vede k ukončení celého dávkového procesu.

Zavření plexiskla

Tato fáze kontroluje, zda bylo dosaženo bezpečného zavření ochranného rámu plexiskla. Tento stav je zjišťován pomocí dvou čidel. Jedno z čidel je umístěno na pneumatickém válci, který realizuje otevírání a zavírání plexiskla. Druhé čidlo je koncovým spínačem uzavření.

Chyba hrany

Chyba hrany je vyčítána z SG600. Fáze dále počítá počet chyb hran, které byly detekovány v průběhu jedné dávky. Fázi je možné dokončit, pouze pokud je plexisklo již uzavřeno a je splněná fáze tlačítka STOP.

Pohyb lisovacího pístu

Pohyb lisovacího pístu patří mezi hlavní fázi celého procesu. V této fázi jsou volány a ovládány fáze Tlačítka obsluhy a Nastavení tlaku. Tlačítka obsluhy jsou spuštěna hned po spuštění fáze Pohyb lisovacího pístu a na konci je kontrolováno jejich dokončení.

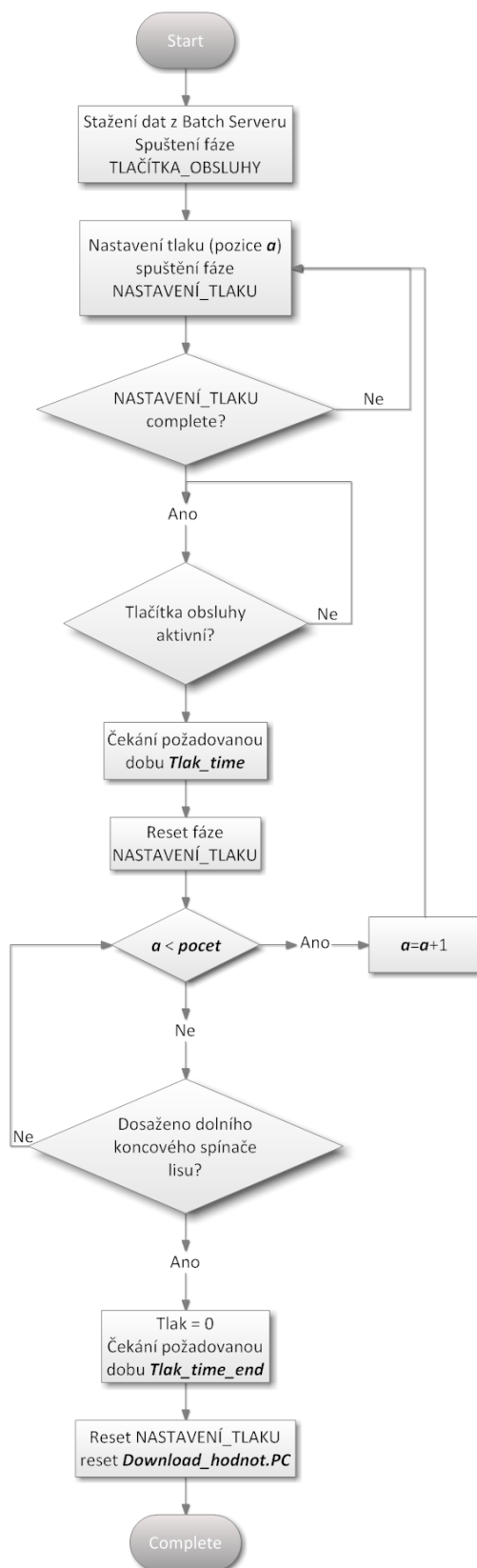
Důležitou částí programu je sběr dat z FTB Serveru. V procedurách jsou uloženy informace o časovém průběhu tlaku a času setrvání v koncové pozici. Tato data jsou vyčtena a převedena do příslušných proměnných a polí, které zajistí jejich správné využití. Tento blok instrukcí se vykoná pouze jednou.

Nastavování tlaku probíhá vždy vyčítáním hodnot z pole tlaku a času, které jsou reprezentovány proměnnými **Tab_cas** a **Tab_tlak**. K těmto proměnným se přistupuje pomocí ukazatele **a**. Tento ukazatel má v sobě uloženou hodnotu aktuálního řádku virtuální tabulky, která je tvořena poli času a tlaku. Pokud není detekována chyba Tlačítek obsluhy a není lisovací píst v dolní koncové poloze, je čekáno po určitý časový interval a poté je nastaven požadovaný tlak. Dále je spuštěna fáze Nastavení tlaku, kde je vyhodnoceno, zda byl tlak opravdu nastaven. Po vyhodnocení nastavení tlaku je inkrementován ukazatel, který ukazuje na pole času a tlaku a celý postup je opakován.

Po dosažení koncové polohy lisovacího pístu, je nastaven tlak na hodnotu 0 a lisovací píst je zastaven. Zde je možnost spuštění časovače, který umožňuje přidržení v koncové poloze po určitou dobu, poté je fáze dokončena.

Pokud by v průběhu této fáze bylo stisknuto tlačítko STOP, fáze by přešla do stavu HOLDING a byla by znovu spuštěna kontrola všech bezpečnostních podmínek. Po opětovném splnění těchto podmínek, fáze přejde do stavu HELD a je vyžadován zásah

operátora, který fázi resetuje. Fáze je dále ve stavu RUNNING a proces může pokračovat.



Obrázek 5.1 : Vývojový diagram fáze POHYB_LISOVACÍHO_PÍSTU

Tabulka 5: Tabulka proměnných ve fázi Pohyb_lisovacího_pístu

Název proměnné	Datový typ	Využití	Použití proměnné
<i>Download_hodnot</i>	PHASE_INSTRUCTION	normal	Instrukce pro stažení všech parametrů z Batch serveru
<i>End_time</i>	DINT	input	Čas koncového přidržení lisovacího pístu
<i>Max_cas_lis</i>	TIMER	normal	Časovač bezpečného ukončení procesu, při přesažení maximálního času lisování
<i>Max_cas_lis_in</i>	DINT	Input	Maximální čas lisování
<i>pocet</i>	DINT	input	Délka tabulky času a tlaku
<i>Tab_cas_[a]</i>	DINT	input	Hodnoty času pro časový průběh nastavování tlaku (<i>a</i> značí pořadové číslo)
<i>Tab_tlak_[a]</i>	REAL	input	Hodnoty tlaku pro časový průběh nastavování tlaku (<i>a</i> značí pořadové číslo)
<i>Tab_cas</i>	DINT[5]	normal	Tabulka času časového průběhu
<i>Tab_tlak</i>	REAL[5]	normal	Tabulka tlaku časového průběhu
<i>a</i>	INT	normal	Ukazatel na aktuálně používaný řádek tabulky časového průběhu tlaku

Tlačítka obsluhy

Tato fáze kontroluje, zda jsou obouruční tlačítka obsluhy stisknuta a držena po celou dobu procesu. Fáze je dokončena až po dosažení dolního čidla lisovacího pístu. Pokud je tato fáze spuštěna a nejsou stisknuta obouruční tlačítka obsluhy, je pro obsluhu zobrazena chybová hláška s kódem chyby 90. Tato chyba znamená nestisknutá tlačítka obsluhy v době, kdy je to vyžadováno.

Nastavení tlaku

Fáze nastavení tlaku kontroluje, zda byl tlak, který byl nastaven ve fázi pohyb lisovacího pístu správně nastaven. Z nastaveného tlaku, je vypočten 5% rozptyl, který je dále porovnáván s měřenou hodnotou. Tato kontrola je kombinovaná i s výstupem z proporcionálního ventilu, který taktéž udává, zda byl nastavený tlak dosažen.

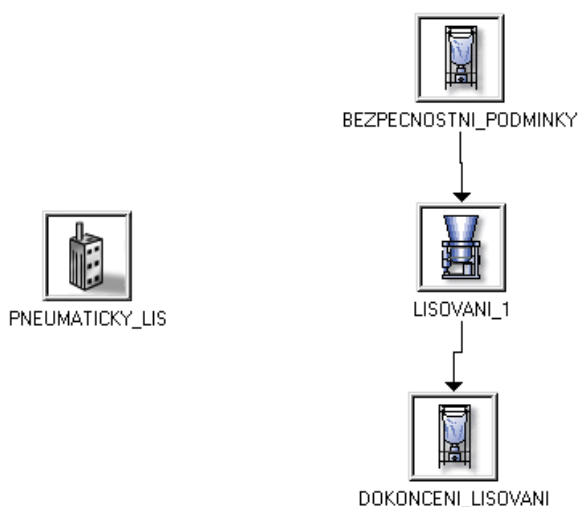
Otevření plexiskla

Jedná se o dokončovací fázi celého procesu. Fáze nastavuje tlak na hodnotu, která umožní jeho zasunutí do horní polohy. Pokud by byla tlačítka obouruční obsluhy stále stisknutá, fáze nastaví tlak na 0 a znemožní pohyb lisovacího pístu. Tato možnost je zaimplementována, protože pokud by byl nastavený tlak, při kterém by bylo možné

pístem jet směrem dolů, SG 600 by tento pohyb umožnil. Stisknutí červeného tlačítka v průběhu této fáze způsobí, že bude nastaven tlak na úroveň pro zasunutí pístu a bude otevřeno plexisklo. V této chvíli jsou tlačítka obsluhy neaktivní, kvůli otevřenému plexisklu a lisovací píst, vždy dosáhne horní koncové polohy. Poté co lisovací píst dosáhne horní polohy, bude mu nastaven tlak na 0 a znemožněno dalšího lisování.

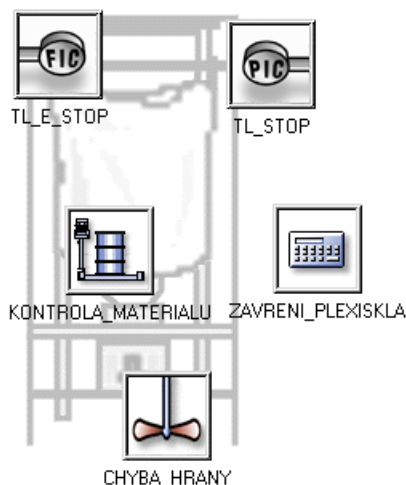
5.2 Popis Oblasti

V Equipment Editoru byla vytvořena oblast s názvem Area1. V této oblasti byla umístěna jednotka PNEUMATICKY_LIS (Obrázek 5.2). Do této jednotky byly umístěny tři operace dle rozvržení v kapitole 3.2.



Obrázek 5.2: Zobrazení jednotky pneumatický lis a jeho podřízených operací

Každý modul zařízení dále obsahuje fáze, které byly synchronizovány s fázemi uloženými v PLC ControlLogix. Pro operaci bezpečnostní podmínky byly vloženy fáze zobrazené na obrázku (Obrázek 5.3).



Obrázek 5.3: Fáze v Equipment Editoru pro operaci BEZPEČNOSTNÍ_PODMÍNKY

Další operací je operace LISOVÁNÍ_1. V této operaci jsou tři fáze zobrazené na obrázku (Obrázek 5.4). V této operaci ve fázi POHYB_LISOVACÍHO_PÍSTU je možné zobrazit veškeré vstupní proměnné, které byly nastaveny v RSLogix 5000, dle tabulky (Tabulka 5).



Obrázek 5.4: Fáze v Equipment Editoru pro operaci LISOVÁNÍ_1

Poslední operací je operace DOKONČENÍ_LISOVÁNÍ, která obsahuje pouze jednu fázi. Touto fází je fáze OTEVŘENÍ_PLEXISKLA zobrazená na obrázku (Obrázek 5.5).



Obrázek 5.5: Fáze v Equipment Editoru pro operaci DOKONČENÍ_LISOVÁNÍ

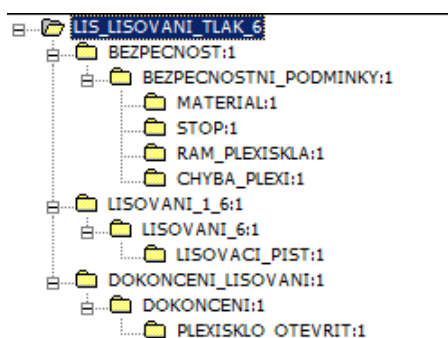
Protože Equipment Editor definuje chybové hlášky k příslušným kódům chyby, je nutné tyto chybová hlášení zde definovat. Přiřazení těchto chybových hlášení je zobrazeno následující tabulkou (Tabulka 6).

Tabulka 6: Tabulka chybových kódů a příslušných chybových hlášení

Kód chyby	Chybová hláška	Vysvětlení chyby
100	AKTIVNI_E_STOP	Bylo zmáčknuo bezpečnostní tlačítko E-STOP
90	NEAKTIVNI_TLACITKA_OBSLUHY	Je vyžadováno držení obouručných tlačítek obsluhy
80	CHYBA_HRANY	Rám plexiskla detekoval překážku při zavírání
70	NEDOSAZENI_KONCOVE_POLOHY_LISOVACÍHO_PÍSTU	Uběhl určitý časový interval a dolní čidlo lisovacího pístu nebylo sepnuto (chyba čidla, zaseknutí pístu)
60	CHYBA_DOWNLOADU_DAT	Zobrazí chybu, pokud nebyla stažena data
50	CHYBA_KOMUNIKACE_SG	Chyba komunikace s bezpečnostním PLC

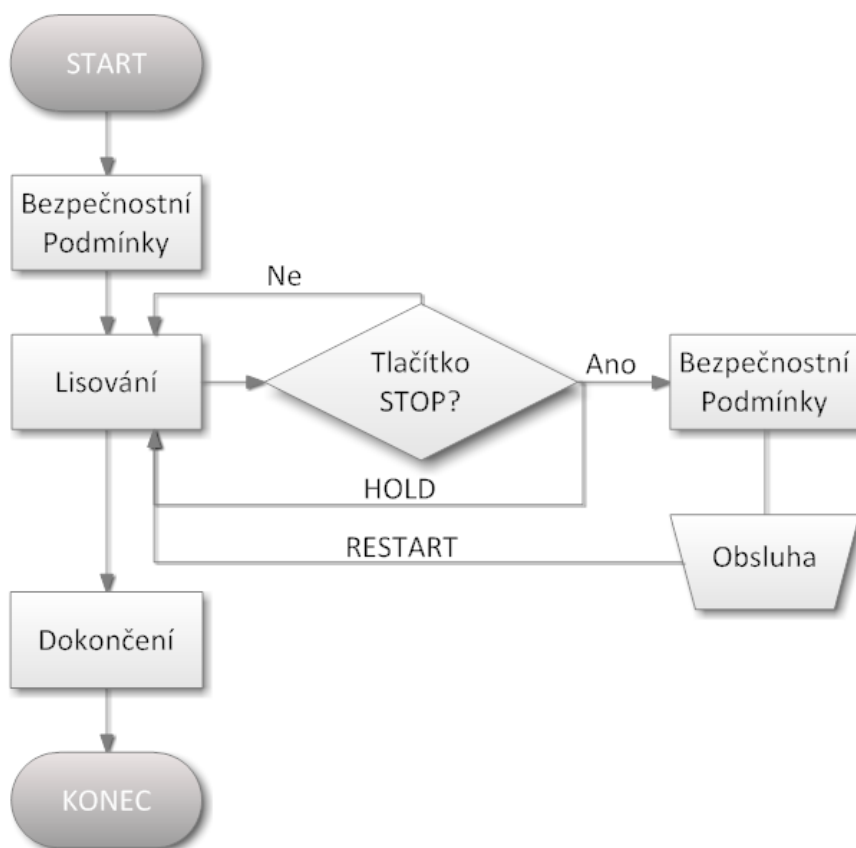
5.3 Popis procedury receptury

Protože pneumatický lis je na úrovni jednotky a jeho řízení probíhá na úrovni procedury jednotky, bylo nutné v Recipe editoru nahradit procedury jednotek moduly, které obsahují vždy jen danou operaci. Tímto krokem došlo ke zdvojení operací. Operace BEZPEČNOSTNÍ_PODMÍNKY je obsažena v proceduře jednotky BEZPEČNOST jak lze vidět na následujícím obrázku.



Obrázek 5.6: Receptura LIS_LISOVANI_TLAK_6 v programu Recipe Editor

Logickou posloupnost zajišťuje procedura receptury. Tato posloupnost je vyjádřena vývojovým diagramem na obrázku (Obrázek 5.7). Po spuštění dávky jsou kontrolovány bezpečnostní podmínky. Pokud blok operace bezpečnostní podmínky není splněn, čeká se na jeho vykonání. Po dokončení všech fází v této operaci se přechází do operace LISOVÁNÍ. Operace lisování se vykonává, dokud nejsou splněny všechny podmínky fází jí podřízených. Pokud v průběhu vykonávání této operace dostane signál z tlačítka STOP, přechází se do stavu HOLD a znovu jsou ověřovány bezpečnostní podmínky. Tento proces je realizován na úrovni fázové, nadřazené operace nejsou ovlivněny. Dalším důležitým bodem je přerušení od bezpečnostního tlačítka E-STOP. Toto přerušení je implementováno v každé fázi, proto není ve vývojovém diagramu zobrazeno.

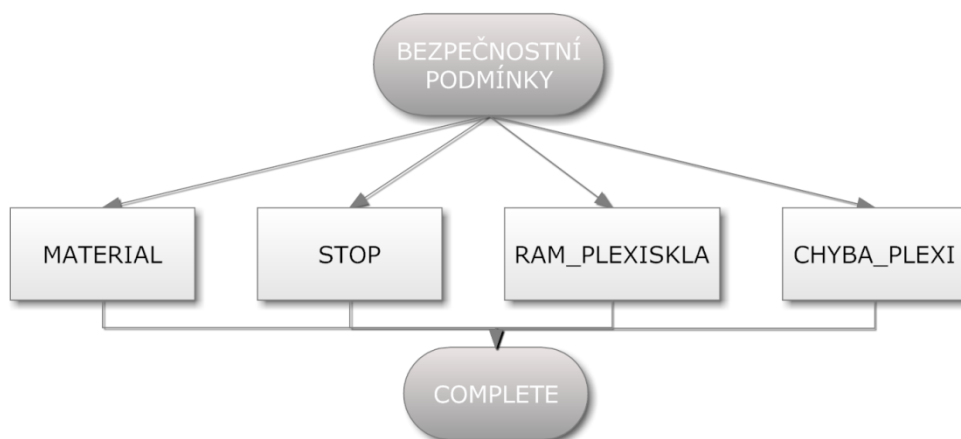


Obrázek 5.7: Vývojový diagram dávkového procesu pneumatického lisu

Nyní budou popsány detailněji jednotlivé operace zobrazené vývojovým diagramem (Obrázek 5.7).

Bezpečnostní podmínky

Operace bezpečnostní podmínky obsahuje paralelní kombinaci těchto fází: Kontrola materiálu, Tl. STOP, Zavření plexiskla, Chyba hrany. Uspořádání je zobrazeno vývojovým diagramem na obrázku (Obrázek 5.8). Tato operace vždy čeká na dokončení všech fází.



Obrázek 5.8: Vývojový diagram operace BEZPEČNOSTNÍ_PODMÍNKY

Lisování

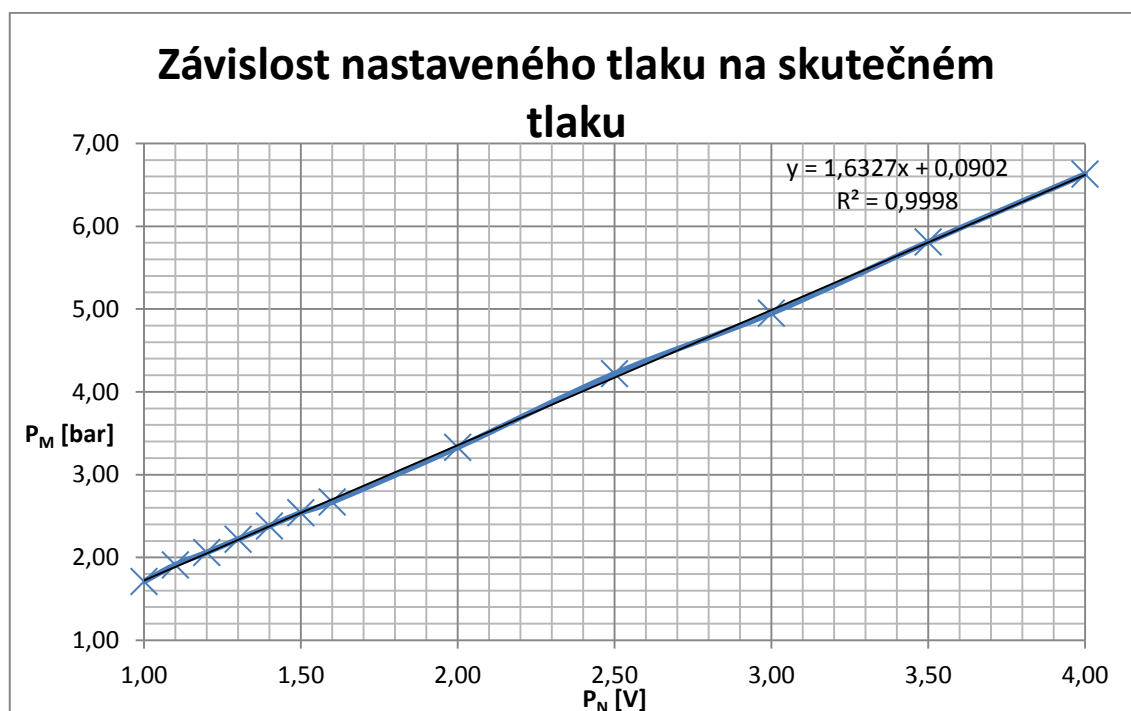
Operace Lisování může mít i jiné názvy. Záleží na účelu, kterému bude sloužit, protože je vždy potřeba vytvořit novou operaci pro každou činnost. Například pro razítkování byla vytvořena operace RAZÍTKOVÁNÍ. Dále byly vytvořeny další operace, které slouží k různému stylu lisování a razítkování. Byly vytvořeny operace, které obsahují data pro lisování s jednotným tlakem v čase, proměnným tlakem v čase a razítkování s jednotným tlakem v čase a s proměnným tlakem v čase. Tato operace obsahuje pouze jednu fázi a tou je fáze Pohyb lisovacího pístu. Vývojový diagram této operace je vývojovým diagramem této fáze.

Dokončení

Operace dokončení obsahuje pouze fázi otevření plexiskla. Pokud tato operace přejde do stavu Complete, je dokončen i celý dávkový proces.

5.3.1 Charakteristika nastavovaného tlaku

Pro správné fungování je nutné změřit výstupní charakteristiku tlaku v závislosti na nastaveném napětí na proporciálním ventilu. Tlak je nastavován za pomoci analogového napěťového výstupu, který ovládá proporciální ventil. Je zřejmé, že 1V nebude ve skutečnosti znamenat 1 bar. Z tohoto důvodu byla experimentálně změřena charakteristika nastaveného napětí na proporciálním ventilu a výsledného nastaveného tlaku. V následující charakteristice P_N značí nastavené napětí (tlak). P_M značí skutečný naměřený tlak.



Obrázek 5.9: Závislost nastaveného tlaku proporciálního ventilu na skutečném tlaku

Z této charakteristiky (Obrázek 5.9) byla vyčtena rovnice regrese, upravená na 2 desetinná místa

$$y = 1,63x + 0,09 \quad . \quad (1)$$

Hodnota spolehlivosti linearizace je dle grafu (Obrázek 5.9) $R^2 = 0,9998$.

V tabulce (Tabulka 7) je korigovaný tlak P_K vypočten dosazením hodnot nastaveného tlaku P_N za hodnoty x (rovnice 1). Dále je vypočten rozdíl naměřené a korigované hodnoty tlaku. Z tohoto rozdílu vychází největší absolutní chyba 0,06 bar. Tato chyba je zanedbatelná vzhledem k požadované přesnosti nastavovaných hodnot.

Korigovaný P_K , nastavený P_N , naměřený tlak P_M a absolutní chyby linearizace Δ_P jsou zobrazeny v následující tabulce.

Tabulka 7: Zobrazení hodnot nastaveného, naměřeného a přepočteného tlaku a chyby

P_N [V]	P_M [bar]	P_K [bar]	Δ_P [bar]
0,50	0,94	0,91	0,04
0,60	1,09	1,07	0,02
0,70	1,24	1,23	0,01
0,80	1,42	1,39	0,03
0,90	1,56	1,56	0,00
1,00	1,71	1,72	-0,01
1,10	1,91	1,88	0,03
1,20	2,06	2,05	0,01
1,30	2,22	2,21	0,01
1,40	2,38	2,37	0,01
1,50	2,54	2,54	0,01
1,60	2,67	2,70	-0,03
2,00	3,33	3,35	-0,02
2,50	4,22	4,17	0,06
3,00	4,95	4,98	-0,03
3,50	5,81	5,80	0,01
4,00	6,63	6,61	0,02

5.3.2 Popis předdefinovaných receptur

V Recipe Editoru byly vytvořeny následující receptury.

LISOVÁNÍ_TLAK_6

V této receptuře, je nastaven tlak pro lisování po dobu celého procesu stejný. Hodnota tohoto tlaku je 6 Ba. Přednastavené přidržení v koncové poloze pro válec je nastaveno na 1 sekundy.

LISOVÁNÍ_PROMĚNNÝ_TLAK_KONEC_2S

Tato receptura je pro lisování s proměnným tlakem během pohybu lisovacího pístu směrem dolů. V proceduře je nastaven časový průběh tlaku udávaný tabulkou (Tabulka 8). Pro koncové přidržení lisovacího pístu jsou přednastaveny 2 sekundy.

Tabulka 8: Časový průběh tlaku pro recepturu Lisování proměnný tlak 2s

Čas [s]	Tlak [Ba]
0,5	1,33
1	1,66
1,5	2,49
3	4,98

Časový průběh je zobrazen grafem v Příloze_A.

RAZÍTKOVÁNÍ_TLAK_4

Receptura pro razítkování s přednastaveným stálým tlakem 4 Ba. Čas pro přidržení lisovacího pístu v koncové poloze je roven 2 sekundám.

RAZÍTKOVÁNÍ_PROMĚNNÝ_TLAK_4S

Jako u receptury pro lisování, je tato slouží tato receptura pro razítkování s proměnným lisovacím tlakem v čase. Časová tabulka tlaku je vyjádřena tabulkou (Tabulka 9). Přidržení lisovacího pístu v koncové poloze je realizováno po dobu 4 sekund.

Tabulka 9: Časový průběh tlaku pro recepturu Razítkování proměnný tlak 4s

Čas [s]	Tlak [Ba]
1	1,66
1,5	2,49
1	2,99
3	3,48

Časový průběh je zobrazen grafem v Příloze_B.

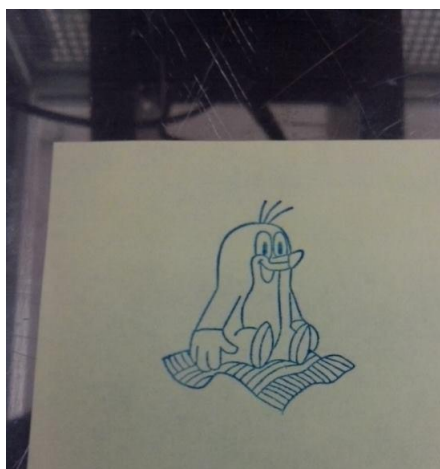
5.4 Změna fyzického zařízení

Pneumatický lis obsahuje lisovací píst, který je zakončen šroubovicí s jednou maticí. Tato šroubovice je přípravou pro upevnění lisovacího přípravku. Proto je nezbytné tento píst doplnit o lisovací přípravek, který by lisování, nebo i jiné další použití umožňoval.

Z tohoto důvodu byla zakoupena nová matice typu M20 x 1,5 ISO 8673. Na tuto matici bude navařen plech, který bude sloužit jako lisovací hlavice. Původní matice bude zašroubována jako kontramatice proti této nové matici s přivařeným plechem. Plech je osazen suchým zipem, který slouží k připnutí požadovaných razítek. Tím je realizována využitelnost i pro účely razítkování. Razítka jsou taktéž osazena suchým zipem a jsou snadno vyměnitelná.



Obrázek 5.10: Přípravek pro razítkování osazený razítkem



Obrázek 5.11: Výsledek razítkování

6 ZÁVĚR

V této bakalářské práci byly rozebrány detaily normy ČSN EN 61512-1, která pojednává o dávkovém řízení. Dle této normy byl navržen odpovídající fyzický a procedurální model pneumatického lisu pro řídicí systém ControlLogix od firmy Allen-Bradley. Pro tuto aplikaci byl použit software FactoryTalk Batch, RSLinx Classic a vývojové prostředí RSLogix 5000.

Bakalářská práce zahrnuje popis softwarového balíčku FactoryTalk Batch a návod k obsluze. Tento návod je zaměřen na obsluhu, která bude používat software FactoryTalk Batch poprvé. S tímto návodem je možné software nainstalovat a uvést do provozu. Následně je popsáno jak se v tomto prostředí orientovat a jakým způsobem se da dávkový proces vytvořit.

Nejdůležitější kapitolou celé bakalářské práce je kapitola popisující programové vybavení pro dávkové řízení pneumatického lisu. Byly vytvořeny fáze, které jsou naprogramovány a uloženy v řídicím PLC ControlLogix. Pro tyto fáze bylo nezbytné vytvořit nejprve pomocí FactoryTalk Equipment Editoru oblast, ve které byly vytvořeny všechny odpovídající moduly. Dalším krokem byla konfigurace CIP serveru, který komunikuje s FactoryTalk Batch Serverem a řídicím PLC a pomocí tohoto serveru proběhla synchronizace fází uložených v PLC s těmi, které byly vytvořeny jako obecné fáze v Equipment Editoru. Dále zde byly definovány chybová hlášení, která byla přiřazena k příslušným chybovým kódům. Po nakonfigurování celé oblasti bylo nutné se přepnout do editoru receptur FactoryTalk Batch Recipe Editor. V tomto prostředí proběhlo vytvoření celé receptury od nejnižší úrovně, tedy operace. Při vytváření operací byla do operace Lisování umístěna data potřebná k provedení dané receptury. Tato data obsahují tlak nastavený v lisovacím pístu, čas, po který je tento tlak nastaven, nebo čas přidržení lisovacího pístu v koncové poloze. Pro každou novou recepturu byla vytvořena zvláštní operace a v ní definovaná jiná data. Ovšem tato nová operace vždy vycházela ze stejného uspořádání stejných fází, jediné co bylo pro tyto operace rozdílného, byl název a data potřebná pro lisování, nebo razítkování. Po dokončení vývoje receptury byla tato receptura předána do výroby, pomocí položky v záhlaví. Tímto krokem je možné tuto recepturu spustit ve vizualizačním softwaru FactoryTalk Batch View. Toto vizualizační rozhraní umožňuje operátorovi ovládat dávkové procesy a sledovat aktuální stav dávky. Dále v tomto prostředí byla vyčítána chybová hlášení, která nastala.

V poslední podkapitole byla vyřešena otázka lisovacího přípravku a hlavice razítka. Lis byl tedy vybaven oproti původnímu stavu lisovací hlavicí, ke které je možné přidělat zakoupená razítka. Pomocí přednastavených receptur je dále možné vybrat vždy recepturu pro lisování, nebo razítkování. Pro další vylepšení funkcí lisu, by bylo možné lisovací hlavicí opatřit stříhací hranou, která by zajistila stříh materiálu. Další možnosti pro lisovací hlavicí by bylo speciální zakončení, použitelné pro spojování materiálů.

Myslím si, že tato bakalářská práce splňuje veškeré cíle vytyčené v úvodu a zadání této práce a je možné ji využít jako návod pro prvotní spuštění softwarového vybavení FactoryTalk Batch a jeho používání. Programové vybavení také řeší několik možných chybových stavů a nemělo by tedy dojít k neočekávaným situacím.

Toto řízení pneumatického lisu může být ještě zdokonaleno za pomoci vytvoření vlastní vizualizace, která by řídila dávkový proces namísto operátorského rozhraní FactoryTalk Batch View. Zde by bylo možné lépe pracovat s alarmy a s plovoucími okny informující obsluhu o stavu, nebo úkonech, které má vykonat.

Literatura

- [1] NEŠPOR, T. *Bezpečnost modelu pneumatického lisu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2012. 59 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Radek Štohl, Ph.D. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=55217
- [2] SIKORA, M. *Řízení modelu pneumatického lisu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013. 69 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Radek Štohl, Ph.D.. [cit. 2013-10-21]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=66204
- [3] Logix5000 Controllers General Instructions (Reference Manual). Milwaukee: Rockwell Automation, Inc 2008.
- [4] SAFEBOOK 4. Safety related control systems for machinery. (Reference Manual). Milwaukee: Rockwell Automation, Inc. 2011.
- [5] FactoryTalk Batch Installation Guide. Milwaukee: Rockwell Automation, Inc November 2011. [cit. 2013-11-21]. Dostupné z: http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/in/batch-in011_-en-p.pdf
- [6] FactoryTalk Batch PhaseManager User's Guide. Milwaukee: Rockwell Automation, Inc November 2011. [cit. 2013-11-21]. Dostupné z: http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/batch-um011_-en-p.pdf
- [7] PhaseManager User Manual. Milwaukee: Rockwell Automation, Inc May 2010. [cit. 2013-11-21]. Dostupné z: http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/lo-gix-um001_-en-p.pdf
- [8] Getting Result Guide. Milwaukee: Rockwell Automation, Inc November 2011. [cit. 2013-11-21]. Dostupné z: http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/gr/batch-gr011_-en-p.pdf
- [9] Rockwell Automation. SmartGuard 600 Controllers. Rockwellautomation.com [online]. ©2014 [cit. 2013-11-26]. Dostupné z: <http://ab.rockwellautomation.com/programmable-controllers/smartguard-600-controllers#>

- [10] FactoryTalk Batch Administrator's Guide. Milwaukee: Rockwell Automation, Inc April 2010. [cit. 2014-3-21]. Dostupné z:
http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/batch-um011_-en-p.pdf
- [11] FactoryTalk Batch Equipment Editor User's Guide. Milwaukee: Rockwell Automation, Inc April 2010. [cit. 2014-3-21]. Dostupné z:
http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/batch-um011_-en-p.pdf
- [12] FactoryTalk Batch Recipe Editor User's Guide. Milwaukee: Rockwell Automation, Inc April 2010. [cit. 2014-3-21]. Dostupné z:
http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/batch-um011_-en-p.pdf
- [13] FactoryTalk Batch View User's Guide. Milwaukee: Rockwell Automation, Inc April 2010. [cit. 2014-3-21]. Dostupné z:
http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/batch-um011_-en-p.pdf

Seznam zkratek

CIP – Common Industrial Protokol

E-STOP – bezpečnostní tlačítko STOP

FTB – FactoryTalk Batch

PLC – Programovatelný logický automat

SFC – Sekvenční funkční diagram

SG600 – SmartGuard 600

Tl - Tlačítko

Seznam obrázků

Obrázek 3.1 Schéma fyzického modelu standardu 88	11
Obrázek 3.2 Schéma procedurálního modelu standardu 88	12
Obrázek 3.3 Propojení procedurálního modelu s řídicím programem v PLC	13
Obrázek 3.4: Fyzický model jednotky pneumatického lisu.....	14
Obrázek 3.5: Modul zařízení jednotky Pneumatický lis - Bezpečnostní podmínky.....	15
Obrázek 3.6: Schéma modulu zařízení Lisování	15
Obrázek 3.7: Schéma modulu zařízení Dokončení lisování	16
Obrázek 3.8: Schéma procedury jednotky pneumatického lisu.....	16
Obrázek 3.9: Zobrazení operace Bezpečnostní podmínky	17
Obrázek 3.10: Schéma operace Lisování.....	17
Obrázek 3.11: Zobrazení operace Dokončení lisování	18
Obrázek 4.1: Rozhraní FactoryTalk Batch Equipment Editoru.....	20
Obrázek 4.2: Rozhraní FactoryTalk Batch Recipe Editoru	20
Obrázek 4.3: Operátorské rozhraní FactoryTalk Batch View	21
Obrázek 4.4 FactoryTalk Batch Service Manager [10] - spouštění serveru	23
Obrázek 4.5 Batch View - detekce připojení a uživatelského přihlášení	23
Obrázek 4.6: Nastavení komunikace s SmartGuard 600	24
Obrázek 4.7: Stavový model dávkového řízení [7]	25
Obrázek 4.8 Vytvoření nové fáze	26
Obrázek 4.9: Přidání nového stavu ve fázi	26
Obrázek 4.10: Vytvoření stavu fáze	26
Obrázek 4.11: Komunikace pomocí CIP protokolu. Upraveno dle [6]	28
Obrázek 4.12: Nastavení CIP serveru v Equipment Editoru	29
Obrázek 4.13: Fázové lokální proměnné fáze POHYB_LISOVACÍHO_PISTU	29
Obrázek 4.14: Definice chybových hlášení	30
Obrázek 4.15: Vytváření nových modulů receptury v Recipe Editoru.....	31
Obrázek 4.16: Nastavení podmínek přechodu	31
Obrázek 4.17: Nastavení hlavičky receptury v Recipe Editoru.....	32
Obrázek 4.18: BATCH LIST prostředí FactoryTalk Batch View	33
Obrázek 5.1 : Vývojový diagram fáze POHYB_LISOVACÍHO_PISTU	36

Obrázek 5.2: Zobrazení jednotky pneumatický lis a jeho podřízených operací	38
Obrázek 5.3: Fáze v Equipment Editoru pro operaci BEZPEČNOSTNÍ_PODMÍNKY	38
Obrázek 5.4: Fáze v Equipment Editoru pro operaci LISOVÁNÍ_1	39
Obrázek 5.5: Fáze v Equipment Editoru pro operaci DOKONČENÍ_LISOVÁNÍ.....	39
Obrázek 5.6: Receptura LIS_LISOVANI_TLAK_6 v programu Recipe Editor	40
Obrázek 5.7: Vývojový diagram dávkového procesu pneumatického lisu	41
Obrázek 5.8: Vývojový diagram operace BEZPEČNOSTNÍ_PODMÍNKY	41
Obrázek 5.9: Závislost nastaveného tlaku proporciálního ventilu na skutečném tlaku..	42
Obrázek 5.10: Přípravek pro razítkování osazený razítkem	45
Obrázek 5.11: Výsledek razítkování.....	45

Seznam tabulek

Tabulka 1: Požadavky pro správné fungování FactoryTalk Batch [5]	22
Tabulka 2: Tabulka MAC a IP adres obou automatů	24
Tabulka 3: Popis jednotlivých stavů stavového modelu.....	25
Tabulka 4: Seznam fázových instrukcí s popisem činnosti [7]	27
Tabulka 5: Tabulka proměnných ve fázi Pohyb_lisovacího_pístu	37
Tabulka 6: Tabulka chybových kódů a příslušných chybových hlášení	39
Tabulka 7: Zobrazení hodnot nastaveného, naměřeného a přepočteného tlaku a chyby	43
Tabulka 8: Časový průběh tlaku pro recepturu Lisování proměnný tlak 2s.....	44
Tabulka 9: Časový průběh tlaku pro recepturu Razítkování proměnný tlak 4s.....	44

Seznam příloh

Příloha A: Graf časového průběhu tlaku LISOVÁNÍ_PROMĚNNÝ_TLAK

Příloha B: Graf časového průběhu tlaku RAZÍTKOVÁNÍ_PROMĚNNÝ_TLAK

Na přiloženém CD

Příloha 1. Výpis programu pro PLC ControLogix

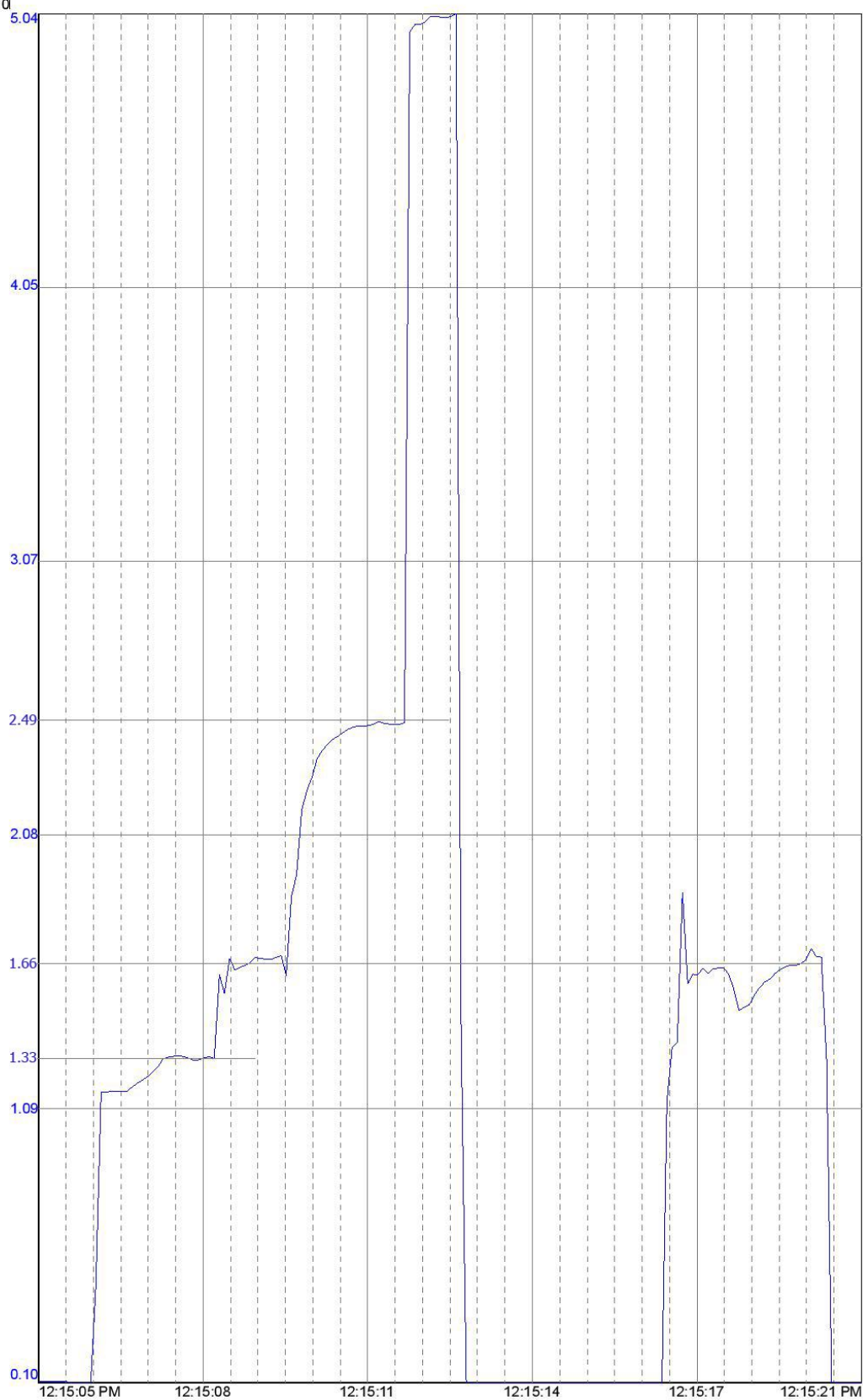
Příloha 2. Výpis receptur z programu FactoryTalk Batch Recipe Editor

Příloha A:

Nastaveny_tlak 5.04
0.10

Prubeh_tlaku Wednesday, May 14, 2014

12:15:21 PM
0.10



Příloha B:

