

# Výroba reklam BOSE

## (Okruh 4: SHO Výrobní linka)

Jan Pacner (xpacne00@stud.fit.vutbr.cz)  
Lukáš Frencl (xfrenc00@stud.fit.vutbr.cz)

5.12.2012

# Obsah

|          |                                     |          |
|----------|-------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Úvod a motivace</b>              | <b>2</b> |
| 1.1      | Příspěvatelé . . . . .              | 2        |
| 1.2      | Validita modelu . . . . .           | 2        |
| <b>2</b> | <b>Výroba světelné reklamy BOSE</b> | <b>2</b> |
| 2.1      | Stavba reklamy BOSE . . . . .       | 3        |
| 2.1.1    | Kovová konstrukce . . . . .         | 3        |
| 2.1.2    | Napájecí zdroje . . . . .           | 3        |
| 2.1.3    | Písmena z plexiskla . . . . .       | 3        |
| 2.2      | Postup tvorby modelu . . . . .      | 4        |

# 1 Úvod a motivace

– proč se práce dělá a proč ho má ctít – v čem náročná + v čem nepopíratelný přínos autora (model je zajímavý tím, že modeluje systém neprůmyslně odpovídající modernímu pojetí výroby, rychlý trend pozorovaný především v dobách minulých, kdy samostatně ukony vysoce závisely na výkonu a zručnosti jednotlivých pracovníků a ne stroji) nastudovány byly způsoby opracování plexi skla (lepení, řezání, broušení) a lakování materiálů s hladkým povrchem

V této práci je modelován systém pro poloautomatizovanou výrobu světelných reklam BOSE z 2 cm tlustého plexiskla. Tento systém byl reálně nasazen a úspěšně uspokojil všechny zákazníky. Model se zaměřuje především na zjištění maximální propustnosti použitého řešení výroby a navržení vylepšení pro místa, která se ukázala jako slabiny. Modelovaný systém je unikátní, protože veškerá činnost byla řízena jednotlivými zaměstnanci a nebyly k tomu využity automatické výrobní linky. Ačkoliv počet a objem zakázek tyto jednoznačně vyžadoval. Pro účely modelování byly nastudovány způsoby opracování plexiskla (lepení, řezání, broušení), způsoby lakování materiálů s hladkým povrchem a obecné zásady při výrobě světelných reklam.

## 1.1 Příspěvatelé

Modelovaný systém byl reálně nasazen v roce 2011 ve firmě Elektro Drapač pod vedením Ing. Vodičky, který tento výrobní proces spolu s mistrem výroby, panem Jandáčkem, navrhoval. Jan Pacner, spoluautor modelu, se vysokou měrou podílel na realizaci navrženého systému. A sice všech jeho částí. Model tedy vychází ze vzpomínek na reálný systém a přebírá z něho veškeré údaje. Model byl vytvořen v rámci školního projektu studenty Lukášem Frenclm a Janem Pacnerem.

## 1.2 Validita modelu

Experimentováním s vytvořeným modelem bylo zjištěno, že celková propustnost navrženého systému výroby je vysoká. Reálně však nikdy tohoto nebylo dosaženo, protože zaměstnanci byli povinni každý den vykonávat práce na různých paralelně zpracovávaných výrobních procesech (tedy ne pouze výroba reklam BOSE). A proto žádný zaměstnanec nesetřel v modelovaném systému po delší dobu než 3 dny. Výkonnost modelovaného systému se tedy odvíjela od zručnosti právě zapojených zaměstnanců. Tím byla také řízena celková rychlost výroby namísto úplného zastavování procesu výroby reklam BOSE. Toto bylo možné jenom díky vysokému podílu brigádníků mezi zaměstnanci. Zatížení jednotlivých zařízení a výsledná propustnost v modelu však zcela zjevně aproximovalo modelovaný systém ve chvíli, kdy byli nasazeni nejvýkonnějších zaměstnanci z důvodu náhlého přílivu objemných objednávek.

# 2 Výroba světelné reklamy BOSE

Světelná reklama je hmotný předmět sloužící k reprezentování jakékoliv entity (ať už hmotného nebo nehmotného charakteru), využívající k tomu světla (lidským okem viditelného spektra záření) a znalostí běžných lidí (čtení, vizuální představitelost apod.).

## 2.1 Stavba reklamy BOSE

V případě světelných reklam BOSE se jednalo o předmět o velikosti 50x25x8 cm složený ze tří typů dílů. Byli jimi kovová konstrukce, napájecí zdroj a 4 písmena z 2 cm tlustého plexiskla.

### 2.1.1 Kovová konstrukce

Kovová konstrukce byla svařena ze sedmi dílů. Tyto svářečské práce byly však nejméně náročné, protože byly zařizovány soukromníkem, který o vlastní výrobě nepodával žádné informace. Po přijetí objednávky na reklamy BOSE byl vždy odpovídající počet urgován u svářeče a ten do dvou dnů stihl vždy objednávku uspokojit. Vzhledem k níže uvedeným faktům ohledně časové náročnosti dalších úkonů ve výrobě byla tato doba naprosto zanedbatelná a nebyla tedy vůbec modelována.

### 2.1.2 Napájecí zdroje

Napájecí zdroje nebyly vyráběny, nýbrž objednávány již jako hotový výrobek a sice velice nepravidelně a v různých objemech, protože tyto byly využívány ještě v dalších paralelně běžících výrobních procesech nesouvisejících s výrobou reklam BOSE. Nebylo tedy možné nalézt přímou souvislost množství těchto zdrojů s objednávkami reklam BOSE (ostatní výrobní procesy vyžadovaly řádově větší počty těchto zdrojů) a tedy určit jak zdroje přicházely do modelovaného systému. Protože ve skladu, kde byly tyto zdroje dočasně umístěny, se jich vždy nacházel potřebný počet, nebyly tyto do modelu zahrnuty.

### 2.1.3 Písmena z plexiskla

Písmena z plexiskla tvořila převážnou část výroby, protože zahrnovala velké množství operací. Nejprve musely být připraveny plexisklové desky o tloušťce 2 cm slepením dvou plexisklových desek o tloušťce 1 cm. K tomuto kroku bylo přistoupeno po zjištění v jiném výrobním procesu, že 2 cm tlusté desky o potřebné velikosti se nikde v Evropě nevyrábí. Tento drahý proces zahrnoval zaměstnanecský čas při spojování, vytvrzení, cenu spojovacího materiálu a výrobních prostor.

Ke spojování byla nejprve zkoušena různá lepidla, avšak tato byla dražší a tvořila nechtěné bublinky, které měly velice nepříjemný vliv na odrazivost světla uvnitř výsledné tlusté desky. Proto se přistouplilo k využití transparentní zalévací pryskyřice, se kterou se lépe pracovalo (neschnula tak rychle), ale především netvořila bublinky. Přesto byla tato operace lepení náročná natolik, že se desky vyráběly v předstihu, a protože po celou dobu přicházejících objednávek nebyly tyto nikdy vyčerpány, nebyl ani dostupný počet desek zahrnutý do modelu. Ostatní výrobní procesy též těchto desek využívaly.

Desky byly poté využívány na poloautomatickém elektronickém plotteru, který zajišťoval frézování žlábků a rozřezání na jednotlivá písmena. Plotter obsluhovala osoba, která vždy před každým během plotter vyčistila, seřídila, připravila správný nástroj a desku. Tato příprava mu zabrala 25 až 50 minut. Pro desky bylo vytvořeno optimální rozložení písmen tak, aby na desce byl stejný počet všech čtyřech písmen a aby byla deska co nejlépe využita. Bylo zapotřebí zohlednit minimální vzdálosti písmen, aby se nevylamovaly tenké hrany po vyfrézování žlábků. Běh plotteru byl tedy konstantní a trval vždy 75 minut. Ostatní výrobní procesy tento plotter nevyužívaly. Vzhledem ke komplikovanosti a ceně výroby desky bylo nutné co nejvíce šetřit, a proto se deska začínala až když se nashromáždil potřebný počet objednávek, přičemž důležitější objednávky měly přednost. Důležitost objednávek byla zaznamenána číslem a bylo možné zpracovat až čtyři úrovně důležitosti. Na plotteru nebyly zaznamenány žádné potíže s chybovostí ani výpadky.

Takto připravená písmena byla poté nehlédě na typ přepravována v bedýnkách s označením, ke které objednavce daná várka patří, po osmi kusech k broušení. A to v pořadí určeném důležitostí objednávky. Brusič měl za úkol písmena obrousit z vnějších stran a stran ve vnitřních otvorech tak, aby na plexisklu držel lak. Nejprve byly vyzkoušeny různé varianty lakovacích prostředků, které měly držet i na lesklých materiálech, avšak tyto se neosvědčily. Možnost naleptat materiál chemickými látkami nepřipadala v úvahu, protože výsledkem nebyl povrch s mikroskopickými špónami, nýbrž velice jemné mikroskopické vlnky. Přistoupilo se tedy k ručnímu broušení pomocí smirkových papírů namotaných na komatexových tyčkách. Toto však bylo nesmírně pracné a neproduktivní. Výrazné zrychlení a zároveň zvýšení kvality poskytlo použití plochých elektrických brusek na vnější plochy. Vnitřní otvory však musely být nadále ručně broušené. Nejlepším řešením se však ukázala tvorba vlastního brousícího nástroje jako univerzální nástavec na vrtačku, se kterým bylo možné obrousit jak vnější hrany, tak ty vnitřní. Tento brousící nástroj se však přibližně po 50 až 80 obroušených písmenech zničil a musel být vyroben znovu. Výroba trvala 20 až 30 minut. Písmena byla broušena podle priority, která byla uvedena na přepravce. Po obroušení písmena, které trvalo 9 až 13 minut (včetně ofoukání pomocí vzduchového čerpadla), byla tato opět vložena do příslušné krabice a přepravena k lakování.

Lakování sestávalo z přilepení jednotlivých písmen oboustranně lepící pěnovou páskou na čtyřhranné jekly (podle důležitosti objednávky na přepravce byly nalepovány nejprve ty s vyšším číslem). Na každou tyč se vešlo dvanáct písmen. Tyče byly poté zaneseny do lakovny, kam se vešly pouze čtyři. A následně nalakovány jednou vrstvou laku, což trvalo 45 až 65 minut v závislosti na šikvosti lakýrníka a množství aktuálně namíchané barvy. Čerstvě nalakovaná písmena na tyčích byla vynesena, ale to již byly připravené další tyče s písmeny a tyto mohly být ihned lakovány. Každé písmeno muselo být nalakováno právě devětkrát, přičemž první dvě vrstvy byly čistě bílou barvou, aby co nejlépe odrážely světlo emitované LED diodami, další dvě až tři vrstvy šedou barvou plnící funkci neutrálního oddělovače, dále dvě vrstvy tmavší podkladovou barvou a nakonec dvě vrstvy vnější finální barvou. Po dvou lakovacích bězích se muselo přibližně jedno písmeno z celého běhu přelakovat, protože obsahovalo nějakou bublinku v laku (nezáviselo na typu vrstvy).

## 2.2 Postup tvorby modelu

FIXME implementovat takže (1 / 2 / POCET-PISMEN-V-KRABICI)% pravdepodobnost, ze se nahodne nektere jedno pismeno z batch musi prelakovat; protoze toto pismenko lze nahradit jakymkoliv jinym pismenem z jakelikoliv jine zakazky (i zakazky jine priority), tak se lze predstavit, ze to takhle udelam po sobe tolikrat, az dosahnu poctu pismenek v bedne a pote mohu provest prelakovani jakoby cele bedny modeluji to tedy tak, ze se z behu nahodne vybere krabice s vyse uvedenou PST a pak uz jenom cekam do poctu pismen az se mi nahromadi tyto nahodne vyskyty chyb do poctu jedne krabice a pak ji prelakuji a pokracuji dal co se starvation tyce (ze bude pokazde vybrana stejná krabice a dana objednavka nebude nikdy dokončena), tak vzhledem k nahodnemu vyberu by k ni nemelo dochazet

MODELUI od zacatku v bedinkach, protoze pocet pismen v bedynce odpovidal celemu nasobku pismen v 1 reklame

Kabely na prodrátování, cín, průchodky, smršťovačky, šrouby apod. nejsou zohledněny, protože jich byl plný sklad.

Jak vypadá reklama po nasazení si lze prohlédnout na následující fotografii.

Fotografie reklamy BOSE zachycené na výstavě High End Praha roku 19.2.2011

plotter čeká na jistý počet bedynek (aby mohl nacořit a rozřezat novou plexi desku), ale zpracovává novou zakázku (rozdelenou do bedynek) až po akumulaci potřebného množství

zakazek vzhledem k cene pouziteho materialu nelze canit plexi desky, tudiz neni mozne pro kazdou objednavku zvlast sehnat do plotteru dany pocet desek zaokrouhleny nahoru na nejblizsi cele cislo

byly zanedbany doby pro ukoncovani prace v zarizenich (plotter nelze prerusit, lakyrnu nelze prerusit) - ve skutečnosti totiž zaměstnanci obsluhující dana zařízení protahují a zkracují samotné akce s těmito zařízeními, tudíž jim vždy čas vychází na celé hodiny s odchylkou maximálně 15 minut, která je při simulaci zanedbána V casech pouzitych při simulaci jsou tedy pouzite prumerne doby, do kterych se promita i tento zamestnanecky time management