

Obr.1. Jednožárový způsob výroby keramických obkládů.

rozdělit do následujících, po sobě jdoucích fází: příprava hmoty, příprava glazury, lisování, rozprachové sušení, glazování a dekorace, sušení, výpal, třídění, expedice (viz. obrázek č.1).

Výrobní linka je univerzální tj. lze na ní vyrábět několik různých formátů a mnoho různých typů glazur. Výroba je tedy realizována po dávkách. Pokud se mění formát je doba přestavby výrobní linky zhruba 8 hodin. Pokud se mění pouze glazura, trvá promytí glazovací linky pouze asi 30 minut.

3. Simulační model

Model výrobní linky byl vytvořen ve verzi Witness 2004 Release 1.00.

3.1 Použité elementy a jejich specifikace

V modelu byly použity elementy typu *part*, *machine*, *buffer*, *conveyor*, *attribute*, *variable*, *pie chart*. Element typu *part* nepředstavuje v modelu jeden konkrétní obklad, ale jeden plně naložený LGV vůz. Počet naložených obkládaček závisí na jejich formátu, např. u formátu 200x200mm je to zhruba 2500 kusů obkládů. Toto zjednodušení není příliš restriktivní, protože doprava obkládaček po závodě se realizuje právě pomocí těchto vozů.

Druhé zjednodušení se týká výrobního portfolia, které je oproti skutečnosti zredukováno. Modelové výrobní portfolio je uvedeno v tabulce č.1. Předpokládáme tedy 2 různé formáty a 4 druhy glazur.

SIMULACE VÝROBY KERAMICKÝCH OBKLÁDAČEK

J. Vrzák, V. Hanta

Vysoká škola chemicko-technologická
Praha, Ústav počítačové a řídicí techniky

1. Úvod

Tato práce se zabývá simulací výrobní linky keramických glazovaných obkládů. Základními vstupními daty je výrobní plán – poptávka po jednotlivých výrobních variantách. Výroba obkládových materiálů je typická sériová výroba. Jednotlivé výrobní varianty se liší ve formátu a druhu použité glazury. Výrobní portfolio může čítat i přes sto různých typů obkládů. Ve vytvořeném modelu je použito ukázkové výrobní portfolio čítající 2 formáty a 4 typy glazury. Není však obtížné upravit výrobní portfolio podle konkrétní situace.

2. Technologický postup výroby

Cílem této kapitoly je stručně nastínit základní rysy výroby keramických obkládů. V současnosti se používá zejména tzv. jednožárová technologie. Celý proces lze

Základními elementy užitými v modelu jsou stroje (*machines*), dopravníky (*conveyors*) a zásobníky (*buffers*). V tomto modelu jsou první tři reálné stroje spojeny do jednoho označeného jako **Press_and_Glazing_Line**, z kterého součástka (*part*) putuje přes dopravník **Conveyor_1** do elementu typu zásobník označeného jako **Depot_1**, jenž reprezentuje skladovací plochu v závodě. Součástka je dále transportována přes dopravník **Conveyor_2** do zásobníku **Chamber_Drier** představující sušárnu před pecí. Dalším elementem typu *machine* je pec **Burning_Kiln**. Poté součástka putuje přes dopravník **Conveyor_3** do zásobníku **Depot_2** a následně přes další dopravník **Conveyor_4** do třídícího stroje **Sorting_Machine**. Z tohoto elementu je součástka dopravena do zásobníků, které představují sklady – **Storage_Area_1** resp. **Storage_Area_2**.

Size	Glaze	Part
Size 1	White glossy	Tile1000
	White dull	Tile1001
	Coloured glossy	Tile1002
	Coloured dull	Tile1003
Size 2	White glossy	Tile2000
	White dull	Tile2001
	Coloured glossy	Tile2002
	Coloured dull	Tile2003

Tab.č.1 Modelové výrobkové portfolio

3.2 Specifikace vstupních a výstupních pravidel, atributů a proměnných

Součástky (*parts*) jsou definovány jako pasivní, jejich pohyb je tedy určen vstupními a výstupními pravidly strojů *PUSH*, *PULL* a *MATCH*.

Elementy typu atribut určují vlastnosti součástky, její charakterizaci. V tomto případě se jedná o identifikaci výrobku (velikost a typ glazury) a časy potřebné na opracování součástky v jednotlivých strojích. Hodnoty atributů pro jednotlivé *parts* reprezentující různé výrobkové varianty jsou nastaveny v *Actions on Create*.

Další elementy modelu, proměnné (*variables*), byly použity zejména pro specifikaci operačních časů pro jednotlivé stroje, či časů jejich seřízení apod. Většina proměnných se načítá pomocí inicializačních akcí z MS Excel.

3.3 Specifikace seřízení a poruch

Při výrobě keramických obkladů mají zásadní význam dva typy seřízení linky. Předně se jedná o poměrně časově náročnou přestavbu linky, ke které dochází, pokud se mění formát vyráběného obkladu. Pokud se mění pouze glazura je nutné promýt některá zařízení glazovací linky. Při výrobě dochází samozřejmě i k poruchám. Čas mezi dvěma poruchami a doby oprav strojů jsou definované jako náhodné veličiny pomocí rovnoměrného rozdělení. Screenshot běžící simulace je uveden na obrázku č.2.

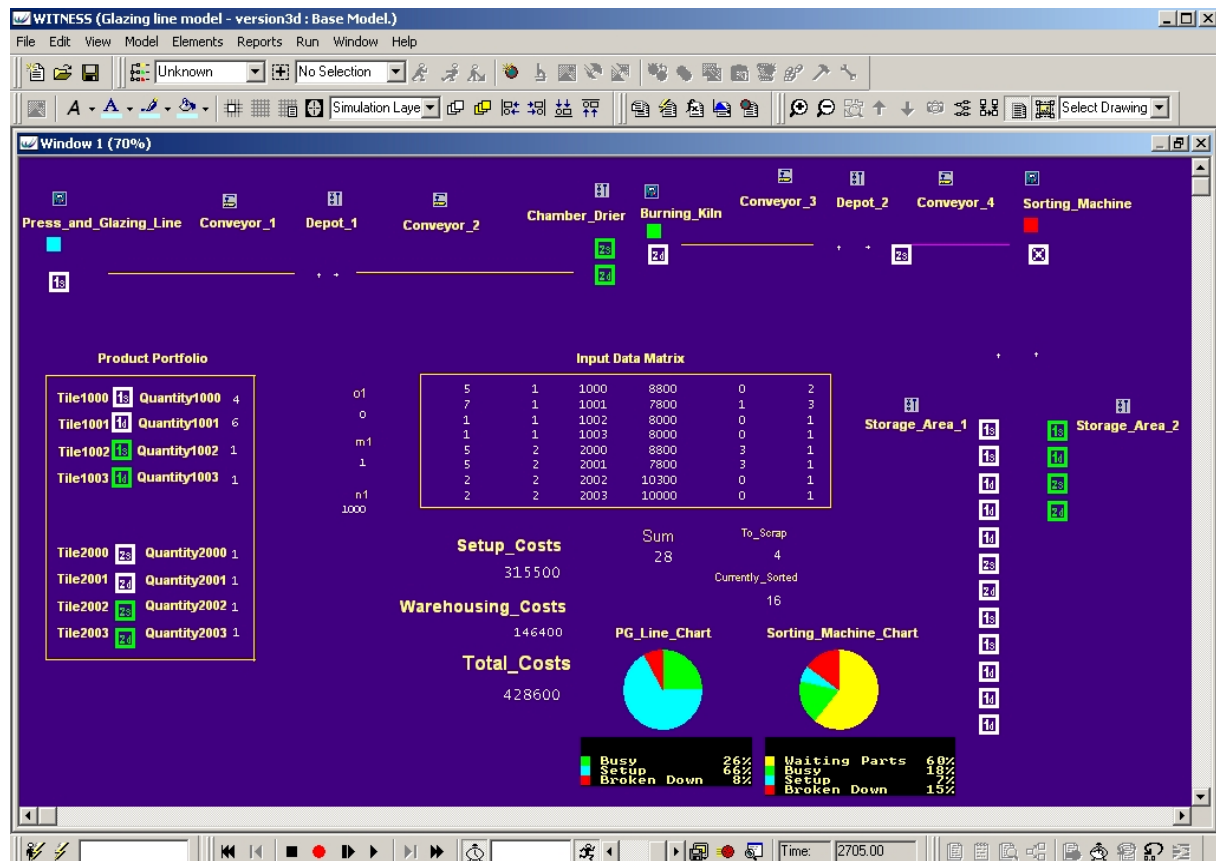
3.4 Implementace nákladů

Z nákladů, které vznikají během výroby, jsou v modelu zohledněny náklady na seřízení v modelu reprezentované proměnnou **Setup_Costs**. Jsou definované jako:

$$\text{Setup Costs} = \text{MRC} + \text{BIC}$$

MRC ... náklady na přestavbu linky (*machinery rebuilding costs*)

BIC ... jednorázové náklady na započítání jedné dávky (*batch initialization costs*)



Obr.č.2: Běžící simulace

V modelu jsou dále jednoduchým způsobem uvažovány náklady na skladování (reprezentovány proměnnou **Warehousing_Costs**). Předpokládáme, že známe jednotkové skladovací náklady pro jednotlivé výrobky. Dále předpokládáme, že umíme odhadnout průměrné časy obratu zboží na skladě. Konečně, zjednodušeně uvažujeme rovnoměrnou spotřebu zboží ze skladu. Za těchto podmínek můžeme vyjádřit náklady na skladování jako:

$$\text{Warehousing Costs} = 0.5 * ST * UIC * NW.$$

ST ... doba obrátky zboží na skladě (dny) (goods stock-turn)

UIC ... skladovací jednotkové náklady (CZK/den/vůz) (unit inventory costs)

NW ... počet vozů v dávkě (number of wagons)

Literatura

- [1] Humusoft CZ – firemní materiály: <http://www.humusoft.cz/>
 - [2] Lanner UK – firemní materiály: <http://www.lanner.com/>
 - [3] Peredo C.H. et al. (1998): Learning Witness. Lanner Group, Houston, Texas, USA.
-

Ing. Jan Vrzák
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
Ústav počítačové a řídicí techniky
Technická 5, 166 28 Praha 6
email: vrzakj@vscht.cz