



# Nasadenie systému Delta V Batch Professional na varenie cukru v podniku Slovenské cukrovary, a. s., Rimavská Sobota

Vzhľadom na neustály vývoj nových technológií, vyššie požiadavky na kvalitu produktov, ako aj na šetrenie energiami, rozhodol sa podnik Slovenské cukrovary, a. s., pre rekonštrukciu existujúcej prevádzky a modernizáciu riadiaceho systému. Rekonštrukcia bola rozdelená na dve časti. Rekonštrukcia surovárne a rekonštrukcia varne. Rekonštrukcia surovárne bola realizovaná v r. 2001 ako pilotná aplikácia slovenskej kancelárie spoločnosti Emerson Process Management v cukrovarníckom priemysle. Následne na to bola firma Emerson Process Management oslovená pri výbere dodávateľa komplexnej realizácie riešenia MaR pre riadenie technológie varenia cukru. K tomuto rozhodnutiu došlo aj v nadväznosti na úspešnú rekonštrukciu v sesterskom závode MAGYAR CUKOR, Rt, ktorú realizovala maďarská pobočka EMERSON Process Management v Budapešti. Charakteristika technologického procesu priamo naznačovala možnosti využitia BATCH nadstavby riadiaceho systému Delta V. Ako optimálne riešenie sa ukázalo použitie nadstavby „Professional Batch“, ktorá je komplexným produktom na spracovanie dávkových technologických procesov. Na to bol prispôbený aj základný návrh riešenia projektu.

## Opis technologických procesov realizovaných v jednotlivých etapách

### Prvá etapa:

#### Spracovanie cukrovej repy

Primárne spracovanie základnej suroviny – cukrovej repy, ako je jej čistenie, rezanie, extrakcia, čistenie a zahusťovanie ľahkej šťavy – predstavuje operácie, ktoré majú kontinuálny charakter. Zahusťovaním ľahkej šťavy v odparke sa pripravuje ťažká šťava ako výstupný produkt surovárne. Tento proces patrí medzi tie najdôležitejšie fázy výroby cukru, od ktorého kvality do značnej miery závisí aj konečná kvalita cukru. Riadenie týchto procesov je zabudované v logike riadiaceho systému a implementované vo forme riadiacich modulov, ktoré sú ovládané buď v automatickom režime, alebo z operátorského prostredia. Uskutočňuje sa to pomocou priradených, tzv. ovládacích panelov (faceplates), ktoré zabezpečujú styk medzi obsluhou (operátorom) a logikou implementovanou v riadiacom systéme.

### Druhá etapa: varenie cukru

Samotné varenie cukru prebieha vo varostrojoch. Tieto spracúvajú ťažkú šťavu zo surovárne a pripravujú očkovaciu magmu,

ako aj samotné varenie finálneho produktu. V zásade je možné proces varenia cukru (procedúru) rozdeliť na nasledovné operácie:

- príprava varostroja na varenie,
- plnenie varostroja,
- zahusťovanie várky,
- magmovanie, resp. očkovanie,
- varenie,
- ukončenie varu,
- vypúšťanie várky,
- čistenie varostroja.

Kvalita výsledného produktu je posudzovaná farbou a veľkosťou zrna, ktoré sa určujú v laboratóriu.

## Aplikácia dávkového procesu v systéme Delta V

Aplikácia dávkového procesu „BATCH“ v systéme Delta V je opäť, tak ako to bolo v starších DCS systémoch spoločnosti EPM (RS3 a Provox), jednotkou na súčasnom trhu. Z pohľadu systému Delta V je proces samotného varenia cukru koncipovaný nasledovne:

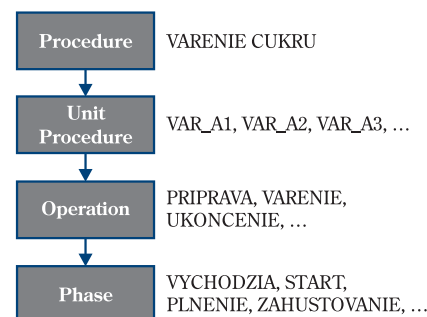
### Procedúra (procedure)

Ide o programovú postupnosť krokov, ktoré popisujú technologický proces. Pri analýze procesu varenia cukru bolo roz-

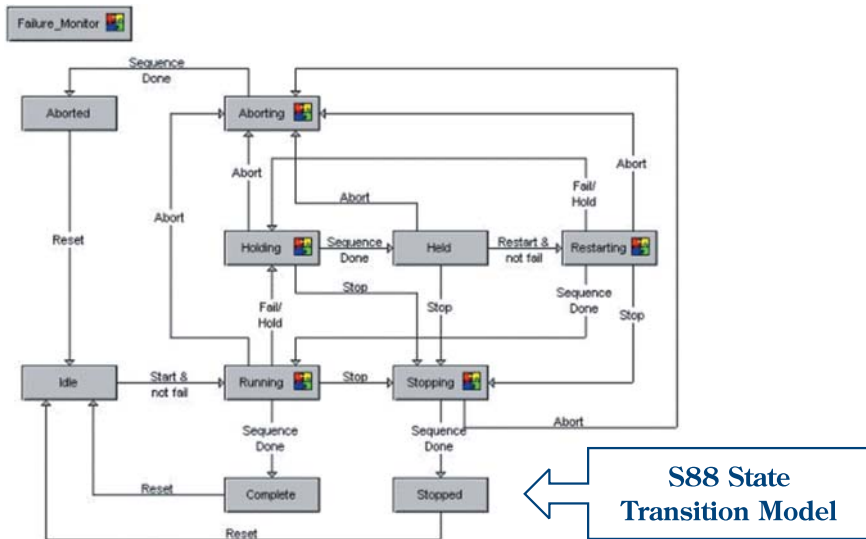
hodnuté separovať procedúru „VARENIE“ na niekoľko podprocedúr, pričom každá podprocedúra popisuje varenie na jednom varostroji. Takáto podprocedúra je v systéme Delta V nazývaná procedúra pre prevádzkový celok (unit procedure).

### Procedúra prevádzkového celku (unit procedure)

Tento druh procedúry je svojou štruktúrou tiež procedúrou, ale je priamo viazaný na jeden prevádzkový celok (unit module). Pri Delt V nám toto členenie procedúry umožňuje vytvorenie jednotkových procedúr nazvaných VAR\_A1, VAR\_A2 atď., podľa počtu varostrojov. Jednotková procedúra je modul, ktorý pozostáva z operácií (operations).



Obr.1 Základné programové štruktúry v Delta V BATCH



Obr.2 Prechodový model fázy

**Operácia (operation)**

Operácia pozostáva z triedy fáz (phase class) a podmienkových prechodov medzi fázami (transitions). Najčastejšie operácia popisuje jednu ucelenú výrobnú postupnosť. Napríklad PRIPRAVA, VARENIE, UKONC\_VARU. Základným prvkom v systéme batch je trieda fázy (phase class).

**Trieda fázy**

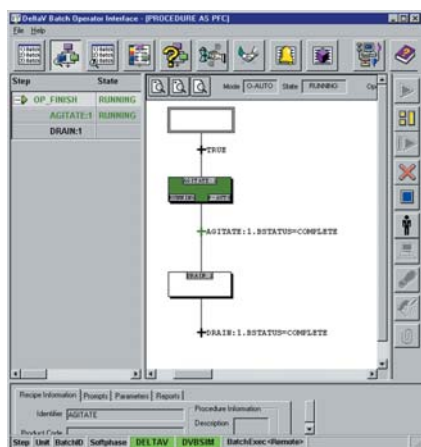
Trieda fázy je programová štruktúra, ktorá používa kroky (step) a podmienky prechodu (transitions). Následne každý krok je ešte možné popísať akciou (action). Keďže hovoríme o triede fáz, je nutné pozname-

nať, že takáto trieda fázy môže byť použitá pre ktorúkoľvek časť technológie (unit). V praxi to znamená, že fáza, ktorá pristupuje k modulu, napr. LICA 101 má vo svojej akcii iba alias #LICA#. Každý prevádzkový celok (unit module) má svoju vlastnú tabuľku aliasov, kde je aliasu #LICA# priradený parameter LICA 101. Fáza tak môže pracovať na prevádzkovom celku A\_1 s hladinou LICA 101 a na prevádzkovom module A\_2 s hladinou LICA 201. Veľkou výhodou je šetrenie času, pretože ak sú prevádzkové celky identické, ako to bolo v tomto prípade, stačí naprogramovať jednu triedu fázy, pričom túto možno použiť na všetkých ďalších prevádzkových celkoch. Programátor teda vytvára iba jeden protokol o skúšaní a jeden pre FAT (factory acceptance test), čo má veľké opodstatnenie vzhľadom na úsporu času na aplikácii predovšetkým pri validovaných projektoch vo farmácii. Pri doplnení systému o balík version control je možná automatická kontrola procesu v zmysle FDA 21 CFR part 11 vrátane elektronického podpisu.

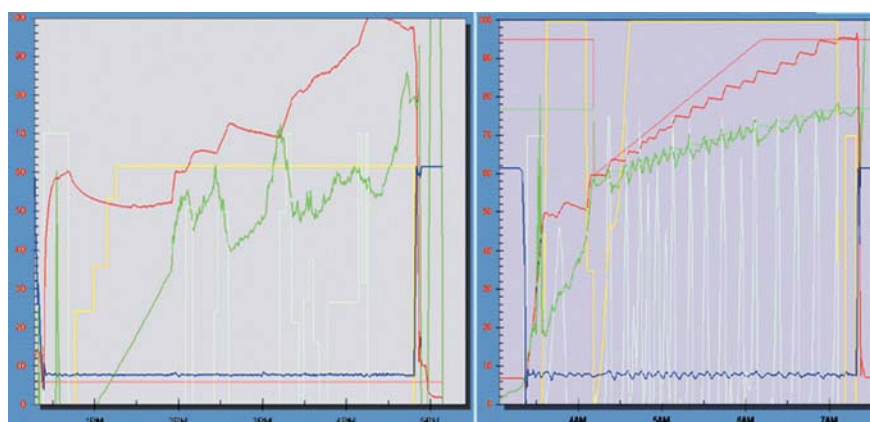
Elementárna časť procesu, v tomto prípade fáza, je implementovaná podľa tzv. „S88 transition modelu“. Každá fáza teda obsahuje logiku SFC (sequential function chart)



Obr.3 Exekúcia Batch



Obr.4 Operátorské prostredie Batch



a) varenie v ručnom režime

b) varenie v automatickom režime

Obr.6

- START,
  - HOLDING,
  - RESTARTING,
  - STOPING,
- a kombinačnú logiku
- FAILURE MONITOR, ktorá je exekutívou procesu vykonávaná v každom cykle.

**Vykonávacia štruktúra (batch execution)**

Konfigurácia riadenia v systéme Delta V prebieha prostredníctvom nástrojov „Control Studio“, ktoré slúži na vytváranie tried fáz a prostredníctvom nástrojov „Recipe Studio“, kde sa konfigurujú jednotlivé procedúry a operácie. V tomto štúdiu je možné vytvárať receptúry, na základe ktorých sa potom zadávajú údaje pre jednotlivé operácie. Je možné vytvoriť neobmedzený počet receptúr. Každá z nich má meno, môže mať popis a dátum, kedy bola vytvorená. Názov receptúry, podľa ktorej bol var realizovaný, sa zapisuje do reportu, ktorý po každom vare spolu so všetkými dôležitými údajmi exekutíva zaznamená do „batch historian“. Tieto sú potom k dispozícii pri prezentácii kvality a pri porovnávaní s ostatnými varmi, ktoré boli uskutočnené v sledovanom období alebo v kampani. Ovládanie procedúr prebieha cez operátorské prostredie operator interface a batch operate.

**Operátorské prostredie Batch**

Všetky prvky procedúry, teda operácie, fázy, vstupné parametre, report parametre, sú prehľadne ovládateľné z operátorského prostredia pre BATCH (ďalej iba BOI). BOI umožňuje spúšťanie procedúr, ovládanie chodu jednotlivých fáz, zadávanie receptúr pre jednotlivé procedúry, zobrazuje alarmy generované fázami, slúži na potvrdzovanie operátorských príkazov (operator message), kde je možné ešte dodať potvrdenie nadriadenou osobou.

**Varné krivky**

V praxi prebieha varenie cukru podľa varnej krivky. Na obrázku vidieť porovnanie ručného varenia operátorom a varenia v automatickom režime. Červená krivka

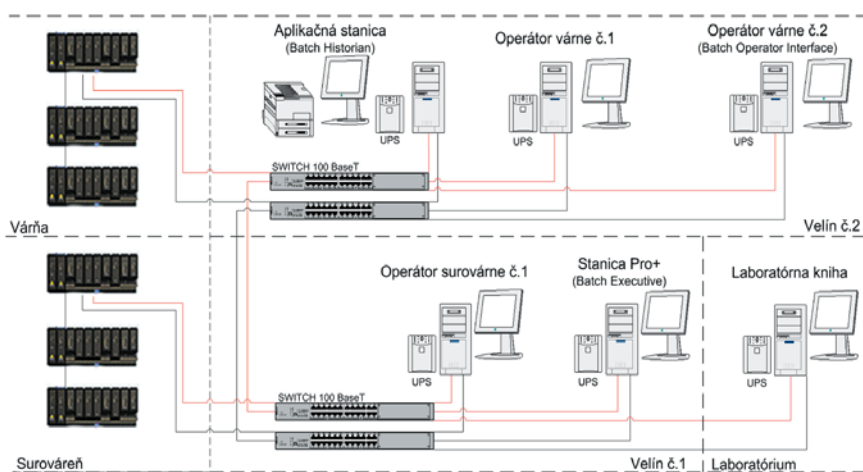
znázorňuje hladinu a zelená krivka znázorňuje meranie hustoty ťažkej šťavy vo varostrojoch. Počas celého procesu varenia je nutné dodržiavať stanovenú hladinu šťavy a hladine zodpovedajúcu hustotu varu. Tieto hodnoty sa dynamicky dopočítavajú počas varenia, čo umožňuje modifikáciu varnej krivky počas procesu. Správne vyladenie procesu je veľmi dôležité pre tvorbu kryštálov, a tým aj výťažnosť produktu. Várku nemožno predčasne zahustiť, pretože počet kryštálov (jedincov) by bol nízky. Naopak, ak je varná zmes riedka, menšie kryštály sa roztopia a vznikne z nich prach, ktorý nie je možné separovať. Pri dopočítavaní jednotlivých parametrov varu bolo ne-

vyhnutné, aby softvérové moduly pracovali so 100 ms pracovným cyklom.

### Záver

Z výsledkov porovnania medzi repnou kampaňou 2001 a 2002 je zrejmé, že investícia do nových spôsobov riadenia sa rozhodne vyplatí. Výsledkom snaženia bolo výrazné redukovanie predovšetkým spotrebovanej energie. Vzhľadom na skrátenie doby jedného varu, bolo možné spracovať väčšie množstvo ťažkej šťavy pri dodržaní stanovenej kvality výsledného produktu. Firma Emerson Process Management je schopná reagovať na požiadavky trhu etab-

lovanými riešeniami v oblasti automatizácie. Nadstavba Delta V BATCH Professional je vhodná na využitie zložitých riešení, ako aj pri technológiách s charakterom dávkového procesu, ku ktorým patria aplikácie najmä vo farmaceutickom a potravinárskom priemysle.



Obr.7 Schéma riadiaceho systému

  
**EMERSON**  
Process Management

**Emerson Process Management, s. r. o.**

Ing. Ladislav Széplaky  
Hanulova 5/b, 841 01 Bratislava  
Tel.: 02/64 28 78 11  
Fax: 02/64 28 72 45  
<http://www.emersonprocess.com>

17

