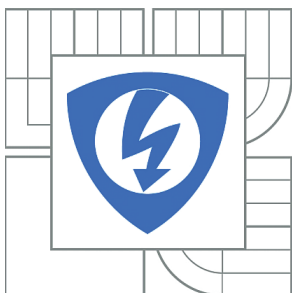


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

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

BATCH SYSTÉMY

BATCH SYSTEMS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

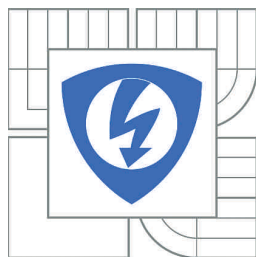
JAKUB BERÁNEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN PÁSEK, CSc.

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: Jakub Beránek

ID: 134453

Ročník: 3

Akademický rok: 2012/2013

NÁZEV TÉMATU:

BATCH systémy

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Šaržové (dávkové) výrobní procesy je možno řídit pomocí specializovaných modulů výrobních informačních systémů, které se jednotně nazývají batch systémy. Cílem bakalářské práce je:

a) Prezentace filozofie batch systémů, normy ANSI/ISA 88 a porovnání několika používaných batch systémů.

b) Příprava a vytvoření laboratorní úlohy pro řízení modelového šaržového procesu s použitím modulu COMES Batch firmy COMPAS s.r.o.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

- [1] Firemní dokumentace společnosti COMPAS automatizace s.r.o.
- [2] Výrobní informační systém COMES®. [online]. [cit. 2012-12-30]. Dostupné z: http://www.compas.cz/b06c8961_0069_4300_84fc_3a880862abee.aspx
- [3] ANSI/ISA-88.01-1995, Batch Control, Part 1: Models and terminology. ISA, USA, 1995, ISBN 1-55617-562-0
- [4] Co lze nalézt v normě ANSI/ISA-88.01 Řízení vsádek, část 1: modely a terminologie [online]. Automa, 2001, roč. 7, č. 10 [cit. 2012-12-31]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=33691

Termín zadání: 11.2.2013

Termín odevzdání: 27.5.2013

Vedoucí práce: Ing. Jan Pásek, CSc.

Konzultanti bakalářské práce:

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.

Předseda oborové rady

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na dávkové systémy. V teoretické části je stručně popsána filozofie dávkových systémů a norma ANSI/ISA 88, která je významným dokumentem v dávkovém řízení. V další části je popsáno několik programů pro řízení dávkových procesů z české i celosvětové produkce. Poslední část obsahuje přípravu, návrh a realizaci laboratorní úlohy pro řízení modelového dávkového procesu s použitím modulu COMES Batch.

Klíčová slova

Batch systémy, ANSI/ISA 88, S88, COMES Batch, Plnění tanků

Abstract

Bachelor thesis is focused on the batch systems. In the theoretical section is briefly described philosophy of batch systems and standard ANSI / ISA 88, which is an important document in the batch process. The next section describes describes several programs for managing batch processes of Czech and world production. The last part includes preparation, design and realization of laboratory for task model batch process control using COMES Batch module.

Keywords

Batch systems, ANSI/ISA 88, S88, COMES Batch, Filling tanks

Bibliografická citace:

BERÁNEK, J. Batch systémy. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013. 47s. Vedoucí bakalářské práce byl Ing. Jan Pásek, CSc.

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Batch systémy 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: **27. května 2013**

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Páskovi, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

V Brně dne: **27. května 2013**

.....
podpis autora

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Filozofie Batch systémů.....	11
2.1	Aktéři projektu.....	12
2.2	Nástroje a dokumenty.....	12
2.3	Fáze projektu automatizace.....	13
3	Norma ANSI / ISA 88.....	15
3.1	Co přináší S88.....	15
3.1.1	Modularitu.....	15
3.1.2	Zlepšení komunikace mezi systémovými subjekty.....	15
3.1.3	Možnost opakovaného použití navržených modulů.....	15
3.1.4	Prevence proti chybám v dávkových procesech.....	15
3.2	Základní koncepce modelů výroby.....	16
3.2.1	Procesní model.....	16
3.2.2	Fyzický model.....	17
3.2.3	Procedurální řídicí model.....	18
3.2.4	Vzájemné propojení modelů dle S88.....	19
3.3	Receptury.....	20
3.3.1	Generální receptura.....	20
3.3.2	Místní receptura.....	20
3.3.3	Hlavní receptura.....	20
3.3.4	Řídicí receptura.....	21
3.3.5	Součásti receptury.....	21
3.4	Úrovně řízení.....	21
3.4.1	Základní řízení.....	22
3.4.2	Procedurální řízení.....	22
3.4.3	Koordinační řízení.....	23
4	Batch systémy.....	24
4.1	InBatch – Wonderware.....	24
4.1.1	Vytvoření procesního modelu.....	24
4.1.2	Možnost propojení s ostatními produkty.....	25
4.2	Simatic Batch – Siemens.....	26
4.3	Comes Batch – Compas.....	26
4.4	Zhodnocení.....	28

5	Laboratorní úloha	29
5.1	Důležité kroky před započítím práce.....	29
5.1.1	Příprava vizualizace	29
5.1.2	Comes Batch a PROFINET	31
5.2	Realizace	33
5.2.1	Výroba operace	33
5.2.2	Výroba varianty předpisu.....	37
5.2.3	Spouštění dávky	39
5.3	Provoz dávky.....	40
5.3.1	Nasypávání tanku	40
5.3.2	Míchání tanku.....	42
5.3.3	Vysypávání tanku.....	43
5.3.4	Ukončení procesu.....	44
6	Závěr.....	45

Seznam obrázků

Obr. 1: Hierarchická struktura řídicího a informačního systému.....	11
Obr. 2: Postup činností při vytváření technologického procesu.....	14
Obr. 3: Procesní model dle S88.....	16
Obr. 4: Fyzický model dle standardu S88.....	17
Obr. 5: Fyzický model výroby džusu.....	17
Obr. 6: Procedurální řídicí model dle S88.....	18
Obr. 7: Procedurální model výroby džusu.....	18
Obr. 8: Vzájemné propojení modelů.....	19
Obr. 9: Hierarchické znázornění receptur.....	20
Obr. 10: Úrovně řízení a k nim vázané funkce a prostředky.....	22
Obr. 11: Procedura v grafickém editoru.....	25
Obr. 12: Základní struktura programu v COMES Batch.....	27
Obr. 13: System Management Console.....	30
Obr. 14: Okno vizualizace InTouch - WindowMaker.....	30
Obr. 15: Okno spuštěné vizualizace - WindowViewer.....	31
Obr. 16: Zapojení sítě PROFINET v učebně SE2.132.....	32
Obr. 17: COMES Client na VUT FEKT.....	33
Obr. 18: Konfigurace modulů COMES.....	33
Obr. 19: Operace – činnosti tanku.....	34
Obr. 20: Nastavení parametrů fáze LEVEL_FIN.....	35
Obr. 21: Nastavení chování fáze na pozadí.....	36
Obr. 22: Varianta předpisu.....	37
Obr. 23: Spojení alokačních skupin (varianta).....	38
Obr. 24: Životní cyklus předpisu.....	39
Obr. 25: Plánování nové dávky.....	40
Obr. 26: Nasypávání tanků (Batch).....	41
Obr. 27: Nasypávání tanku (vizualizace).....	41
Obr. 28: Nasypávání tanku s mícháním (vizualizace).....	42
Obr. 29: Míchání tanku (Batch).....	42
Obr. 30: Vysypávání tanku (Batch).....	43
Obr. 31: Nasypávání tanku s mícháním (vizualizace).....	43
Obr. 32: Vysypávání tanku (vizualizace).....	44

1 ÚVOD

V dnešní době můžeme výrobní technologie rozdělit na tři základní typy. Spojitou, diskretní a dávkovou výrobu.

Spojité výroba produkuje výstup nepřetržitě jako například výroba pohonných látek, elektrické energie, distribuce vody apod.

Diskretní výroba je taková, která má diskretní výstup, obvykle jí dobře reprezentuje strojírenská výroba např. výroba aut.

Dávková výroba je hybridním spojením diskretní a spojitě výroby mající vlastnosti obou. Výstupním produktem je tzv. dávka. Nazývá se též anglickým slovem *batch*, případně českými ekvivalenty vsádka nebo šarže. Své využití nachází hlavně v průmyslu chemickém, farmaceutickém, potravinářském, ale i mnoha dalších.

Dnes jsou také velké požadavky na snižování výrobních nákladů. Jedna z možností, jak docílit snížení nákladů je nasazení právě tohoto dávkového řízení do výroby. Dávková výroba, díky svému modulárnímu uspořádání umožňuje mnohem lepší využití výrobního zařízení. Snadno lze modifikovat stávající výrobní proces, rozšiřovat jej o výrobky nové, a přitom pro širokou paletu výrobků, lze využít jedno výrobní zařízení. Zavádění této technologie je však spojeno s vcelku vysokými pořizovacími náklady, které někdy znemožňují tento druh řízení do výroby nasadit.

Při tvorbě technologického závodu je nejvíce informací o dané problematice výroby u technologů a procesních inženýrů, kteří celý proces vymýšlí a navrhují. Jestliže má programátor udělat uživatelský SW v PLC, musí mu technolog všechny potřebné informace (vědomosti) předat, protože na něm visí stále hlavní zodpovědnost (ne na programátorovi), že proces bude správně fungovat. Toto předání informací je časově náročné a tím i cenově. Proto se hledají cesty, jak tuto část návrhu řídicího systému zjednodušit a zkrátit.

Programy typu batch pracují na PC až do úrovně fází, které řídí činnost modulů. Tím se získala možnost převést tvorbu vlastních předpisů a receptur z PLC do PC a umožnit tak technologům a procesním inženýrům jejich výrobu.

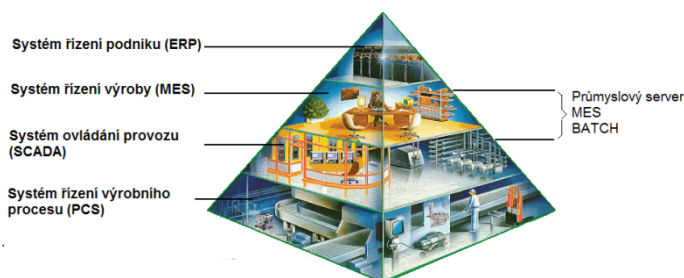
2 FILOZOFIE BATCH SYSTÉMŮ

V úvodu již byla naznačena motivace vzniku dávkových (také vsádkových) řídicích systémů. Těchto impulzů, tlaků a motivací bylo mnoho a i samotný vývoj těchto systémů nebyl ze dne na den. Zatímco dříve šlo v řídicích systémech spíše o technické přesuny, manipulace, mechanické, tepelné a chemické úpravy materiálů s cílem dosáhnout co nejefektivněji produkci výrobků, dnes hraje výraznou roli zpracovávání informací, které tuto výrobu provázejí. Do řídicích strategií je třeba implementovat stále větší množství dat technologických, ekonomických a obchodních. Výrazně se profesně změnil tým lidí, kteří se na vzniku automatizačního systému podílejí. I tam je třeba vidět příčinu vzniku řídicích systému typu Batch.

Nejdříve si vymežeme oblast automatického řízení, která je orientována na průmyslové řízení nebo také průmyslovou automatizaci. Budeme-li definovat průmyslovou automatizaci jako aplikaci automatického řízení na všechno, co se dotýká průmyslu, pak automatizaci technologických procesů budeme vnímat jako automatické řízení výrobních zařízení, včetně pomocných provozů, laboratoří apod. Vlastní automatizace bude zahrnovat systém řízení výrobního procesu (Process Control System) neboli procesní řízení (pohony a snímače), systém ovládání provozu, což je vizualizace a ovládání z operátorské stanice (SCADA, HMI, velín), sběr a zpracování dat na všech úrovních až po řízení a plánování výroby (MES). Jedná se tedy o technologický řídicí a informační systém, který je těsně spjatý s výrobou ve výrobních provozech.

Takto pojatá automatizace procesů je součástí řídicího a informačního systému výrobního podniku, jehož horní úroveň tvoří administrativní podnikový systém kategorie ERP. Hierarchické uspořádání řídicího a informačního systému výrobního podniku je znázorněno na Obr. 1.

V současné době se nám pozice a názvosloví v této oblasti automatizace poněkud komplikuje rychlým vývojem v oblasti „výrobní inteligence“. Vznikají platformy a portály, které agregují a totalizují systémy SCADA, MES, BATCH a PSC nebo jejich části do nových ucelených architektur. Nejznámějšími a nejrozšířenějšími jsou softwarová platforma ArchestrA od firmy Wonderware a softwarový portál TIA Portal (Totally Integrated Automation) od firmy Siemens.



Obr. 1: Hierarchická struktura řídicího a informačního systému

(Zdroj: [2])

Z jednoduché stavbičky, obydlené operátorem ve velínu a řadou rozvaděčů s programovatelnými automaty se nám stává luxusní stavba, tvořící příbytek pro celý tým řešící inteligentní projekt, který má obstát v tvrdém konkurenčním tržním prostředí. Tým, který musí vytvořit systém, přetvářející surová data na prakticky využitelné informace umožňující průběžně provádět optimální rozhodování pro zlepšování kvality výroby, snižování výrobních nákladů a zvyšování produkce.

2.1 Aktéři projektu

Mluvíme-li o tržním prostředí, tak je zřejmé, že probíhá veřejná soutěž o projekt a realizaci technologického zařízení (výrobní závod), jehož dnes již samozřejmě součástí je i řídicí systém, nebo-li *automatizace procesu*.

Pro jednoduchost předpokládejme případ, kdy zadavatelem je *zákazník*, který je současně investorem a také budoucím uživatelem.

Dále předpokládejme, že se jedná o komplexní dodávku závodu, tedy technologie i automatizace. Z toho vyplývá, že na projektu budou pracovat dva týmy, tým technologů – procesní inženýři a tým automatizace – projektanti hardware a programátoři. Rutinní práce jako projekt a zapojení elektrického vybavení a měření a regulace mohou být zahrnuty jako subdodávka v projektu technologie. Pak se na projektu budou podílet zástupci profesí:

- Zákazník
- Manažer projektu
- Procesní inženýr / technolog
- Programátor PLC
- Programátor SCADA a / nebo aplikačního serveru
- Programátor pro Batch (v případě, že se použije systému dávkového programování)

2.2 Nástroje a dokumenty

Každá firma projektující a programující průmyslová zařízení má své standardy (pracovní šablony) vycházející z požadavku na opakovatelnost a co nejvyšší efektivnost práce. Tyto standardy vycházejí z mezinárodních standardů, které jsou většinou prezentovány jako doporučení. Příkladem je *ISA S88.01 Standard*, jako mezinárodní doporučení pro řešení modulárního programování pro dávkové procesy. Podobně *ISA S95 Standard*, což je mezinárodní standard pro vývoj automatizovaného rozhraní mezi podnikem a řídicím systémem. Tato norma byla vyvinuta pro použití ve všech odvětvích, a ve všech druzích procesů, jako jsou například dávkové procesy, kontinuální a opakující se procesy.

Nástroje a výchozí dokumenty pro projekt pak jsou:

- ISA S88.01 Standard
- ISA S95 Standard
- Popisy automatizace
- Popisy technologického procesu
- Batch SW, SCADA/HMI SW, PLC SW
- Školící dokumentace / manuály

Popisy jsou jednak *koncepční* (popisy struktury daného objektu), *funkční* (popisy funkce) a *podrobné* (popisy, které jednoznačně určují, kdy a které elektrické zařízení - motor, ventil, čidlo- se má aktivovat a deaktivovat).

2.3 Fáze projektu automatizace

Bylo již řečeno, že na řešení projektu se bude podílet tým odborníků různých profesí. Také už byla zmínka, že prvním krokem k realizaci projektu bude výběrové řízení, a z logiky věci vyplývá, že posledními kroky celého projektu bude právě vlastní řešení řídicího systému a uvedení závodu do provozu, jedním slovem – automatizace. Opět se bude jednat o týmovou práci. Kvalita a funkceschopnost je zde samozřejmostí. Pole, na kterém se bude odehrávat rozhodující boj o pozici na trhu, bude čas. Jeho výrazné úspory se dosáhne minimalizací přelévání informací a znalostí uvnitř týmu vedoucí k neefektivní duplicitě. Procesní inženýr, který je autorem procesních rozhodování vytvoří rozhodovací bloky programu, tzv. receptury, nebo-li procedurální model. Programátor – elektrikář, který zná provozní elektrická zařízení, vytvoří programy ovládající zařízení na úrovni technologického procesu. Obecně bude mít projekt automatizace tyto fáze.

- Fáze 1 – Objasnění projektu / Požadavky zákazníka / Nabídka
- Fáze 2 – Návrh / Řešení
- Fáze 3 – Implementace
- Fáze 4 – Zákaznický test / Factory Acceptance Test (FAT)
- Fáze 5 – Uvedení do provozu
- Fáze 6 – Provozní asistence & Zaškolení
- Fáze 7 – Předání zákazníka do péče oddělení servisu a podpory

Na Obr. 2 je formou vývojového diagramu znázorněn postup všech činností, tak jak následují při vytváření systému řízení technologického procesu. Část, která se týká řešení systému Batch, je označena červeným rámečkem. I zde je vidět, že se jedná o těsnou spolupráci procesních inženýrů (Technolog) a inženýrů automatizace (Automatik)

3 NORMA ANSI / ISA 88

Norma ANSI/ISA-88.01-1995, Batch Control, Part 1: Models and Terminology (Řízení vsádek, Část 1: Modely a terminologie; v literatuře běžně označovaná jako S88.01, popř. jen S88). Obecně tato norma specifikuje terminologii a modely pro dávkové procesy, řadu doporučení a pravidel, které klasifikují, jak by měla být uspořádána výrobní technologie a k ní příslušný způsob řízení.

Standard S88 to velice význačný dokument v oblasti dávkových systémů, který je zaměřen na zautomatizování často se opakujících úloh v automatizaci. Definuje přístup, který programování těchto úloh činí značně jednodušší. Jedny z důvodů pro zavedení tohoto standardu jsou zvýšit rychlost tvorby aplikací a minimalizovat chyby programátorů.

3.1 Co přináší S88

3.1.1 Modularitu

Výrobní technologie a jejich popis se můžou jevit z komplexního hlediska jako velmi složité z hlediska chápání. Mnohem snadnější je jejich popis, když ho dokážeme rozdělit na skupinu jednodušších operací, které se ještě navíc často opakují. Zařízení takového procesu se pak zpracovává jen v jedné aplikaci a opakovaně se používá v dalších aplikacích.

3.1.2 Zlepšení komunikace mezi systémovými subjekty

S88 poskytuje standardní názvosloví s cílem zlepšení komunikace, které řeší mnohé komunikační problémy mezi uživateli, dodavateli a subdodavateli.

3.1.3 Možnost opakovaného použití navržených modulů

Možnost opakovaného použití navržených modulů vyplývá z modularity, kterou standard S88 zavádí. Prvky řízení a předpisy dávkovacích procesů jsou strukturované hierarchicky do nezávislých modulů. Jakmile je jednou modul vyvinut pro specifickou funkci, můžeme ho použít kdykoliv znovu pro každou podobnou funkci.

3.1.4 Prevence proti chybám v dávkových procesech

Pokud je již standard vyvinut a otestován v mnoha aplikacích, jsou minimalizovány chyby v jednotlivých modulech.

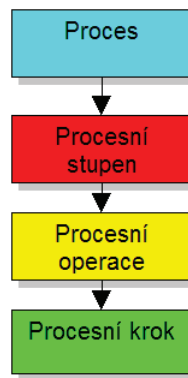
3.2 Základní koncepce modelů výroby

Nejdůležitější krok automatizace technologického projektu je modularizace jednotlivých procesů. Norma S88 definuje tři základní modely pro dávkové procesy.

- Procesní model
- Fyzický model
- Procedurální řídicí model

3.2.1 Procesní model

Neváže se na žádná konkrétní zařízení, ale definuje celý průběh procesu z hlediska jednotlivých procesních akcí.



Obr. 3: Procesní model dle S88

Proces

Nejvyšší úroveň děje. Definuje všechny procesní akce, které se mají provést se vstupními surovinami, abychom ve výsledku dostali konečný produkt.

Procesní stupeň

Proces se obvykle skládá z několika procesních stupňů, vykonávající se nezávisle jeden na druhém.

Procesní operace

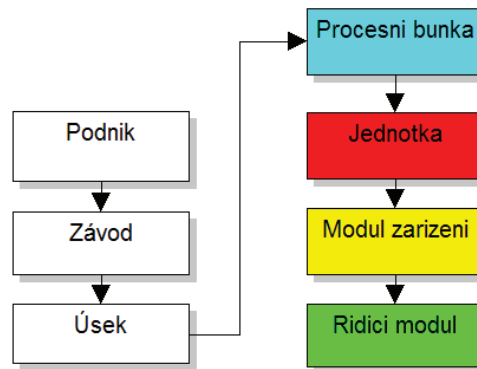
Reprezentuje příslušnou hlavní činnost v procesu. Obvykle je výsledkem fyzikální nebo chemická změna zpracovávaných surovin či meziproductů.

Procesní krok

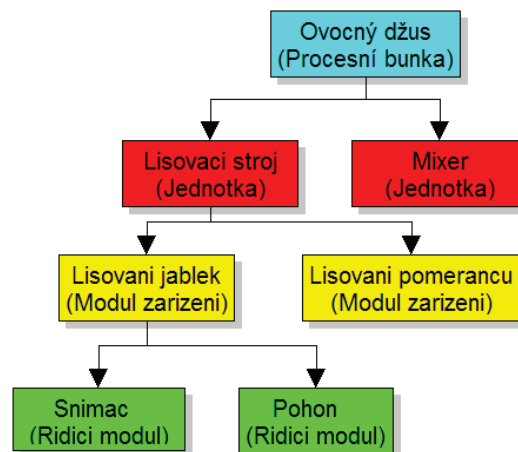
Procesní krok je nejmenší akce procesu. Zkombinováním procesních kroků se vytvoří procesní operace.

3.2.2 Fyzický model

Fyzický model se skládá z podniku, závodu, provozu, procesní buňky, jednotky, modulu zařízení a řídicích modulů. Celkově se tedy skládá ze sedmi úrovní, ale první tři se využívají spíše k ekonomickým aspektům. Za účely řízení jsou mnohem důležitější poslední čtyři úrovně v tomto modelu. Celou tuto hierarchii můžeme vidět na Obr. 4.



Obr. 4: Fyzický model dle standardu S88



Obr. 5: Fyzický model výroby džusu

Procesní buňka

Logické seskupení zařízení, které může vyrábět již koncový produkt nebo pouze meziprodukt. Meziprodukt může být použitý v dalších procesech.

Jednotka

Je sada modulů zařízení a řídicích modulů. V jednotce mohou být realizovány jedna či více hlavních výrobních aktivit v dávce. Podmínkou je, že může být spuštěna pouze jedna dávka.

Modul zařízení

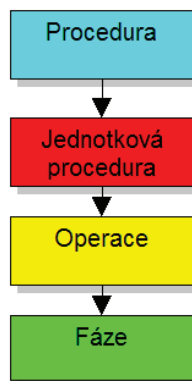
Provádí přesně definovanou skupinu operací, podle toho, k čemu je modul určen. Obsahuje řídicí moduly případně další podřadné moduly zařízení.

Řídicí modul

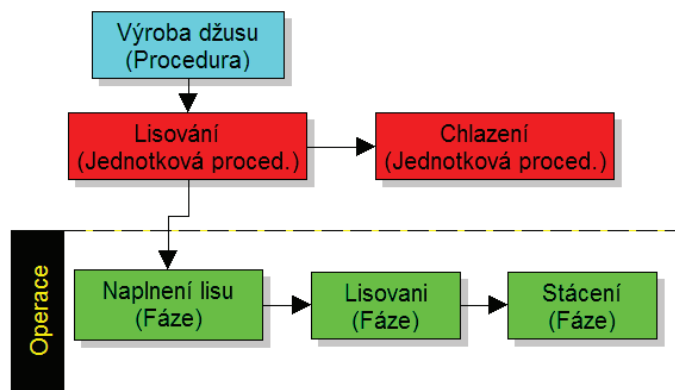
Představuje nejnižší úroveň fyzického modelu. Slouží k ovládání jednoduchých akčních členů, jako ventilů, snímačů, čerpadel či pohonů.

3.2.3 Procedurální řídicí model

Ve spojitě i diskrétní výrobě se tento model nevyskytuje. Zato pro dávkovou výrobu je charakteristický a z hlediska řízení nejdůležitější. Má čtyři úrovně a to proceduru, jednotkovou proceduru, operaci a fázi. Hierarchické znázornění je vidět na Obr. 6.



Obr. 6: Procedurální řídicí model dle S88



Obr. 7: Procedurální model výroby džusu

Procedura

Nejvyšší úroveň řízení, definující strategii pro výrobu vsádky.

Jednotková procedura

Skládá se z uskupení operací, které vytváří výrobní proces. Tento proces se provádí v jednotce.

Operace

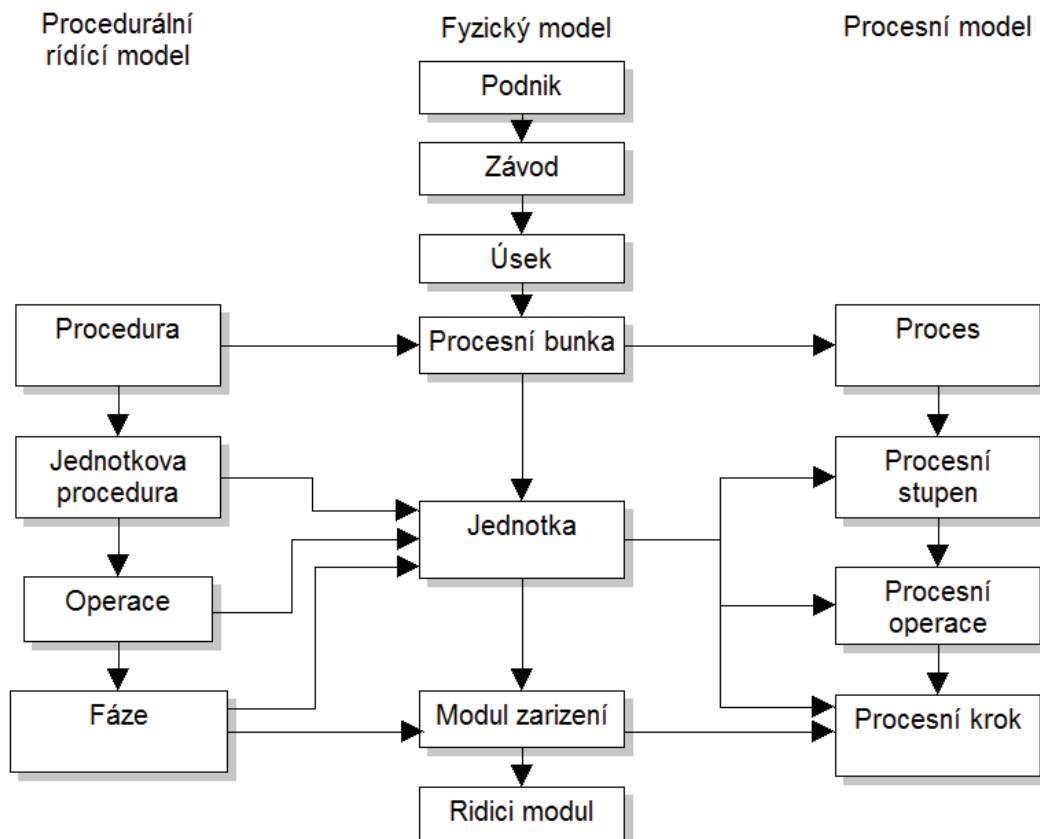
Definuje větší procesní posloupnost, která většinou zpracovávané látky převádí z jednoho fyzikálního nebo chemického stavu do dalšího.

Fáze

Nejmenší procedurální částice řízení, která může způsobit jeden či více akcí nebo řídicích příkazů.

3.2.4 Vzájemné propojení modelů dle S88

Jednotlivé typy modelů jsou mezi sebou propojeny logickými vazbami, které jsou znázorněny na Obr. 8

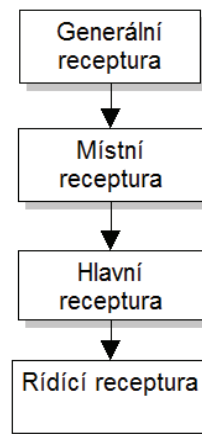


Obr. 8: Vzájemné propojení modelů

3.3 Receptury

Výroba produktů se řídí recepturou. Ta musí obsahovat takové minimum informací, potřebné k výrobě konkrétního produktu, aby byly jednoznačně dány požadavky na tuto výrobu. Norma S88 definuje čtyři druhy receptur, které jsou i hierarchicky znázorněny (od nejobecnější po nejspecifičtější) na Obr. 9:

- Generální receptura
- Místní receptura
- Hlavní receptura
- Řídící receptura



Obr. 9: Hierarchické znázornění receptur

3.3.1 Generální receptura

Bývá také označována jako obecná receptura. Není závislá na konkrétním místě nebo vybavení, ale obsahuje specifické informace o výrobě, jako například informace o surovinách, technologickém postupu či požadovaném vybavení. Pouze ale na obecné úrovni.

3.3.2 Místní receptura

Přísluší k jednotlivým lokalitám. Obsahuje už specifické informace, které jsou přizpůsobeny možnostem daného závodu. Zpřesňuje generální recepturu tak, aby byla použitelná pro typy instalovaného zařízení.

3.3.3 Hlavní receptura

Má v sobě již specifické údaje o výrobě přizpůsobené danému zařízení. Je odvozena z místní receptury a obsahuje technologický postup výroby daného produktu a požadavky na zařízení.

3.3.4 Řídící receptura

Je to nejkonkrétnější typ receptury. Vychází z hlavní receptury a obsahuje podrobné operativní údaje, které jsou pro každou dávku unikátní.

3.3.5 Součásti receptury

Součástí každé receptury (pro naše účely postačí alespoň hlavní a řídicí) by měli být následující formality.

Hlavička

Hlavním obsahem jsou administrativní údaje jako například identifikátory receptury a produktu, autora, datum vydání receptury, její schválení a případně další potřebné údaje.

Formule

Obsahuje informace o vstupních surovinách (název a množství). Dále pak informace o výstupech (informace hotovém produktu i meziprojektu receptury) a parametrech daného procesu (tlak, teplota apod.).

Požadavky na řízení

Určuje a omezuje výběr možného zařízení, které může být použito pro provedení dané receptury.

Procedura receptury

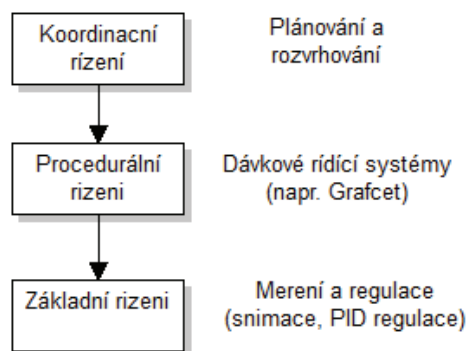
Definuje postup provádění procedury na úrovni hlavní a řídicí procedury. Dále definuje jednotlivě prvky procedurálního řízení.

Další údaje

Zde mohou být uvedeny další informace související s danou recepturou, které se nevyskytovaly v předchozích částech.

3.4 Úrovně řízení

Norma definuje 3 druhy řízení dávkového systému. Tyto tři druhy řízení a jejich vázané funkce a prostředky jsou vidět na Obr. 10.



Obr. 10: Úrovně řízení a k nim vázané funkce a prostředky

3.4.1 Základní řízení

Jako základní řízení se považuje řízení, které dosáhne a udrží specifický stav zařízení a procesu. Základní řízení:

- obsahuje regulační řízení, blokování (interlocking), monitorování, obsluhu výjimek a cyklické diskrétní nebo sekvenční řízení.
- může poskytovat odezvy na podmínky procesu, které by mohly ovlivnit výstupy řízení nebo spustit opravné akce.
- může být aktivováno, deaktivováno nebo modifikováno příkazy operátora nebo procedurálním, popř. koordinačním řízením.

Základní řízení ve vsádkové výrobě se principiálně neliší od řízení kontinuálních procesů. Ve vsádkovém prostředí mohou být ovšem větší nároky na schopnost základního řízení přijímat příkazy a měnit podle nich své chování.[3]

3.4.2 Procedurální řízení

Procedurální řízení ovládá akce týkající se zařízení tak, aby se odehrávaly v dané sekvenci a tak provádí úlohu orientovanou na proces.[3]

Procedurální řízení je charakteristické pro dávkově řízené úlohy. Je tvořeno procedurálními prvky. Tyto prvky jsou zkombinovány v hierarchické struktuře takovým způsobem, aby provedly a dokončily proces definovaný modelem procesu.[7] Hierarchický model tohoto řízení je analogický s procedurálním modelem, který taktéž obsahuje proceduru, jednotkovou proceduru, operaci a fázi.

3.4.3 Koordinační řízení

Koordinační řízení řídí, iniciuje anebo modifikuje postupy procedurálního řízení a využití jednotlivých aparátů. Je v čase proměnlivé, stejně jako procedurální řízení, ale není strukturované podle specifické, na proces orientované úlohy.

Příklady koordinačního řízení jsou algoritmy pro:

- sledování dostupnosti nebo kapacity zařízení
- přiřazování zařízení jednotlivým vsádkám
- rozhodování konfliktů mezi požadavky na přiřazení
- koordinaci přístupu ke sdílenému vybavení
- výběr prvků procedury, které mají být realizovány
- šíření módů.[3]

4 BATCH SYSTÉMY

4.1 InBatch – Wonderware

Wonderware InBatch je software speciálně navržený pro vytváření procesního modelu, simulaci a automatizované řízení dávkových výrobních technologií, tj. výrobních procesů a receptur používaných v potravinářském, farmaceutickém a chemickém průmyslu. InBatch umožňuje automatizovat jakékoliv dávkové výrobní procesy – od nejjednodušších až po nejsložitější, které musí vyhovět požadovaným zákonným předpisům a nařízením.[4]

InBatch je navržen v souladu se standardy Instrument Society of America (ISA) S88.01, které definují hlavní obecné zásady, jež by měly systémy tohoto typu splňovat. [4]

4.1.1 Vytvoření procesního modelu

Model výrobní technologie dávkových výrobních procesů se skládá z jednotek (units) a jejich vzájemných propojení (connections).[4]

Jednotky

Jednotka je definována jako nádoba zpracovávající nebo uchovávající materiál. Některé jednotky nemají žádné výrobní schopnosti (sila, zásobníky, manuální dávkovače aj.). Jiné jednotky (reaktory, míchače, oddělovače aj.) naopak mohou kombinovat různé výrobní schopnosti (ohřev, chlazení, míchání, mixování, plnění aj.). [4]

Propojení

Jako propojení je definováno zařízení potřebné k přenosu materiálu z jedné jednotky do druhé (potrubí, čerpadla, ventily, odlučovače, průtokoměry aj.). Propojení lze definovat i abstraktně pro případ, že k přesunu mezi jednotkami dochází ruční manipulací obsluhy. [4]

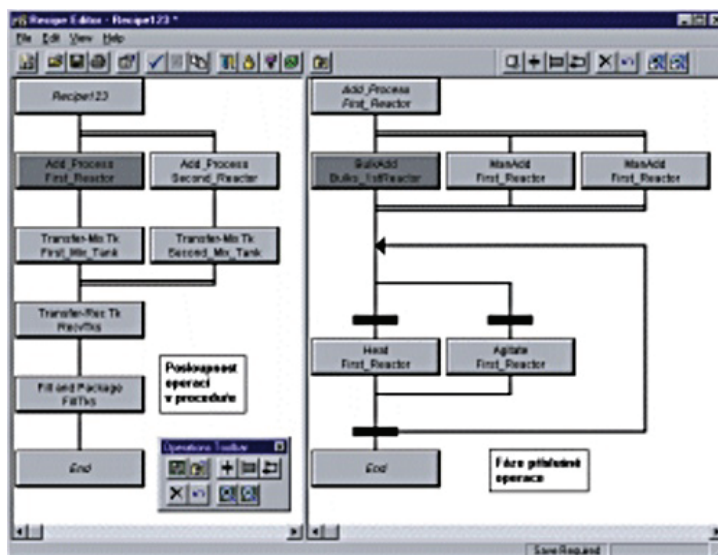
Třídy

Jednotky, které mají stejnou výrobní funkčnost, jsou zařazeny do stejné procesní třídy (process class). Propojení, jež mají společnou výchozí a koncovou procesní třídu, jsou zařazena do stejné transportní třídy (transfer class). Schopnost seskupovat jednotky a spojení do tříd pro jejich maximální využitelnost, popř. zaměnitelnost je podstatou skutečně flexibilního dávkového systému. [4]

Fáze

Výrobní a přenosové schopnosti jsou reprezentovány tzv. fázemi (phases). Fáze vykonává určitou procesní činnost (míchání, ohřev, dávkování, přečerpávání aj.) a je

konfigurována pomocí parametrů podle potřeb dané receptury. Fáze mohou být vykonávány automaticky řídicím systémem nebo manuálně operátorem. Všechny automatické fáze mají robustní a univerzální rozhraní pro připojení k řídicímu hardwaru od různých dodavatelů (Siemens, Allen-Bradley, Modicon aj.). Základní zásady rozčlenění procesů až na úroveň fází se s výhodou využijí při modulárním strukturovaném programování řídicího hardwaru a jsou užitečné i při dalším rozšiřování výroby, kdy lze již vytvořenou fázovou logiku s minimálními úpravami opakovaně použít.[4]



Obr. 11: Procedura v grafickém editoru

(Zdroj: [4])

4.1.2 Možnost propojení s ostatními produkty

Pro vytváření klientských pracovišť aplikace InBatch je ideální vizualizační systém Wonderware InTouch, který v jednom prostředí poskytuje ucelený pohled na dávkovou výrobu i další potřebné procesní informace.[4]

Pro ukládání historie o skutečném průběhu výroby dávek je možné použít „tovární“ databázi Wonderware IndustrialSQL Server.[4]

Pro připojení k řídicím systémům (typicky programovatelné automaty PLC) jsou určeny komunikační programy, tzv. I/O Servery, rovněž od firmy Wonderware. I další člen rodiny FactorySuite 2000 – Wonderware InControl může se systémem InBatch spolupracovat. InControl je otevřený řídicí software pracující v reálném čase v operačním systému Windows NT, který umožňuje navrhnout, vytvořit, otestovat i vykonávat fázovou logiku navrženého dávkového systému. InControl tak poskytuje alternativní integrované řešení k vlastnickým řídicím systémům (PLC).[4]

4.2 Simatic Batch – Siemens

Simatic Batch je systém určený pro dávkovou výrobu, úzce provázaný s možnostmi, které poskytuje PCS 7. Dává uživateli možnost tvořit receptury, spravovat je, řídit výrobu, ukládat data o výrobě a tvořit výstupní zprávy o výrobě dávky. Je to, stejně jako PCS 7, modulární systém s rozsahem od jedné operátorské stanice po systém s až dvanácti servery a s až 32 klienty na server.[5]

Těsná vazba mezi Simatic Batch a PCS 7 usnadňuje přípravu výroby. Například editor receptur v systému Simatic Batch získává odpovídající údaje přímo z nástroje Simatic Manager, který je součástí ES PCS 7. Společný je také centrální archivní server PCS 7 a Simatic Batch nebo způsoby zabezpečení přístupu k systému.[5]

SIMATIC BATCH je používán pro náročnější programy s řízením na bázi receptur. Recepturovou strukturu lze v tomto programu snadno graficky navrhnout a modifikovat buďto na operátorské stanici, nebo na samostatném PC.

Všechny provozní a procesní data mohou být shromažďovány pro konkrétní dávku, zatímco se tato dávka vyrábí a následně mohou být tato data zpracována a vytisknuta v dávkovém protokolu.

Simatic Batch má podporu ve všech stádiích automatizace dávkových procesů. Funkce poskytované tímto programem lze rozdělit do čtyř základních kategorií:

- **Systém receptur:**
Tvorba a správa z libovolného počtu master předpisů a knihoven operací
- **Dávkové plánování**
Plánování a přeplánování šarží a výrobních zakázek
- **Dávkové řízení**
Provedení, vizualizace, kontrola šarží vydaných pro výrobu a odpovídající kontrolní receptury, stejně jako vizualizace stávajícího bloku s alokací
- **Dávka pro správu dat (Batch CDV)**
Akvizice, skladování a protokolování šarží

4.3 Comes Batch – Compas

V dnešní době mají výrobci automatizačního SW tendenci integrovat všechny funkce a subsystémy do jednoho systému (balíku aplikací), jako například společnost COMPAS automatizace s r.o., která vyvíjí výrobní informační systém nazývaný COMES. Součástí tohoto MES systému je i modul COMES Batch, který slouží pro řízení šaržových (dávkových) výrobních procesů. Umožňuje pružné recepturové řízení a tvorbu výrobních předpisů, která vychází z mezinárodního standardu ANSI/ISA-S88. [9]

Základní struktura programu v Batchi je zobrazena na Obr. 12. Při programování procesu je pro nás nejdůležitější položka *Operace*, která obsahuje posloupnost *Fází*. Všechny operace se následně skládají do *Předpisů*, které mají své *Varianty*. Tyto předpisy jsou složeny z *Procedur a Receptur*. V Batchi se následně varianty spouštějí.

V programu lze interaktivně zobrazovat a řídit jednotlivé předpisy, operace i fáze. Interaktivní zobrazení je mnohem intuitivnější a přehlednější při samotném programování, ladění, ale i čitelnější a srozumitelnější pro zákazníka.

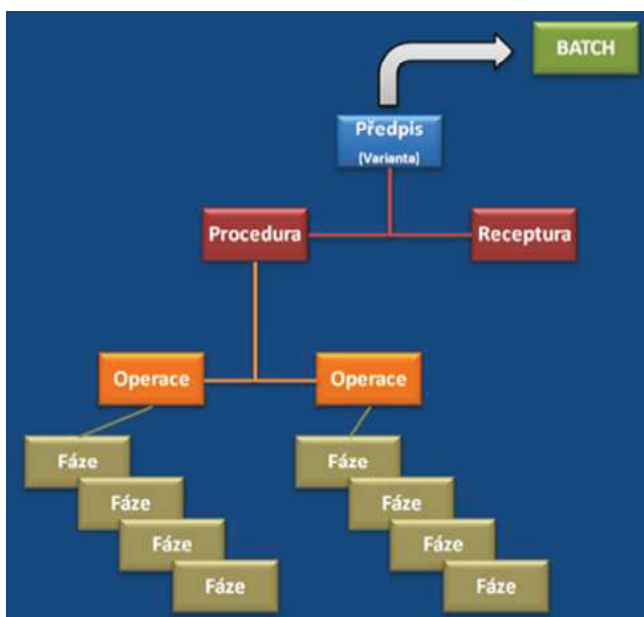
Specifikace

COMES Batch je založen na architektuře klient – server, kde prostředí pro uživatele tvoří internetový prohlížeč Microsoft Internet Explorer.

Ze standardních funkcí obsahuje COMES Batch tvorbu a správu předpisů, plánování šarží, řízení výrobních procesů prostřednictvím nadefinovaných předpisů, jejich provádění a řízení výroby, automatické generování elektronického záznamu o výrobě (EBR), komunikaci s úrovní řídicích systémů, spolupráci s ostatními moduly systému COMES, vedení automatického záznamu o změnách a zásazích prováděných v modulu (audit trail). [11]

Výhody COMES Batch

- Flexibilita, změny výrobních algoritmů může provádět technolog v Batch systému, není nutno provádět změny v řídicím systému
- Minimalizace validací (ve farmacii)
- Řízení nejen výrobních zařízení (v automatizovaných provozech), ale i pracovníků (v ručně ovládaných provozech)
- Kontrola dodržování výrobních postupů
- Omezení lidského faktoru při dokladování výroby
- Plně automatická a elektronická dokumentace výroby (EBR)
- Možnost integrace s úrovní ERP (zadávaní požadavků na výrobu z ERP, zpětné hlášení spotřeb)[9]



Obr. 12: Základní struktura programu v COMES Batch

(Zdroj: [8])

4.4 Zhodnocení

V dnešní době jsou hlavními účastníky na celosvětovém trhu softwaru s řídicími dávkovými systémy právě zmíněné programy InBatch od společnosti Wonderware a Simatic Batch od společnosti Siemens. K dokreslení situace a hlavně kvůli použití softwaru při výrobě laboratorní úlohy je zde uveden produkt od české společnosti ze Žďáru nad Sázavou s názvem COMPAS, a to Batch modul jejich MES systému COMES.

Všechny tři programy jsou založeny na normě ANSI / ISA 88, která je klíčovým dokumentem pro dávkovou výrobu. Norma není doslovně dodržována, protože je to pouze doporučení k tomu, jak by měla být uspořádána výrobní technologie a k ní příslušný způsob řízení. Firmy si zindividualizovaly názvosloví (např.: Recipe, Recept, Předpis atd) Každá společnost se snaží o co nejpřehlednější a uživatelsky příjemné prostředí, jednoduché ovládání ale přitom s co nejpropracovanějšími funkcemi.

Hlavním přínosem u všech těchto systémů je fakt, že své výrobní procesy a předpisy mohou vytvářet, modelovat a poté i simulovat přímo technologové a výrobní inženýři bez potřeby odborníků na programování řídicího hardwaru.

Oba giganti mají vyvinutý i vlastní vizualizační program. Wonderware má svůj InTouch, ve kterém je i vytvořena vizualizace k laboratorní úloze na konci BP, a Siemens se svým WinCC. Díky své modularitě jsou ale tyto vizualizační programy kompatibilní se všemi výše zmiňovanými programy.

5 LABORATORNÍ ÚLOHA

Laboratorní úloha je naprogramována dle následujícího zadání. Toto zadání bylo přežato ze Semestrálního projektu a pozměněno.

- Začne se nasypávat tank N1
- Po 10s se začne nasypávat i druhý tank N2
- Při nasypání 30kg se spustí mixér na 35% otáček
- Horní hranici nasypávání volí operátor (defaultně je nastavená na 60kg)
- Po nasypání horní hranice se mixuje na 50% otáček po dobu 15s
- Po této době se začne obsah vysypávat
- Při vysypávání se mixuje na 20% otáček
- Mixování se ukončí při obsahu 15kg
- Vysypává se až do konce

5.1 Důležité kroky před započítím práce

Aby bylo možno vůbec začít pracovat s Batch modulem v MES systému COMES, je nutné, aby se v PLC nacházel projekt naprogramovaný takovým způsobem a takovou složitostí, aby s ním mohl Batch spolupracovat. Protože Batch vyžaduje vyšší úroveň složitosti fází, do PLC se nahraje již vytvořený projekt od vývojářů ze společnosti COMPAS, který se jmenuje *Comes* a je přiložen v příloze.

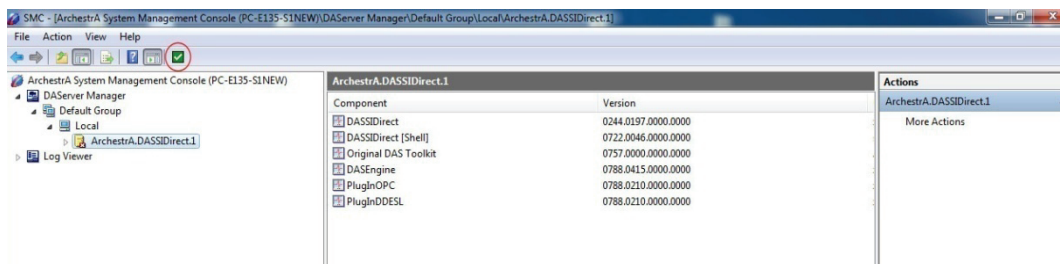
Po nahrání projektu do PLC je důležité zajistit, aby bit M1.0 byl v logické jedničce. Toho se dosáhlo např. pomocí VAT tabulky.

Tento program již naprosto splňuje normu ANSI / ISA 88.

5.1.1 Příprava vizualizace

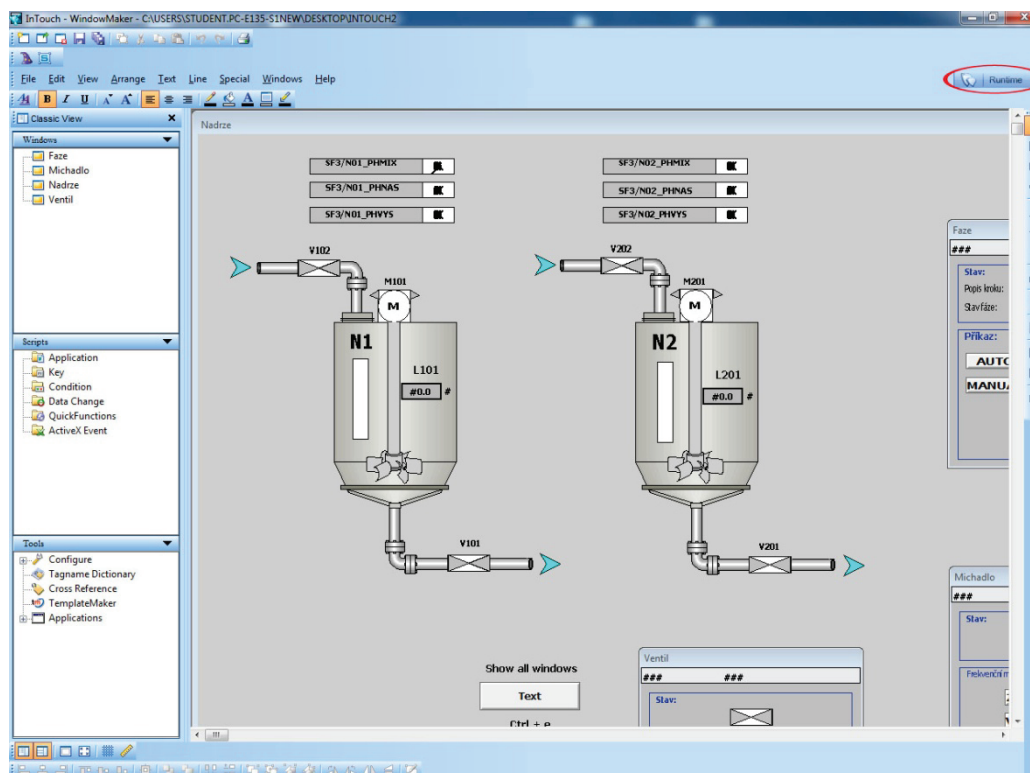
Před vytvořené soubory s vizualizací v programu InTouch jsou příloze pod názvem *xberan30_tanky*.

Pro zapnutí konzole, díky níž může vizualizace v programu InTouch fungovat, se musí spustit program *System Management Console*, proklikáním se přes DASServer Manager až po ArchestrA.DASSIDirect.1 spuštění samotné konzoly provedeme zelenou ikonou v horní liště jak je vidět na Obr. 13.



Obr. 13: System Management Console

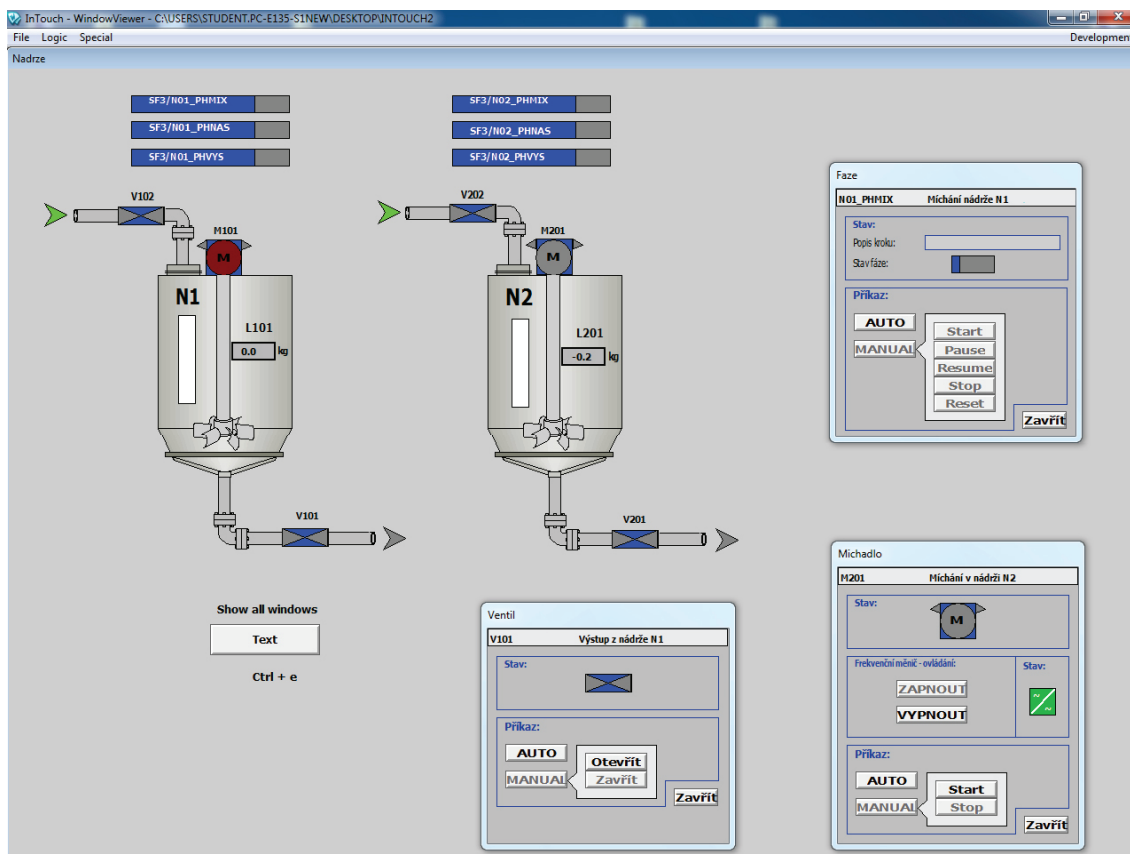
Při otevření samotného vizualizačního programu InTouch se může objevit dotaz na licence, které se budou ignorovat zvolením Ignore. Otevřením upravené vizualizace s názvem *xberan30_tanky*, která se vyhledá v počítači, se dostaneme do pracovního prostoru programu (WindowMaker). Vizualizace, která již slouží pro výuku v předmětu MAUP, byla graficky přepracována a zvětšena za účelem zpřehlednění celé vizuální části úlohy. Přepracovány byly prvky míchacích aparátů, potrubí, které mění svou barvu podle toho, zda v něm právě proudí nasypávaný (vysypávaný) materiál a samotná těla tanků. Ovládací prvky byly zanechány v původním formátu, pouze k nim bylo přidáno několik vylepšení jako např. tlačítko pro zobrazení všech ovládacích oken, kde tato funkce funguje i pod klávesovou zkratkou Ctrl+e.



Obr. 14: Okno vizualizace InTouch - WindowMaker

Spuštění samotné vizualizace se provádí tlačítkem *Runtime* v pravé horní části obrazovky. Vizualizační část programu InTouch se nazývá WindowViewer. Fáze, ventily i motory mají svá ovládací okna. Vyzkoušení napouštění a vypouštění tanků lze

provést buďto manuálním otevíráním a zavíráním ventilů, nebo pomocí fází. Zde ale platí, že pro ovládání fází MUSÍ být ventily v automatickém režimu. Pro ovládání motorů platí, že musejí být zapnuté frekvenční měniče a též nastaveny do automatického režimu. K řízení pomocí modulu Batch se musí všechny ventily, motory a fáze přepnout do automatického režimu.

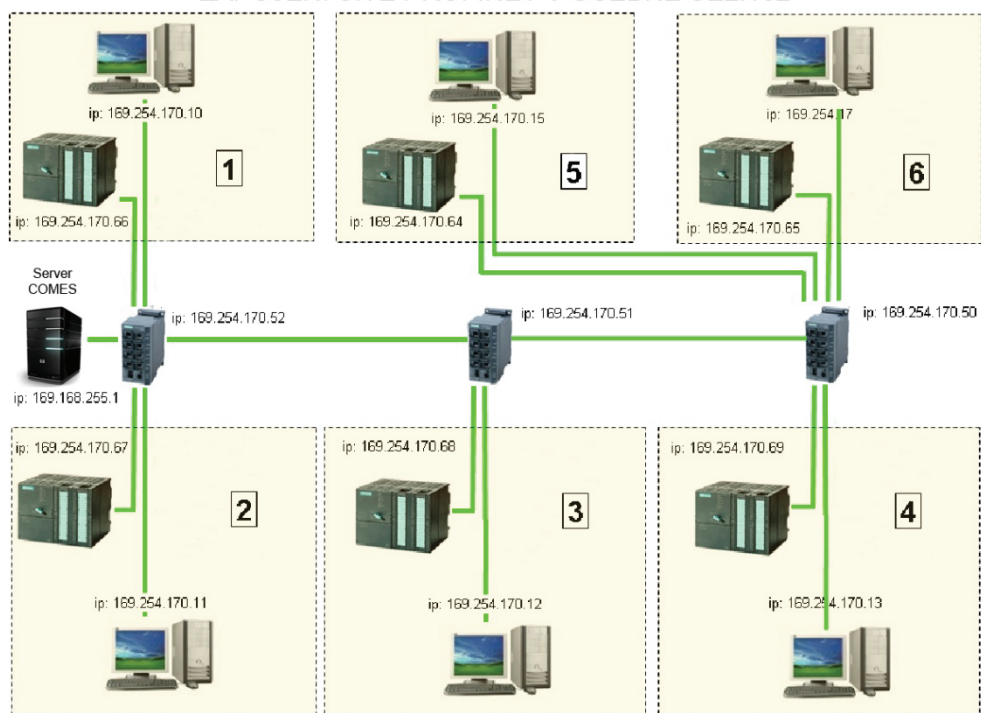


Obr. 15: Okno spuštěné vizualizace - WindowViewer

5.1.2 Comes Batch a PROFINET

Podmínkou k připojení se k serveru COMES z jakéhokoliv PC v učebně je, že musí být zapnuty všechny programovatelné automaty (PLC), kvůli propojení sítě PROFIBUS. Zapojení této sítě je naznačeno na Obr. 16.

ZAPOJENÍ SÍŤE PROFINET V UČEBNĚ SE2.132



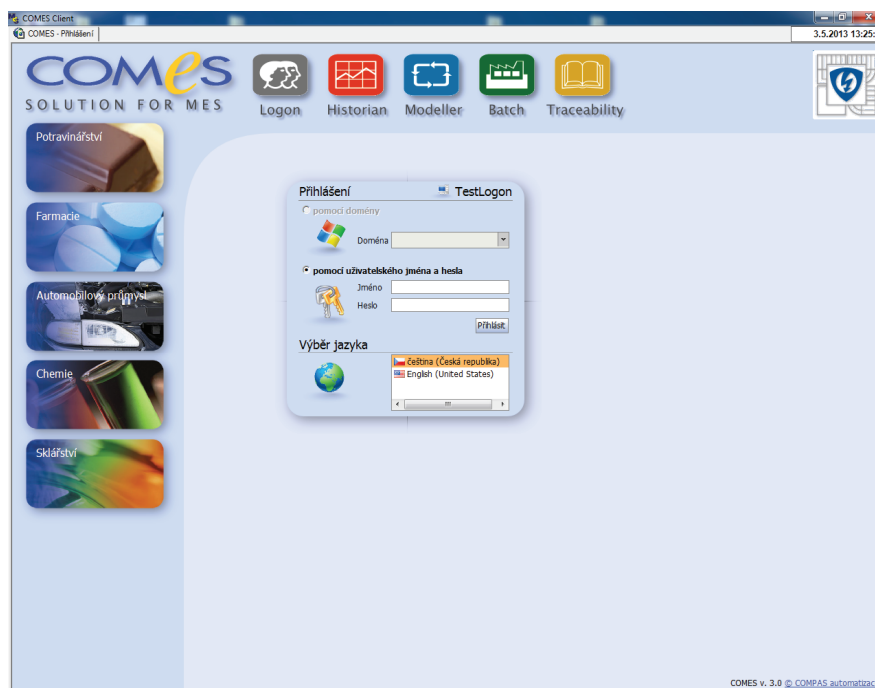
Obr. 16: Zapojení síťe PROFINET v učebně SE2.132

Jako rozhraní pro modul Batch slouží aplikace COMES Client, která v sobě již má zabudován Internet Explorer a zaručuje vyšší bezpečnost pro náš operační systém. Přihlášení se provádí pod iniciály.

Jméno: PCx

Heslo: studentx

Kde x značí číslo stanice, u které se nacházíme v mém případě je to číslo 1 (PC1...student1).



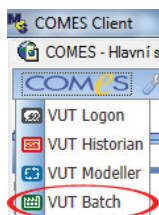
Obr. 17: COMES Client na VUT FEKT

5.2 Realizace

Jako první krok k naprogramování dávky je nutné vytvořit operaci. Do operace se budou seskupovat nejnižší objekty z celého programu a to fáze. Operace se následně budou skládat do Předpisů, které mají své Varianty. Tyto Předpisy se skládají z Procedur a Receptur. V Batchi se v konečné fázi spouštějí Varianty jednotlivých Předpisů.

5.2.1 Výroba operace

Vytvoření Operace se docílí rozkliknutím *Konfigurace modulů COMES*, nacházející se pod ikonou COMES a následné zvolení VUT Batch jako na Obr. 18. Otevře se okno COMES Batch-Konfigurace. Pod ikonou *Objekty* se zvolí *Operace* a v levé části se prokliká přes ČR-> VUTBR-> LAB-> Operace-> Nová operace. Zde se zadá požadovaný název operace, popíše se a ikonou diskety se uloží. Následně se volí Editor operace.



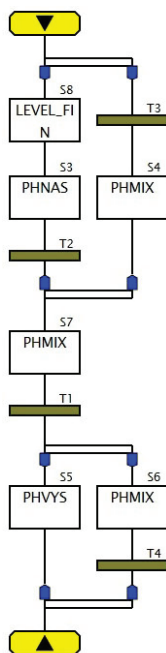
Obr. 18: Konfigurace modulů COMES

V pracovní liště editoru ikonou *Proměnné* zobrazíme okno Proměnné a zde se vytvoří devět proměnných. Nová proměnná se intuitivně vytváří tlačítkem NOVÁ. Zadává se Název, Popis, případná měrná jednotka a checkboxem *Globální* lze rozlišit, zda je proměnná Globální či Lokální.

Sedm z devíti vytvořených proměnných je Datového typu Desetinný (Double) se Zdrojem *Hodnota v receptuře předpisu*. Hodnoty v závorkách za názvy jsou nastavené hodnoty pro danou proměnnou. Názvy těchto proměnných jsou:

B2_MnozDoPrvnMich (30), *B2_RychlMich* (35), *B3_CasMich* (15), *B3_RychlMich* (50), *B4_MnozMichLow* (15), *B4_RychlMich* (20) a *B1_CelkMnoz* (60), která bude stejná jako předchozí, pouze se změnou ve Zdroji na *Proměnná předpisu*. Dále se vytvoří jedna proměnná s názvem *Zarizeni*, která bude mít také Zdroj *Proměnná předpisu*, Masku *{Jméno}* a datový typ Enumerace (Enumeration) s Hodnotou *Zařízení* a číslem tanku (např. u PLC1 a tanku č. 2 bude hodnota: 11|PLC1.N02). Dále se pak vytvoří poslední proměnná, která bude lokální a s Názvem *dopocitanaVyska* opět datového typu Double.

Ikonou Alokační skupiny v pracovní liště se otevře okno Editace alokačních skupin a tlačítkem *Nová*, zadáním Názvu a Popisu se vytvoří první alokační skupina v operaci s názvem *AlokSk1*.



Obr. 19: Operace – činnosti tanku

Do operace se budou vkládat fáze. Tyto fáze, jak již bylo řečeno, byly převzaty od vývojářů z firmy COMES a využívají se jako výukový materiál k předmětu MAUP.

Začátek operace se bude skládat z paralelního rozvětvení se dvěma větvemi. První větev bude obsahovat posloupnost dvou fází a jednoho přechodu. První fáze, která byla doplněna jako vylepšení původního zadání, aby program byl o něco inteligentnější má

název *LEVEL_FIN* a slouží k dopočítávání požadovaného dosypávaného množství. Po rozkliknutí této fáze se otevře okno Konfigurace fáze, jako Fáze se tedy zvolí *LEVEL_FIN*, v horní liště se přepne na záložku Alokace a jako Typ alokace se volí *Podle hodnoty proměnné*, Skupina zařízení bude *Zarizeni* a Alokační skupina se volí již vytvořená *AlokSk1*. Přepnutím na Parametry se zobrazí čtyři parametry. Hladinu v nádrži, která je požadována zastupuje parametr *LEVEL_REQ* (request). Jako Vstupní hodnota se volí proměnná *BI_CelkMnoz*, která bude říkat, jaké celkové množství materiálu se bude do nádrže nasypávat. Dále pak je potřeba znát aktuální hladinu v Tanku, tu zastupuje parametr *LEVEL_CURR* (current).

Aktuální stav hladiny se vloží tak, že ve Vstupní hodnotě se klikne na dvě tečky pod *Výběr vlastností dané tagem*. Otevře se nové okno, kde se v horní části přepne na *Použit alokované* (tímto se odstraní návaznost na jeden tank – nyní se již bude brát hladina od toho tanku, který je v aktuální alokační skupině) a následně se *Hladina* potvrdí dvojklikem na ní.

Ve Vstupní hodnotě se zobrazí *CTU[][Tanky][Hladina]*. Díky této hodnotě bude možno dopočítat potřebné dosypávané množství. Např. pro žádané množství 60 a aktuální množství 15, tato fáze automaticky dopočítá potřebné dosypávané množství 45. Toto číslo se následně objeví v Návratové hodnotě parametru *LEVEL_NAS*. Sem se tedy vloží lokální proměnná *dopocitanaVyska*.

Název	Typ	Měrná jednotka	Editovatelný	Minimum	Maximum	Hodnota	Vstupní hodnota	Návratová hodnota	Operátor
LEVEL_NAS	Desetinný (Double)		<input type="checkbox"/>	0	1000			dopocitanaVyska	=
LEVEL_CURR	Desetinný (Double)		<input type="checkbox"/>	0	1000		CTU[][Tanky][Hladina]	-	=
LEVEL_REQ	Desetinný (Double)		<input type="checkbox"/>	0	1000		BI_CelkMnoz	-	=
LEVEL_VYS	Desetinný (Double)		<input type="checkbox"/>					-	=

Obr. 20: Nastavení parametrů fáze *LEVEL_FIN*

Protože tato hodnota je potřeba ve fázi *PHNAS*, vloží se proměnná *dopocitanaVyska* jako Vstupní hodnota parametru *PF01_SP*. Ve fázi *PHNAS* byla dále doplněna alokace, jako u předchozí fáze *LEVEL_FIN* a v záložce Konfigurace byl změněn parametr Chování fáze na *Na pozadí*. Jako poslední se v této první větvi nachází přechodová podmínka, po dvojkliku na ní se zobrazí okno Konfigurace přechodu, kde jako podmínka je zapsáno:

$(CTG[AlokSk1][Tanky][Hladina] \geq 1000) \text{ OR } (CTG[AlokSk1][Tanky][Hladina] \geq V[BI_CelkMnoz])$. První část znamená, že bude podmínka splněna, pokud bude Hladina tanku větší nebo rovna než hodnota 1000 (která může značit maximální povolenou hladinu tanku), to je ale spíše bezpečnostní opatření. Druhá část podmínky je již důležitější a znamená, že podmínka bude splněna, pokud hladina tanku bude vyšší nebo rovna než Celkové množství nasypávané do tanku. Mezi těmito dvěma částmi je logický

operátor OR, který zapříčiní, že stačí, aby byla alespoň jedna část podmínky pravdivá, a celý přechod se stane aktivním.

V druhé větvi paralelního větvení je přechod a mixovací fáze *PHMIX*. V přechodu je podmínka: $CTG[AlokSk1][Tanky][Hladina] \geq V[B2_MnozDoPrvnMich]$, což znamená, že pokud bude hladina větší nebo rovna hodnotě množství, které je potřeba naplnit před prvním mícháním, stane se přechod aktivním a přejde se v posloupnosti k fázi *PHMIX*. Jelikož rozdíl mezi fázemi *PHMIX* a *PHNAS* je ten, že *PHNAS* vypne nasypání po nasypání požadovaného množství. Zato *PHMIX* žádnou takovou podmínku nemá, takže pouze spustí mixování a zůstane nadále aktivní. Aby se zaktivovalo míchání a nezastavil se postup operace, musí se nastavit Chování fáze *Na pozadí*. Dále doplníme alokaci stejnou jako u předchozích fází a za Vstupní hodnotu u parametru *PF01_SP* vložíme proměnnou *B2_RychlMich*.

Konfigurace fáze	
Identifikátor	S-4
Fáze	PHMIX
Typ fáze	Míchání nádrže
Popis fáze	Míchání nádrže
Verze	1.00.000
Konfigurace fáze	
Chování fáze	Na pozadí
Zobrazovaný název	PHMIX
Popis	Míchání nádrže
URL dokumentace	
Vlastnost pro EBR	
Potvrdit start	<input type="checkbox"/>
Potvrdit stop	<input type="checkbox"/>
Podpis 1	
Podpis 2	
Ovládání	
Pověření	
Ruční ukončení fáze	<input type="checkbox"/>

Obr. 21: Nastavení chování fáze na pozadí

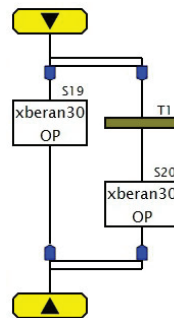
Za prvním paralelním větvením se nachází další fáze *PHMIX* následovaná přechodovou podmínkou. Tuto fázi nastavíme naprosto stejně jako předchozí *PHMIX*, pouze s rozdílem toho, že jako Vstupní hodnotu k *PF01_SP* dáme proměnnou *B3_RychlMich* (Rychlost míchání). U přechodu nastavíme podmínku na: $\#T[s] \geq V[B3_CasMich]$, což znamená, že se přechodová podmínka nestane aktivní do té doby, než uplyne čas potřebný pro míchání naplněného tanku, který je nastavený v proměnné *B3_CasMich*.

Následuje další paralelní větvení se dvěma větvemi, kde v první větvi je vysypací fáze *PHVYS*, s nastavenou Alokací. V druhé větvi je mixovací fáze *PHMIX* a poslední přechodová podmínka. Fázi opět nastavíme Chování fáze na *Na pozadí*, Alokaci stejnou jako u předchozích a Vstupní hodnota *PF01_SP* bude proměnná *B4_RychlMich* (Rychlost míchání). Přechodovou podmínku nastavíme na: $CTG[AlokSk1][Tanky][Hladina] \leq V[B4_MnozMichLow]$, což znamená, že přechodová podmínka se stane aktivní, pokud bude Hladina tanku menší než hodnota

hladiny, při které se má vypnout míchání v tanku a která je nastavená v proměnné *B4_MnozMichLow*.

5.2.2 Výroba varianty předpisu

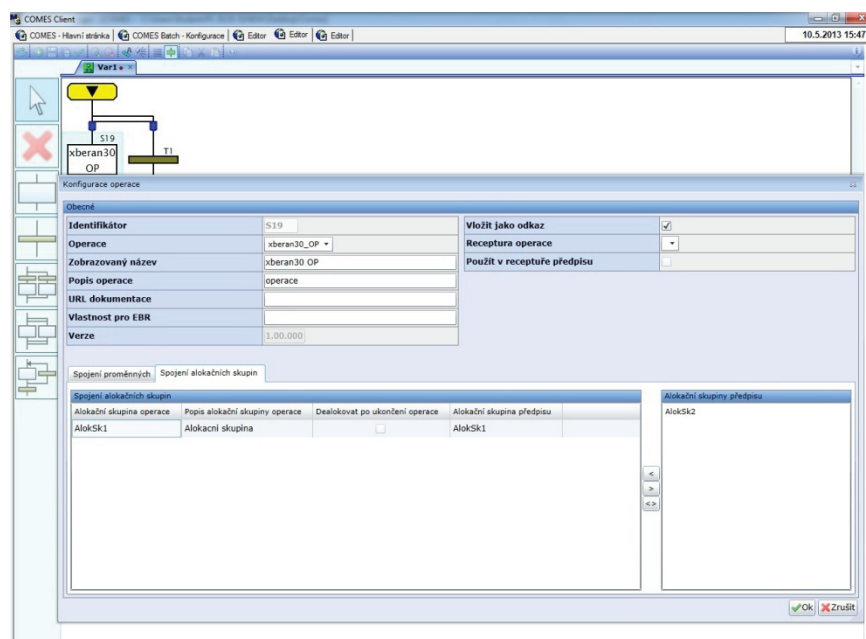
Vytvoření předpisu, do kterého se skládají operace, se provede následujícím způsobem. V konfiguraci modulů COMES se zvolí *Předpisy* a v levé části obrazovky se prokliká přes *Materiál*-> *Výrobek*-> *Nový předpis* a zadá se Název *xberan30_PR*, popíše se a tlačítkem *diskety* se uloží. Následně se zvolí *Nová varianta*, která se pojmenuje *Var1*, popíše a ve Výrobních linkách se *Laboratoř* převede z *Dostupných* do *Zvolené* příslušným tlačítkem s šipkou, následně se vše opět uloží. Zvolením *Editoru předpisu* se otevře okno s Editorem, kde se vloží paralelní větvení se dvěma větvemi a do druhé větve, se vloží před operaci přechodová podmínka. Celý diagram varianty předpisu je zobrazen na Obr. 22.



Obr. 22: Varianta předpisu

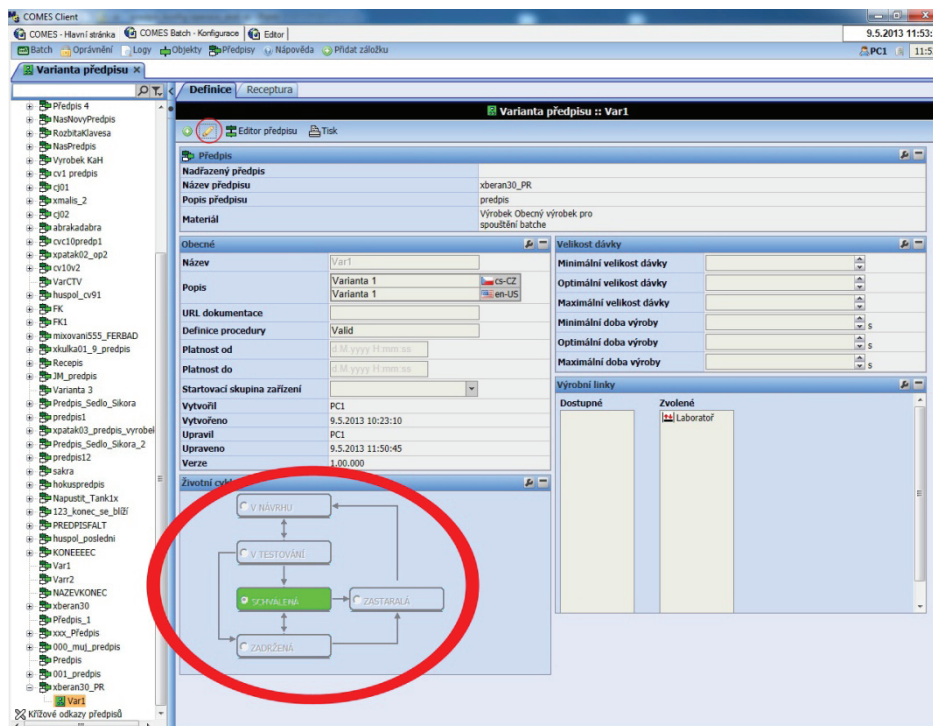
Protože se pracuje se dvěma tanky, musí se zde vytvořit dvě alokační skupiny stejným způsobem jako v editoru operace. Jedna pojmenovaná *AlokSk1* a druhá *AlokSk2*. Dále se vytvoří pět globálních proměnných s názvy *CelkMnoz1*, *CelkMnoz2*, *Prodleva*, *Zarizeni1* a *Zarizeni2*. U všech těchto proměnných je zaškrtnut checkbox *Zadat při startu*. Tím se docílí toho, že se budou moci nastavit tyto proměnné před spuštěním každé dávky. Proměnné *Zarizeni1* a *Zarizeni2* budou datového typu *Enumerace* (*Enumeration*) s hodnotou *Zařízení* a číslem tanku (např. 11|PLC1.N01 pro *Zarizeni1* a 11|PLC1.N02 pro *Zarizeni2*). Zbytek proměnných bude *Double*. Do položky *Hodnota* zadáme takové číslo, které chceme, aby bylo defaultně nastavené před spuštěním programu, ale které lze samozřejmě měnit.

Do první větve je tedy vložená vytvořená operace s názvem *xberan30_OP*. Po rozklikání v záložce *Spojení proměnných* se spojí proměnná operace *BI_CelkMnoz* s Proměnnou předpisu *CelkMnoz1* a to tak, že v rozbalovací lištičce se zvolí pod Proměnnou předpisu *CelkMnoz1*. To samé se učiní i s proměnnou *Zarizeni*, ke kterému se připojí *Zarizeni1*. Přepne se na záložku *Spojení alokačních skupin*, kde se zvolí řádek s *AlokSk1* z Operace, v tabulce *Alokační skupiny předpisu* se zvolí *AlokSk1* a opět příslušným tlačítkem s šipkou se spojí tyto alokační skupiny. Výsledek je vidět na Obr. 23.



Obr. 23: Spojení alokačních skupin (varianta)

To samé jako s první operací se udělá i s druhou s tím rozdílem, že při spojování proměnných a alokačních skupin se nevolí proměnné na konci s číslem 1 (např.: *Zarizeni1*), ale volí se ty s číslem 2 (např.: *AlokSk2*). Přechodová podmínka se nastaví s podmínkou: $\#T[s] \geq V[Prodleva]$, což znamená, že přechod se nestane aktivním do té doby, než uplyne čas, který je nastavený v proměnné *Prodleva*. Vše se uloží a v nastavení *Varianty předpisu* se zvolí ikona tušičky pro úpravu. V životním cyklu se přepne na *V TESTOVÁNÍ*, uloží a znovu přes tušičku se přepne na *SCHVÁLENÁ*. Uloží se a varianta předpisu je hotová. Výsledek je opět vidět na Obr. 24.

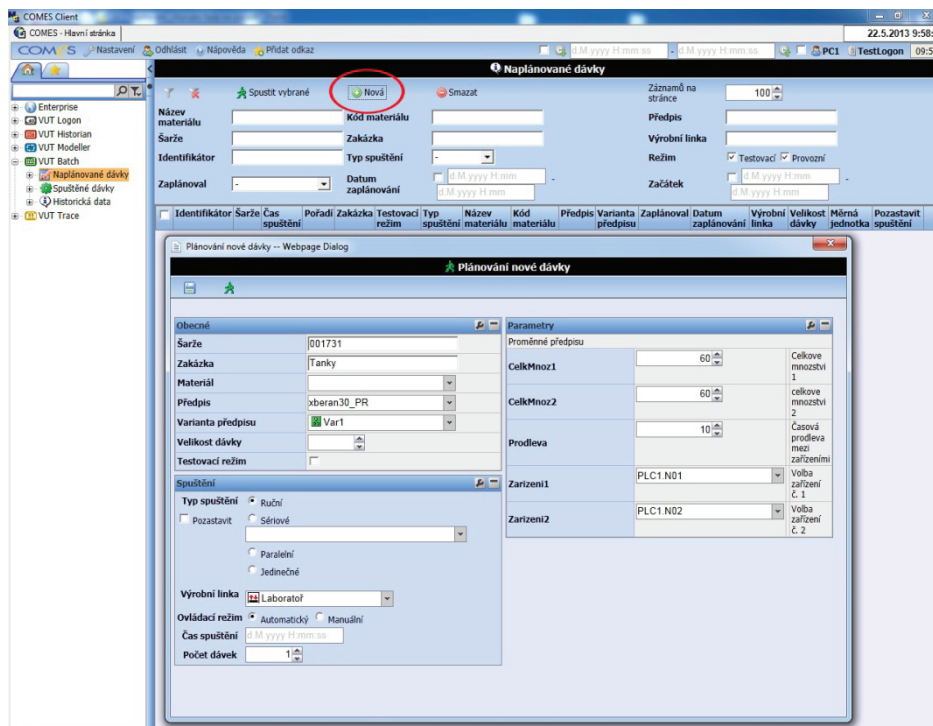


Obr. 24: Životní cyklus předpisu

5.2.3 Spouštění dávky

Na úvodní obrazovce v levé části se VUT Batch-> Naplánované dávky. Volbou tlačítka **NOVÁ** vyskočí okno pro plánování Nové dávky. Zde jsou v obecné části důležité řádky **Zakázka** (např.: Tanky), **Předpis**, **Varianta předpisu**. Jako předpis se volí právě naprogramovaný předpis. Jelikož se vytvářela pouze jedna Varianta a to *Var1*, zvolí se tedy tato. Očekává se, že budou tanky u PLC u kterého se sedí (např. č. 1), volí se tedy PLCx.Ny... „x“ značí číslo PLC a „y“ značí číslo tanku tedy, jak již bylo naznačeno pro PLC1 a tank č. 2.(PLC1.N02). Parametry **CelkMnoz1** a **CelkMnoz2** se nastaví, do jaké hladiny se mají tanky napustit, defaultně jsou tyto parametry nastaveny na hodnotu 60. Posledním parametrem **Prodleva** se nastaví časová prodleva v sekundách mezi spuštěním operací na jednotlivých tancích, defaultně je nastaveno 10 sekund.

Nová dávka se uloží disketkou a nebo se rovnou spustí ikonou zeleného běžícího panáčka. Po uložení se pro spuštění dávky vybere právě vytvořená a dále pak tlačítko *Spustit vybrané*. V levé části obrazovky se zvolí položka *Spuštěné dávky* a dvojklikem na naši právě vytvořenou dávku, se zobrazí její průběh.



Obr. 25: Plánování nové dávky

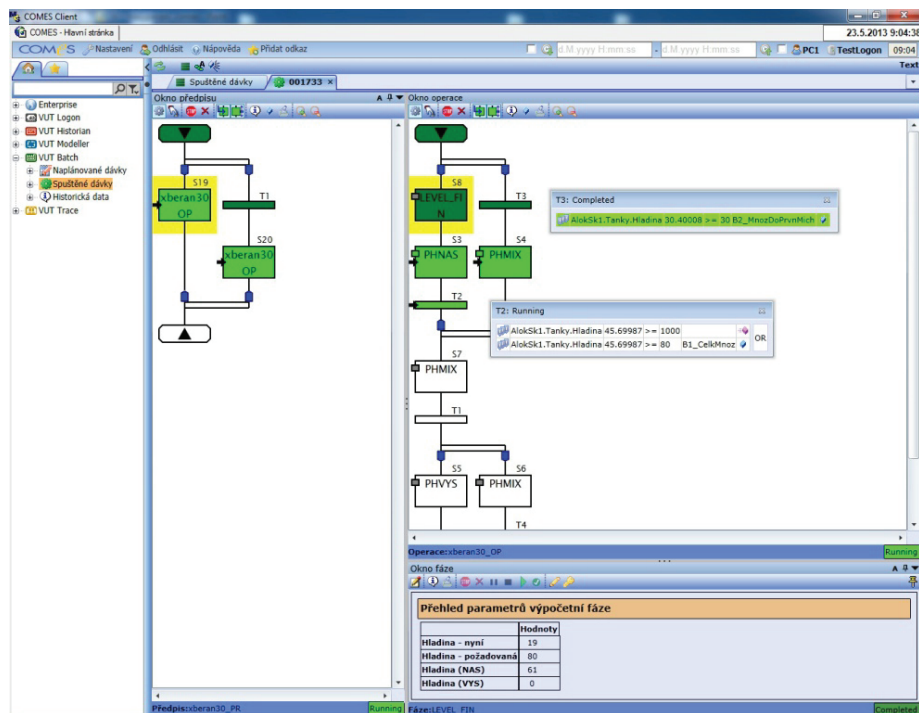
5.3 Provoz dávky

Po spuštění dávky se začnou postupně vykonávat jednotlivé fáze tak, jak byli v operaci nadefinovány a samotné operace se spouští způsobem daným ve variantě předpisu. Počáteční parametry maximální hladiny tanků byly přednastaveny při plánování dávky na 80 u tanku N1 a 70 u tanku N2. Jako výchozí hladina tanku N1 byla nasimulována hodnota 19 pro možnost prezentace funkce fáze LEVEL_FIN.

Jak již bylo řečeno, původní vizualizace, která slouží pro výuku v předmětu MAUP, byla graficky přepracována a zvětšena za účelem zpřehlednění celé vizuální části úlohy. Následné obrázky jsou pořízeny při ovládání modulem Batch (tzn. Ventily, Motory a Fáze jsou v automatickém režimu) přímo z vizualizačního prostředí InTouch – WindowViewer. Protože jsou operace pro oba tanky identické, pouze druhá se spouští s prodlevou, bude prezentována funkce pouze jednoho tanku.

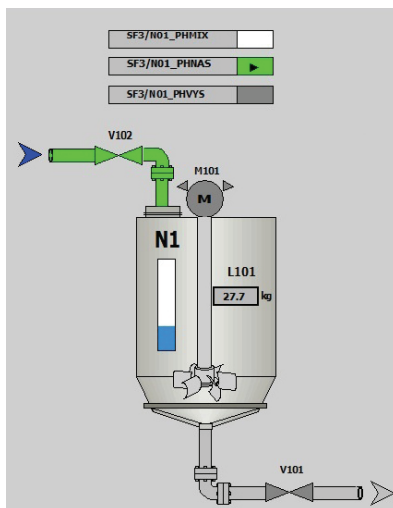
5.3.1 Nasypávání tanku

Jelikož počáteční hodnota hladiny je 19 a zadaná maximální hladina je 80, fáze LEVEL_FIN dopočítala nasypávané množství na hodnotu 61 a tolik také bude nasypáno. Po dosažení hladiny 30 se zapne míchání na 35% otáček a míchá do té doby, dokud se nebude hladina tanku rovnat maximální hodnotě zadané operátorem.

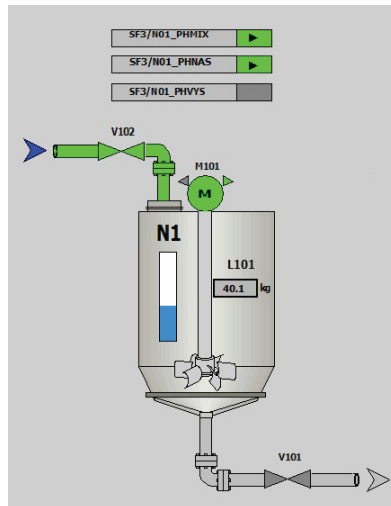


Obr. 26: Nasypávání tanků (Batch)

Jádro zavolá funkci PH_NAS, které otevře ventil V102 a započne nasypávání. Po dosažení hladiny 30 se zavolá funkce PH_MIX, která spustí motor míchače M101.



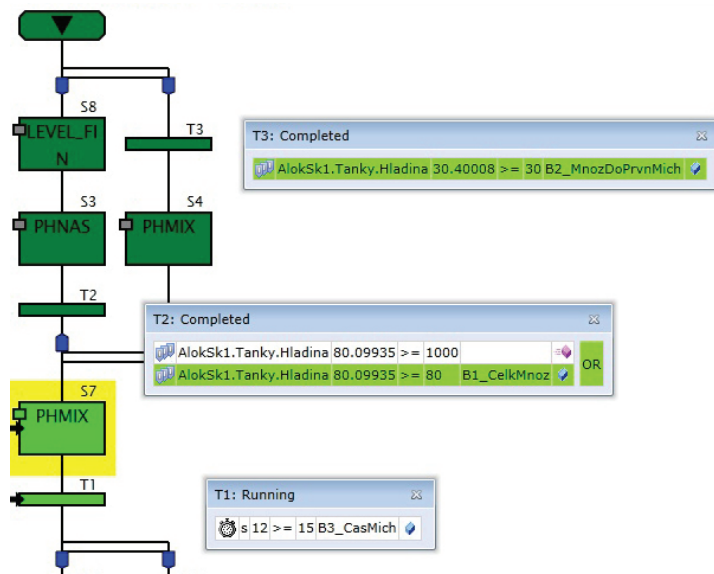
Obr. 27: Nasypávání tanku (vizualizace)



Obr. 28: Nасыpávání tanku s mýcháním (vizualizace)

5.3.2 Mýchání tanku

Dokončením paralelní podmínky a to dosažením požadované výšky hladiny se zastaví nasypávání tanku a otáčky míchače se zvýší na 50%. Tento stav trvá po dobu patnácti vteřin.

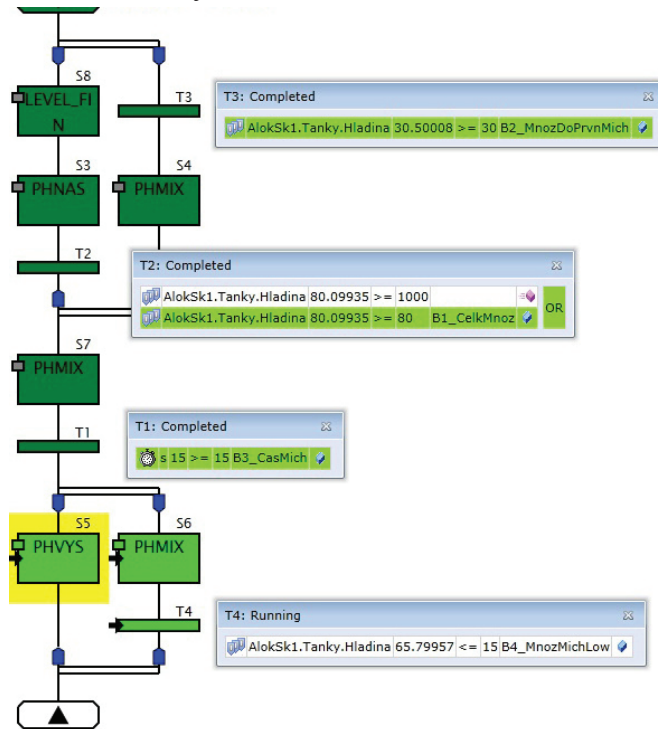


Obr. 29: Mýchání tanku (Batch)

Funkce PH_NAS zavře ventil V102 a tím ukončí nasypávání tanku. Mýchání pokračuje dále, pouze s vyšší hodnotou otáček.

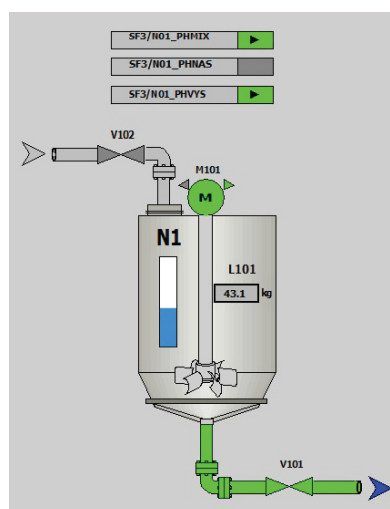
5.3.3 Vysypávání tanku

Po uplynutí patnácti vteřin se tank začne vysypávat. Mixovací fáze změni otáčky na 20%. V okamžiku, kdy bude v tanku hladina o hodnotě 15, mixování se vypne, ale vysypávání pracuje až do stavu, kdy nebude v tanku nic.

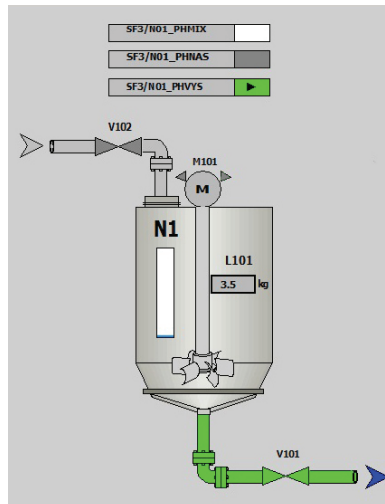


Obr. 30: Vysypávání tanku (Batch)

K vysypání tanku jádro zavolá funkci PH_VYS, která otevře ventil V101. Když se tank vysype na hodnotu 15, vypne se mixovací fáze PH_MIX.



Obr. 31: Nasypávání tanku s mícháním (vizualizace)



Obr. 32: Vysypávání tanku (vizualizace)

5.3.4 Ukončení procesu

K ukončení dávky dojde tehdy, jsou-li splněny obě větve paralelního větvení, tzn. je ukončeno míchání podmínkou S4 a zároveň je dokončené vysypávání (hladina v tanku je 0).

6 ZÁVĚR

Seznámením se s normou ANSI / ISA 88, která je významným dokumentem v řízení dávkových systému a obecnou filozofií dávkových systémů se docílilo vědomostního základu pro naprogramování hlavního úkolu této bakalářské práce.

Tímto hlavním úkolem bylo vytvořit laboratorní úlohu pro řízení modelového šaržového procesu s použitím modulu COMES Batch firmy COMPAS s.r.o. Úloha „Napouštění tanků“ byla vytvořena, vyzkoušeli se možnosti COMES Batch modulu a praktická část prokázala výhody Batch systémů. Grafická zobrazovací část této úlohy byla přepracována s výsledkem zvětšení a zpřehlednění vizuální části pro operátora. Touto částí bude možno nahradit stávající výukový materiál předmětu MAUP.

Literatura

- [1] KUPČÍK, M.: *Návod k laboratorím z předmětu MAUP* Brno: Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2012
- [2] Fr. Zezulka a kol.: *Automatizace procesů*, elektronické učební texty, 2013
- [3] POŽIVIL, J.: *Co lze nalézt v normě ANSI/ISA-88.01 Řízení vsádek, část 1: modely a terminologie* [online]. *Automa*, 2001, roč. 7, č. 10 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=33691
- [4] TAUCHMAN, M. *Wonderware InBatch – software pro flexibilní řízení dávkových procesů*. [online]. [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=27688
- [5] BARTOŠÍK, P. *Simatic PCS 7 – klíčový prvek automatizace procesní výroby a součást plně integrované automatizace*. [online]. [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30732
- [6] PÁSEK, J.: *Programovatelné automaty v řízení technologických procesů*. Brno: Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2007
- [7] POŽIVIL, J.: *Co lze nalézt v normě ANSI/ISA-88.01 Řízení vsádek, část 1: modely a terminologie*. *Automa*, 2001, roč. 7, č. 10, s. 28–31. http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=33691
- [8] Firemní dokumentace společnosti COMPAS automatizace s.r.o.
- [9] *Výrobní informační systém COMES®*. [online]. [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: http://www.compas.cz/b06c8961_0069_4300_84fc_3a880862abee.aspx
- [10] *ANSI/ISA-88.01-1995, Batch Control, Part 1: Models and terminology*. ISA, USA, 1995, ISBN 1-55617-562-0
- [11] BRÁZDA, R.: *Zvláštnosti řízení šaržových výrob*. [online]. [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/zvlastnosti-rizeni-sarzovych-vyrob.htm>
- [12] *SIMATIC BATCH* [online]. 2006 Dostupné z: http://cache.automation.siemens.com/dnl/zMzODkyOQAA_24451330_HB/bfmainb_e.pdf

Seznam příloh

Příloha 1: CD s vizualizačním programem, projekt s naprogramovanými fázemi a elektronickou verzí této práce.