

**UNIVERZITA PARDUBICE**  
**DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**UNIVERZITA PARDUBICE**  
**DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA**  
**KATEDRA INFORMATIKY V DOPRAVĚ**

**SIMULACE VÝROBY**  
**FIRMY BOHEMIAN JEWELRY,**  
**S. R. O.**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Vedoucí práce:  
**Ing. Miloslav Mastník**

Autor:  
**Bc. Petr Mišák**

**2006**

**UNIVERSITY OF PARDUBICE**  
**THE JAN PERNER TRANSPORT FACULTY**  
**DEPARTMENT OF INFORMATICS IN TRANSPORT**

**SIMULATION OF PRODUCTION**  
**IN THE COMPANY**  
**BOHEMIAN JEWELRY S. R. O.**

THESIS

Supervisor:  
**Ing. Miloslav Mastník**

Author:  
**Bc. Petr Mišák**

**2006**



Univerzita  
Pardubice  
Dopravní fakulta  
Jana Pernera

Katedra: Katedra informatiky v dopravě

Akademický rok: 2005/2006

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

- Pro: **Bc. Petr Mišák**
- Studijní program: **N3708 – Dopravní inženýrství a spoje**
- Studijní obor: **1802T21 – Aplikovaná informatika v dopravě**
- Název tématu: **Simulace výroby firmy Bohemian Jewelry, s. r. o.**

Zásady pro zpracování:

- Diplomová práce si klade za cíl pomocí simulace demonstrovat stávající koncepci výroby ve zvolené firmě se zaměřením na technologické procesy výroby nejfrekventovanější kompletovaných výrobků. Simulační model se dále zaměří na odhalení případných nedostatků, resp. úzkých míst při výrobě. Pro odstranění zmíněných nedostatků budou navržena technická, resp. technologická opatření.
- Diplomová práce se bude zabývat následujícími problémy: (i) popisem stávající koncepce výroby, (ii) výstavbou variantně konfigurovaných simulačních modelů výrobních procesů, (iii) realizací sérií simulačních experimentů, (iv) zpracováním výsledků simulačních experimentů s následnými doporučeními uplatnění racionalizačních opatření v rámci reálné výroby.
- Simulační modely jsou realizovány s pomocí simulačního nástroje ARENA.

Seznam odborné literatury:

- KELTON, W. D., SADOWSKI, R. P., STURROCK, D. T. *Simulation with Arena*. New York : McGraw-Hill Higher Education, 2004.
- MANLIG, F. Počítačová simulace výrobních procesů. In *MM – Průmyslové spektrum*, 4, č. 10, r. 2000, s. 30–33.
- KŮS, Z., GLOMBÍKOVÁ, V., HALASOVÁ, A. *Simulace výrobních systémů*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2002. Skriptum
- BANKS, J. *Handbook of Simulation*. New York : John Wiley & Sons, 1998. 850 s. ISBN 0-471-13403-1.
- KŘIVÝ, I., KINDLER, E. *Simulace a modelování*. Ostrava : Ostravská univerzita, 2001. 146 s. Elektronická skripta.
- HUŠEK, R., LAUBER, J. *Simulační modely*. Praha : SNTL/ALFA, 1987. 349 s.

Rozsah: 50 normostran

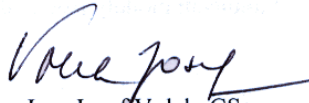
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Miloslav Mastník**

Datum zadání práce: 30. 11. 2005

Termín odevzdání práce: 15. 5. 2006

L. S.

  
prof. Ing. Karel Šotek, CSc.  
děkan

  
doc. Ing. Josef Volek, CSc.  
zastupující vedoucí katedry

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích, 10. listopadu 2006

.....  
Petr Mišák

## Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce

**Ing. Miloslavovi Mastníkovi**

**a**

**Mgr. Věře Záhorové, Ph.D.**

za odbornou pomoc a spolupráci.

## **Abstrakt**

Tato práce je zaměřena na simulaci výroby jabloneckého podniku Bohemian Jewelry, s. r. o., který se zabývá výrobou lité bižuterie. Práce je rozdělena do třech základních částí. Tyto části jsou dále členěny do jednotlivých kapitol.

První část práce v sobě zahrnuje popis podniku počínaje jeho historií, organizací, výrobou a způsob kalkulace výrobků. Druhá samostatná část práce je zaměřena na teoretickou oblast simulací, ve které jsou popsány základní pojmy a fáze využívané při simulacích. Třetí a stěžejní část práce je již samotná simulace výroby daného podniku, opírající se o teoretickou část.

Na základě poznání výrobního systému je vytvořen simulační model, který je předmětem zkoumání. Simulační výstupy, jsou zpracovány do podoby tabulek a grafů. Na základě těchto dat, je zároveň provedeno několik simulací s alternativními konfiguracemi, které naznačují možnosti racionalizačních opatření.

## **Abstract**

The theme of this thesis is a simulation in the company Bohemian Jewelry, s. r. o. in Jablonec nad Nisou. This company is interested in a production of moulded metal jewellery. The thesis is divided into three main parts. These parts are also divided into individual chapters.

The first part of the thesis contains the description of company, its own history, organization, production and calculation of products. Second main part is focused on theory of simulation. There are described basic ideas and stages which are used in simulation. The third one and the cardinal part of thesis is the simulation of production in the selected company. This part is based on the previous theoretic chapter.

On the basis of knowledge of processing system is created a simulation model, which is the topic of investigation. The outputs of simulation are transformed into tables and graphs. On the basis of these data there are executed some simulations with alternatives configurations. These configurations indicate possibility of future rationalization's measures.



# Obsah

ÚVOD.....	1
<b>1 HISTORIE SPOLEČNOSTI .....</b>	<b>3</b>
<b>2 ORGANIZACE SPOLEČNOSTI.....</b>	<b>4</b>
2.1 EKONOMICKÉ ODDĚLENÍ .....	5
2.1.1 Kalkulační oddělení.....	5
2.1.2 Odbytové oddělení.....	5
2.1.3 Účetárna a fakturace.....	6
2.1.4 Personální oddělení.....	6
2.2 VÝROBNÍ ČÁST PODNIKU.....	6
2.2.1 Vzorkové oddělení.....	6
2.2.2 Výrobní vzorků a forem .....	7
2.2.3 Liti .....	8
2.2.4 Úpravna odlitků.....	9
2.2.5 Navazovna a svěšovna.....	10
2.2.6 Galvanizovna.....	11
2.2.7 Montáž.....	11
2.2.8 Expedice .....	12
2.3 STRUKTURA ZAMĚSTNANCŮ .....	13
<b>3 VÝROBA.....</b>	<b>14</b>
3.1 OZNAČOVÁNÍ VÝROBKŮ A VÝROBNÍ SORTIMENT .....	15
3.2 KALKULACE CENY VÝROBKU.....	15
<b>4 POPIS VÝROBKŮ (ZAHRNUTÉ V SIMULACI).....</b>	<b>18</b>
4.1 VÝROBEK ČÍSLO 7042 0576 59.....	18
4.2 VÝROBEK ČÍSLO 7042 0503 45.....	19
4.3 VÝROBEK ČÍSLO 7061 1514 01.....	20
4.4 VÝROBEK ČÍSLO 7085 0936 01.....	21
4.5 VÝROBEK ČÍSLO 7085 1155 05.....	21
<b>5 SIMULACE VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ (DEFINICE ZÁKLADNÍCH POJMŮ).....</b>	<b>23</b>
5.1 SYSTÉM.....	23
5.2 MODEL.....	24
5.3 MODELOVÁNÍ .....	26
5.4 SIMULACE.....	26
5.5 SIMULACE NA POČÍTAČÍCH.....	27
<b>6 ZÁKLADNÍ FÁZE SIMULACE.....</b>	<b>28</b>
6.1 FORMULACE PROBLÉMU.....	29
6.2 STANOVENÍ CÍLŮ A PLÁNU PROJEKTU.....	29
6.3 KONCEPCE SIMULAČNÍHO MODELU .....	29
6.4 SBĚR A ANALÝZA DAT .....	29
6.5 TVORBA SIMULAČNÍHO MODELU.....	30
6.6 VERIFIKACE MODELU.....	30
6.7 VALIDACE MODELU.....	30
6.8 PLÁN SIMULAČNÍCH EXPERIMENTŮ.....	31
6.9 VYKONÁNÍ A ANALÝZA SIMULAČNÍCH BĚHŮ.....	32
6.10 ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA A DOKUMENTACE .....	32
<b>7 POČÍTAČOVÁ SIMULACE V PROGRAMU ARENA.....</b>	<b>33</b>
7.1 ZÁKLADNÍ FÁZE SIMULACE V PRAXI .....	33
7.1.1 Formulace problému .....	33
7.1.2 Stanovení cílů a plánu projektu .....	33
7.1.3 Koncepce simulačního modelu .....	34
7.1.4 Sběr a analýza dat .....	34
7.1.5 Tvorba simulačního modelu .....	38

7.1.6	Verifikace a validace modelu.....	38
7.1.7	Plán simulačních experimentů.....	39
7.1.8	Vykonání a analýza simulačních běhů.....	39
7.1.9	Závěrečná zpráva a dokumentace .....	39
7.2	OBEČNÝ POPIS MODELU .....	39
7.2.1	Generátor vstupních entit .....	39
7.2.2	Vsunutí kovodílu do formy.....	43
7.2.3	Přepnutí odlévacího stroje.....	44
7.2.4	Odlévání, Odlamování a kontrola .....	44
7.2.5	Přenos odlitků do procesu šabrování, vrtání, broušení, leštění.....	45
7.2.6	Šabrování, vrtání, broušení, leštění.....	46
7.2.7	Omilání.....	47
7.2.8	Přenos odlitků na letování, bodování, montování .....	48
7.2.9	Letování, bodování, montování.....	48
7.2.10	Celkové náklady odlitku.....	49
7.2.11	Přenos odlitků na navazování.....	50
7.2.12	Navazování, galvanizace, svěšování.....	51
7.2.13	Přenos odlitků - konečná úprava .....	52
7.2.14	Konečná úprava.....	53
7.2.15	Přenos výrobků na konečnou kontrolu a balení.....	53
7.2.16	Konečná kontrola a balení.....	54
7.2.17	Záznam do tiskového reportu.....	54
7.2.18	Informační tabule.....	55
<b>8</b>	<b>ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ SIMULAČNÍ STUDIE .....</b>	<b>57</b>
8.1	DETERMINISTICKÝ MODEL .....	57
8.2	DETERMINISTICKO-STOCHASTICKÝ MODEL.....	59
8.3	VYHODNOCENÍ ZÁKLADNÍCH MODELŮ.....	60
8.4	DOPORUČENÍ.....	60
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>66</b>
	<b>SLOVNÍK POJMŮ .....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>68</b>
	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>71</b>
	<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>140</b>
	<b>ZDROJE PŘÍLOH .....</b>	<b>141</b>
	<b>OBSAH PŘILOŽENÉHO DATOVÉHO NOSIČE (CD).....</b>	<b>142</b>

## Úvod

Simulace je v matematice a kybernetice vědecká metoda, při které se zkoumají vlastnosti nějakého systému pomocí experimentů s jeho matematickým modelem.

Modelování patří k tradičním postupům v některých technických disciplínách například v kybernetice nebo teorii automatického řízení. V minulosti se používaly pro modelování analogové počítače nebo simulační programovací jazyky, jako např. Simula nebo CSSL. S rozvojem levných a dostupných počítačů v posledních desetiletích proniklo počítačové modelování do většiny technických věd a stalo se důležitou metodou i v biologii, meteorologii, geologii a dokonce v ekonomii a ve vědách sociálních.

Prvním krokem při počítačovém modelování je, že získáme nějakým způsobem matematický model zkoumaného systému. Model může být získán buďto teoreticky ze základních fyzikálních vlastností systému, nebo empiricky z naměřených hodnot. Sestavováním modelů z empirických hodnot se nazývá identifikace systémů.

Hlavní praktickou výhodou modelování je možnost pomocí pokusů a omylů vyřešit úlohy, které nemají analytické řešení nebo ověřit vlastnosti nákladných zařízení před jejich fyzickou realizací (např. složité integrované obvody, letadla nebo atomové bomby). Simulační modely se používají i jako součást trenažérů nebo počítačových her. Biologické modely mohou zabránit některým pokusům na zvířatech.

Pro modelování v různých oborech byla vyvinuta řada specializovaných softwarových balíčků, k nejznámějším patří například Matlab Simulink pro modelování dynamických systémů nebo Spice pro elektrické obvody. <sup>(volně dle [8])</sup>

Tato práce je zaměřena na využití počítačové simulace v oblasti výroby. Konkrétně v podniku Bohemian Jewelry s. r. o., která se zabývá výrobou lité bižuterie. Jak bude následovně popsáno, před samotnou simulací je zapotřebí co nejlépe analyzovat zkoumaný systém, který je následovně převeden do podoby modelu v simulačním programu. Samotná simulace bude provedena v prostředí Arena od firmy Rockwell Software.

Práce je rozdělena na 3 základní bloky. V prvním budete seznámeni s podnikem a jeho jednotlivými pracovišti, jejichž činnosti budou detailně popsány tak, aby problematika výroby lité bižuterie byla srozumitelná. Též zde budou vytyčeny a popsány základní výrobky, které budou předmětem simulační studie.

V následující části práce se budeme věnovat problematice simulace a modelování, jednotlivým prostředkům a fázím, které jsou důležitou součástí a nutným základem pro pochopení před samotnou aplikací simulačního modelu.

Třetí blok práce se zabývá konkrétní simulací ve výše zmíněném podniku pomocí zvoleného programu. Prvním úkolem je definovat stávající model tak, aby byli abstrahovány veškeré, pro zvolenou simulaci, nepotřebné informace. Po sestavení modelu je zapotřebí jej validovat a verifikovat tak, aby co nejvíce odpovídal skutečnosti.

Následuje provedení dílčích simulací, pomocí nichž budou definovány oblasti výroby, které by se mohly do budoucna stát cílem racionalizace. V práci bude proveden test několika možných variant, které by mohly pomoci při rozhodování, kterou cestou se při racionalizaci vydat. Veškeré experimenty jsou podloženy statistickými daty v podobě příloh.

Rád bych také definoval adresáty této práce. Jelikož se simulace díky počítačovým technologiím v současné době velkou měrou rozšiřují a nacházejí si tak své uplatnění v mnoha odvětvích, věřím, že právě simulační část práce může být použita jako podpůrný studijní materiál. Zároveň práce umožní základní pochopení simulačního prostředí Arena, poněvadž vytvořený simulační model bude popsán tak, aby celá struktura byla srozumitelná. Předpokládám ovšem od čtenáře základní znalost prostředí softwaru Arena.

Práce zároveň vystihuje specifickou oblast, a to konkrétně výrobu bižuterie. Bižuterie je jedním z produktů, kterým se Česká republika může pyšnit. Výroba bižuterie sahá do hluboké historie naší společnosti a v dnešní době patříme mezi světovou špičku. Pro laika tato část práce tedy může být zajímavým čtením a může tak získat poměrně detailní informace, týkající se výroby lité bižuterie.

## **1 Historie společnosti**

Společnost s ručením omezeným Bohemian Jewelry byla založena v roce 1991 spojením českého umění a tradice výroby kovové bižuterie s americkým kapitálem. Na úplném začátku v této společnosti pracovalo pouze pět pracovníků, ale postupnou expanzí na trhu v tomto odvětví bylo zapotřebí firmu rozšiřovat, a tak se v současné době skládá z necelé stovky zaměstnanců. Společnost se rozšiřovala i v oblasti výroby. Bylo zapotřebí původní výrobní kapacity rozšiřovat a zdokonalovat až v současnou podobu. V dnešní době je kompletní výroba pouze v rukou společnosti. Veškeré výrobní procesy tedy probíhají v jednom závodě.

Jelikož tato firma byla jediným společníkem akciové společnosti Bižuterie Česká Mincovna, současná podoba podniku se změnila. Počátkem října vyvrcholil dlouhodobý proces slučování velkých sklářských a bižuterních firem. Společnost Ornela, která se již dříve spojila se společností Bižuterie Česká Mincovna se nyní dále sloučila s firmami Jablonex, Železnobrodské sklo a Bohemian Jewelry, které navenek vystupují pod jménem Jablonex Group, a.s.

Důvodem této fúze byl vznik silného průmyslového uskupení s více než 3,5 tisíci zaměstnanci a s obratem cca 3 miliardy korun, který umožní propojit a zefektivnit všechny výrobní, obchodní a komunikační procesy, což v konečném důsledku posílí konkurenceschopnost tohoto odvětví v celosvětovém měřítku.

Mezi základní cíle Jablonex Group patří především pokračovat v úspěšné tradici sklářské a bižuterní výroby v jabloneckém regionu, nabízet vysoce kvalitní výrobky za konkurenceschopné ceny a v neposlední řadě stát se nejvýznamnějším světovým dodavatelem kvalitních skleněných polotovarů a módní bižuterie. <sup>(volně dle [11])</sup>

## 2 Organizace společnosti

Kapitola je zaměřena na přiblížení organizace společnosti podle jednotlivých oddělení. U každého oddělení budou popsány činnosti úzce s ním související.

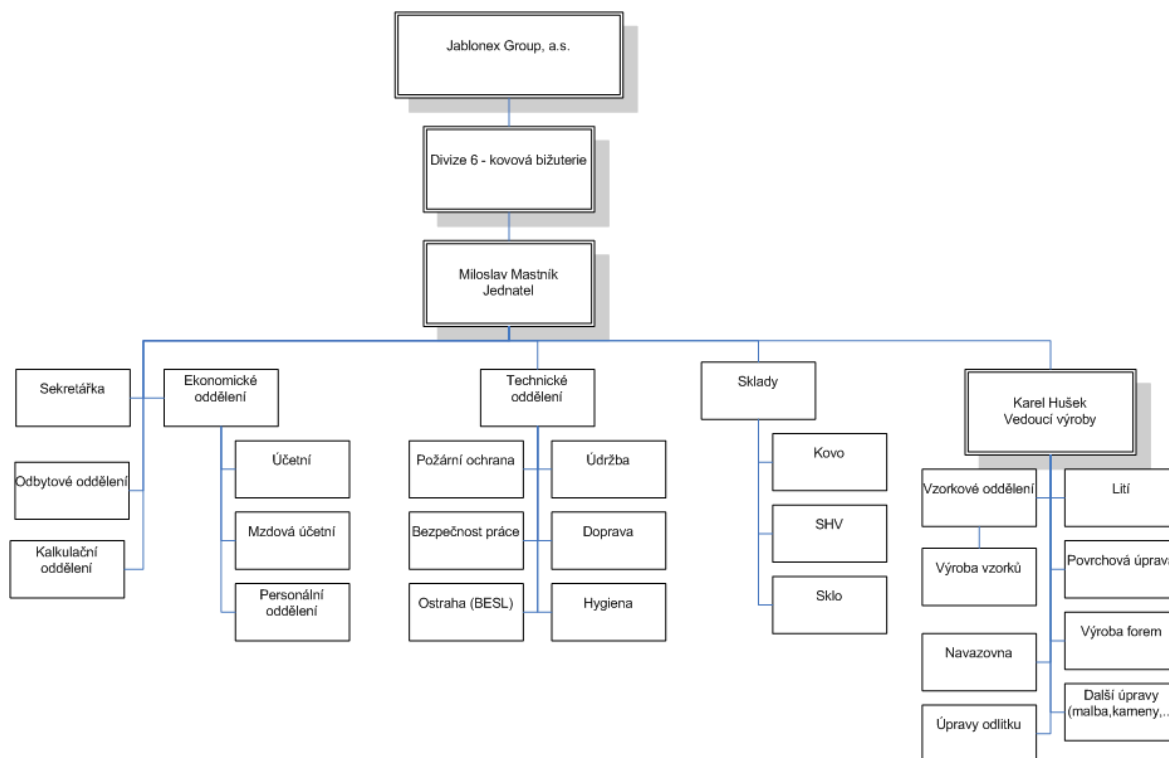
Jablonex Group, a. s. je organizačně tvořen šesti divizemi. Čtyři obchodně-výrobní divize, kterými jsou divize Bižuterie, Sklo, Kovo a Mince, nabízejí široký sortiment výrobků – od skleněných tyčí a technického skla přes úplný perlový program až po hotovou bižuterii nebo mince. Divize Finance a správa pak zabezpečuje centrální funkce správní a ekonomické povahy.

Divize šest je tvořena těmito závody:

- ŽBS – Železný Brod (Železnobrodské sklo)
- Zásada – perle
- Jablonec – kovová bižuterie
- Jablonex, a.s. – exportní dům

Tato práce je ovšem zaměřena na 6. divizi - výroba kovové bižuterie v podniku Bohemian Jewelry. Názorné rozdělení podniku je popsáno pomocí organizačního diagramu na obrázku č. 1.

**Obrázek 1:**  
Organizační diagram



## 2.1 Ekonomické oddělení

Dle obrázku č. 1 je názorně vidět rozdělení společnosti dle jednotlivých dílčích oddělení. V této kapitole se okrajově zmíním o levém křídle stromu a v následující kapitole bude podrobněji popsána struktura křídla pravého – tedy výrobní oddělení podniku.

Bez kvalitního ekonomického oddělení jako celku by samozřejmě firma nemusela ani vyrábět. Jedná se tedy o důležitou a nedílnou součást podniku. Zabezpečuje kompletní běh organizace. Zajišťuje pro podnik dostatek zdrojů nejen materiálních, finančních ale i personálních. Pokouší se o chod podniku tak, aby výroba byla stále rentabilní. Na základě informací od výrobního bloku podniku zabezpečuje dostatečný přísun materiálu potřebného k výrobě. Práce tohoto oddělení je velice různorodá a je blíže popsána v následujících podkapitolách.

### 2.1.1 Kalkulační oddělení

Toto oddělení má za úkol stanovení ceny výrobků na základě podložených dat získaných při prvotní výrobě vzorku. Vychází z technologického postupu, který tvoří základní části: kovodíly, sklodoplňky, ostatní materiál, mzdové náklady při jednotlivých operacích prováděných na výrobku a režii (podrobněji v kapitole č. 3.2 ). Kalkulovanou cenu je důležité nejen korektně spočítat, ale také zvážit její výši tak, aby byla na trhu konkurenceschopná. Veškeré informace o výrobku jsou tedy zaneseny v informačním systému, pomocí něž může odbytové oddělení nadále získávat data pro zpracování dokumentů s odbytovým oddělením souvisejících.

### 2.1.2 Odbytové oddělení

Odbytové oddělení má na starost komunikaci se zákazníky a vyřizování objednávek. V případě přijetí objednávky ji kompletně zpracuje tak, aby bylo možno předat tento požadavek do výroby.

Chronologický postup by byl následující. V okamžiku převzetí objednávky ji pracovnice eviduje v počítači a zároveň kontroluje její správnost. Dle zkušeností a konzultace s výrobní mistrovou určí datum expedice. K položkám této objednávky jsou vytištěny průvodky (tedy ke každému výrobku), které jsou doplněny o data (převod nedokončené výroby na montáž a datum expedice) a tyto průvodky jsou předány do výroby. Jakmile je výroba připravena, v expedici jsou pracovnice na tuto skutečnost upozorněny tím, že jim jsou nazpět předány průvodky. Je možné, že zákazník akceptuje nadvýrobu a je tedy zapotřebí tuto skutečnost zaznamenat ve vystavení dodacího listu.

Dále je zákazníkovi vystavena faktura k danému dodacímu listu a tímto je zboží připraveno k osobnímu odběru, či zaslání.

### 2.1.3 Účtárna a fakturace

Účtové oddělení spravuje účetnictví firmy a také se zabývá mzdovým účetnictvím. Zaměstnanci tohoto oddělení mají na starosti kontrolu fakturací. Potvrzují odesílané a zpracovávají přijaté faktury. Zároveň prostřednictvím tohoto oddělení jsou prováděny platby věřitelům, vypláceny mzdy v hotovostní i bezhotovostní podobě. Finanční operace jsou zpracovávány a v podobě statistik předávány vedení.

### 2.1.4 Personální oddělení

Ve stejné lokalitě je umístěno personální oddělení, které komunikuje se zaměstnanci, zpracovává jejich žádosti a potřeby. Prvotní komunikace s uchazeči o zaměstnání též probíhá právě zde. Dalšími činnostmi jsou: komunikace se správou sociálního pojištění, zdravotními pojišťovnami, úřadem práce, živnostenským úřadem a finančním úřadem.

## 2.2 Výrobní část podniku

Tak jako výrobní část podniku nemůže existovat bez ekonomického bloku, je tomu i opačně. Ovšem pro tuto práci je právě tato část stěžejní. V této kapitole bude podrobně popsána pravá část organizačního diagramu (obrázek č. 1), čímž bude detailně přiblížena výroba lité bižuterie.

Pro ucelení představy jak je organizována výrobní část podniku, je v sekci přílohy vytvořen orientační náčrt půdorysu budovy s popisy, kde je výroba realizována (viz. přílohová sekce: příloha-obrázek 1, 2)

### 2.2.1 Vzorkové oddělení

Pro podnik je důležitá evidence výrobků nejen v informačním systému, ale také v podobě fyzických vzorků. Tyto vzorky jsou tedy zakládány právě v tomto oddělení. Jejich využití je různorodé, ale nejčastěji se vzorky používají pro montážní oddělení. Díky těmto vzorkům se mohou pracovníci podívat na výsledný vzhled výrobku tak, aby následující přesně odpovídaly vzorku. Evidence s podrobným popisem výrobku je také v papírové podobě. Číselné označení výrobků bude blíže popsáno v kapitole 3.1.

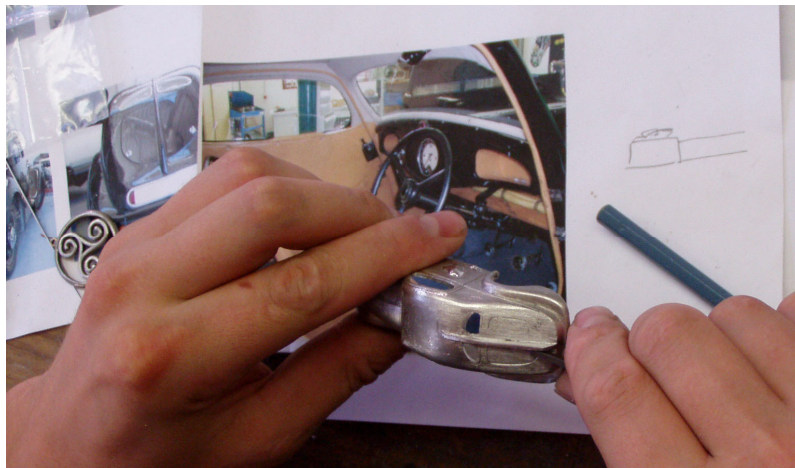


V tomto oddělení také pracuje designér, který navrhuje nové výrobky v podobě kreseb. Je-li navrhnutý výrobek schválen, postupuje dále do výrobní části, konkrétně na výrobu vzorků.

### 2.2.2 Výrobní vzorků a forem

Než-li se firma pustí do výroby, je zapotřebí, aby byla myšlenka v podobě návrhu nejprve zpracována jako model výrobku (viz. obrázek 2). Ten se vyrábí v oddělení výroby vzorků. Na výrobu modelu mohou být použity různé materiály (dřevo, kov), které vydrží tlak 10atm a teplotu 160 °C. Pomocí tohoto modelu se vyrobí vzorková forma, která slouží k odlití vzorků a duplikátů.

**Obrázek 2:**  
Výroba modelu

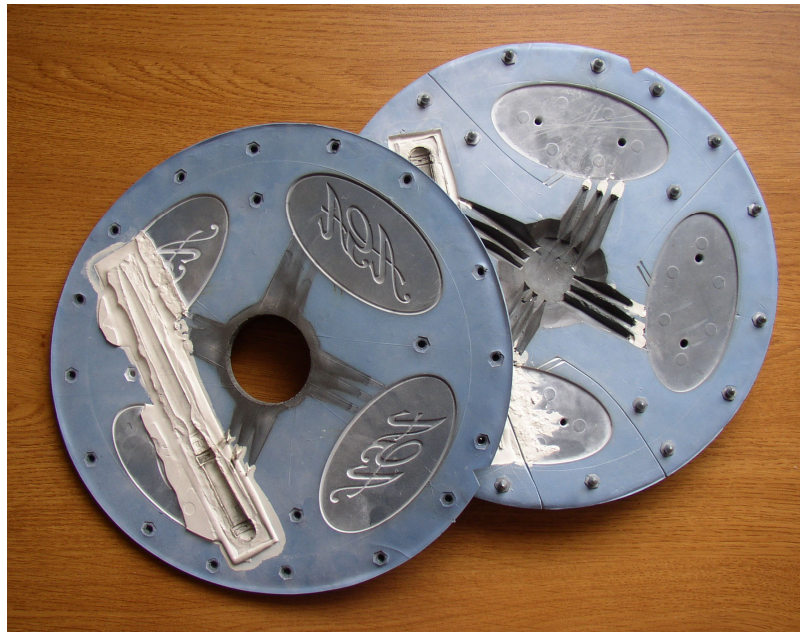


Základním materiálem pro formu je pryž nebo silikonová guma. Forma má horní a spodní část. Do této gumy se vloží model (modely nebo duplikáty), který se zařeže do spodní části dle tvaru a velikosti. Horní část se přiklopí, vloží se do horního pekáče a sním pod vulkanizační lis, ve kterém na formu působí tlak a teplota. Po zvlukanizování se do formy vyřežou vtokové kanálky a vzduchové kanálky. Tehdy je připravená výrobní forma pro odstředivé odlévání (viz. obrázek 3).

Vzorky postupně projdou celým procesem výroby. Tento proces se bedlivě sleduje a zjišťují se oblasti, které by se mohly řešit jiným způsobem tak, aby výrobek byl pro výrobu snadně realizovatelný a zároveň, aby náklady na výrobu byly co nejnižší v mezích kvality.

Vyrobené vzorky se uskladní ve vzorkovém oddělení. Duplikáty slouží k výrobě výrobních forem. Počet duplikátů je tedy určen možným množstvím odlitků na jedné formě.

**Obrázek 3:**  
Výrobní forma



### 2.2.3 Lití

Existují dvě výrobní metody používané pro výrobu kovové bižuterie. První je lisování. Její nevýhodou ovšem je, že náklady na pořízení lisovací misky pro jeden výrobek dosahují cen 50 000 – 100 000 Kč. Tyto vysoké pořizovací náklady tedy vyžadují obrovský objem výroby jednoho daného artiklu, aby se výroba stala ziskovou.

Druhá osvědčená výrobní metoda kovové bižuterie je technologie odstředivým litím, která je právě v této společnosti realizována. Umožňuje výrobu i malých sérií při pořizovacích nákladech forem. Pohybují se kolem 2 500 Kč.

Jak již bylo výše naznačeno, výrobky se odlévají do pryžových či silikonových forem, ve kterých jsou vytvořeny vzduchové a vtokové kanálky. Forma je umístěna a za její střed uchycena. Do vtokových kanálků je vlita slitina (zinku nebo cínu), která se otáčením formy, při nastavených otáčkách, kompletně rozlije a vytvaruje dle výřezu ve formě. Po zchlazení je forma otevřena a odlitky jsou vyndány. Kousky slitiny z vtokových kanálků, které zůstaly spojené s odlitkem, se odlámou a jiné přebytky se následně upraví.

**Obrázek 4:**  
Pracoviště pro odstředivé lití



#### 2.2.4 Úpravna odlitků

Odlitek si vyžaduje další opracování tak, aby byl hladký, měl přesné tvary a žádné přebytky. Procesy, které se účastní této části výroby, jsou:

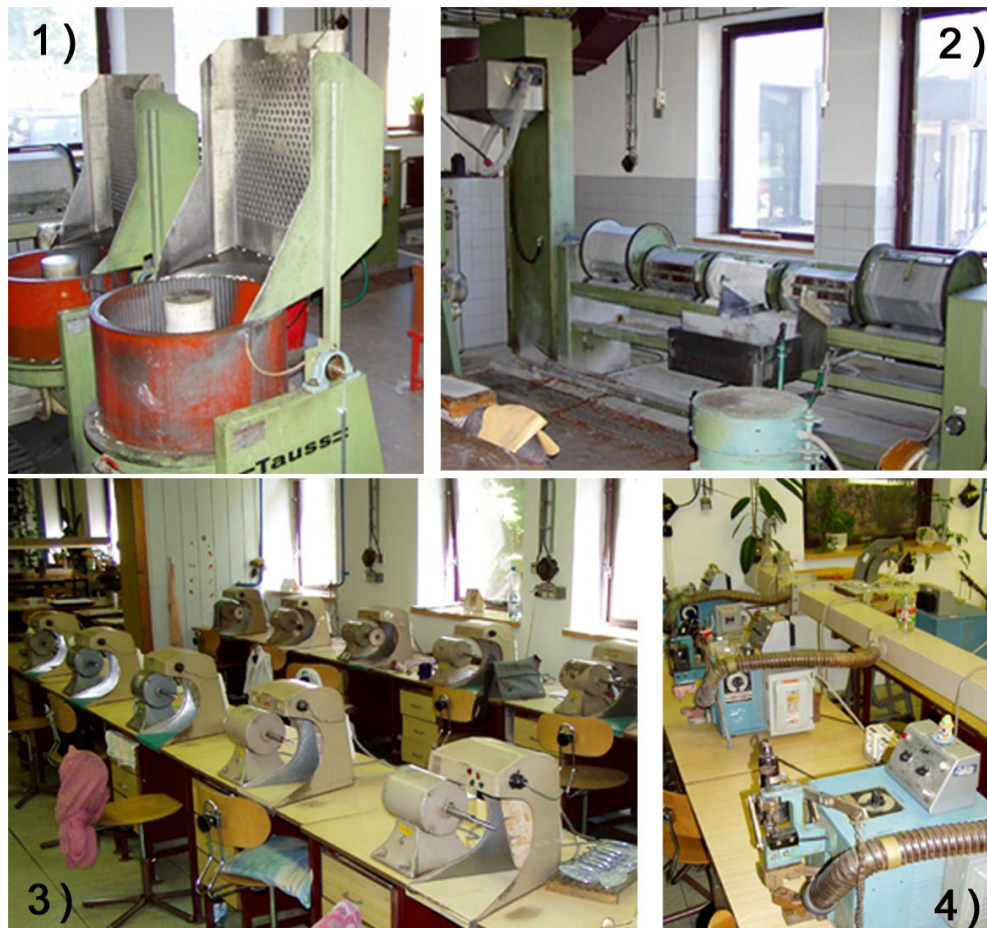
- Začištění – ruční čištění přebytků vzniklých při odlévání (tzv. šábrování)
- Omílání – odlitky se omílají v bubnech, ve kterých jsou obsaženy kuličky. Otáčivým pohybem bubnu dochází k omílání, tedy vyhlazení a jemnému začištění.
- Broušení – pomocí brusných kotoučů. Brousí se větší plochy, které je zapotřebí odstranit či vyhladit. Na brusném přístroji je též umístěn leštící kotouč.
- Leštění – leštění pomocí kotoučů (viz. Předchozí operace)

Před samotnou povrchovou úpravou (galvanizací) mohou na výrobku být provedeny ještě následující operace:

- Letování plamenem (různé kovodíly k sobě, uzavírání kroužků, apod.)
- Odporové navážení (elektrickým proudem - mechaniky, klipsy, šanýr, háček)
- Montování dílů
- Vrtání

Na obrázku č. 5 jsou vyobrazeny jednotlivá pracoviště (1,2 – omílání; 3 – broušení, leštění, 4 – letování plamenem, odporové naváření).

**Obrázek 5:**  
Úprava odlitku



### 2.2.5 Navazovna a svěšovna

Po dokončené úpravě a kompletním začištění odlitku je vyžadována určitá povrchová úprava výrobku. Před jejím započatím je ovšem zapotřebí odlitky navázat na rámečky. Odlitky jsou navazovány na drátky, které jsou k rámečku přichyceny. Ten je celý pogumován, jen určité části jsou odhaleny z toho důvodu, že fungují jako vodivý prvek při procesu galvanizace. Množství výrobků na jednom rámečku je dáno jejich charakterem. Používají se 2 velikosti na  $x$  velikostí výrobků. Důležitý faktor, který ovlivňuje množství výrobků na rámu, je jejich velikost tak, aby při umístění více rámu v galvanické lázni se navzájem nezakrývaly a nevznikalo tak rozdílné pokovení. Po dokončené galvanizaci rámečky opět přijdou na toto pracoviště a výrobky jsou z nich odstříhány.

### 2.2.6 Galvanizovna

Jedním ze stavebních pilířů ve výrobě bižuterie je galvanizace výrobků. Odborný popis této problematiky pro tuto práci pozbývá významu, ale rád bych alespoň obecně naznačil základní princip.

Jedná se o proces, který je založen na elektrolyze. Výrobky zavěšené na rámečcích se stávají katodou. Anoda je v tomto procesu tvořena:

1. kovem, který je rozpuštěn v lázni (Cu, Ni)
2. nerezovou tyčí (nejpoužívanější)
3. platinovou tyčí (do drahých lázní – Au)
4. titanovou tyčí

Každá vana obsahuje roztok s přesně stanoveným chemickým složením, a ten je pravidelně kontrolován laborantkou. Z pohledu výroby je proces galvanizace velice časově a finančně náročný.

Obrázek 6:  
Galvanizovna



### 2.2.7 Montáž

Finální úprava probíhá na pracovišti zvaném montážní oddělení. Na tomto oddělení jsou prováděné následující práce:

- Lepení kamenů – lepí se šatonové kameny do kotlíků
- Lepení dílů – některé složitější se mohou skládat z mnoha dílů, které se mohou kompletovat lepením

- Malování – nejčastěji používaná metoda finální úpravy výrobků, která českou bižuterii posunuje na celosvětovou špičku, jelikož se jedná o ruční práci (viz. obrázek č. 7)
- Rozhýbávání mechanik – například u broží je zapotřebí galvanizované mechaniky rozhýbat
- Kompletace, kroužkování – náhrdelníky a řetízky

**Obrázek 7:**  
Ruční malba



### 2.2.8 Expedice

Po dokončené výrobě jsou výrobky shromažďovány v expedici. V tomto místě je před samotným zabalením provedena konečná kontrola a v zápětí jsou baleny do určených obalů. Tímto je výrobní proces kompletní a výrobek je připraven k expedici zákazníkovi.

## 2.3 Struktura zaměstnanců

Pro přesnější představu o podniku je v této kapitole, respektive v tabulce č. 1 rozepsán seznam pracovníků dle jednotlivých oddělení. Tito zaměstnanci jsou tedy zdrojem práce v simulačním modelu.

**Tabulka 1:**  
Struktura zaměstnanců

Název Pozice	Počet zaměstnanců
Modelář	5
Formování	1
Navazování pro služby	3
Lití + odlamování + kontrola	2
Šábrování	3
Broušení + leštění	8
Vrtání	1
Omílání	1
Bodování	1
Pasíř	2
Montování dílů	1
Kontrola	1
Navazování, svěšování	3
Galvanizace, kontrola	3
Lepení (dílů, kamenů, kompletování)	5
Malba	5
Kontrola balení	1
Pomocné práce (úklid, údržba, čištění rámečků, manipulace)	4
Laborantka	1
<b>Celkem výroba, údržba</b>	<b>51</b>
Technicko-hospodářští pracovníci	15
<b>Celkem</b>	<b>66</b>

(Kapitola 2: upraveno dle [10], [11])

### 3 Výroba

Podnik jako celek se zabývá množstvím činností, které jej charakterizují. Tyto činnosti bychom mohli definovat v podobě základních bodů:

- návrh výrobku
- zhotovení modelu
- vyvzorování
- zhotovení licích forem
- zpracování objednávky
- odlití polotovaru
- strojní a ruční opracování
- naváření mechanik a kovodílů
- povrchové předúpravy (omílání a ultrazvuk)
- povrchové galvanické úpravy
- montážní práce
- lepení
- montáž
- malování pomocí studených smaltů i ostatních barev

#### Externí činnosti podniku:

- návrh a vyvzorování výrobku
- zhotovení modelu
- zhotovení surových odlitků
- opracování odlitků včetně naváření mechanik
- omílání
- povrchové úpravy:
  - zlacení
  - stříbření
  - elektro-clear
  - rhodiování
  - mědění
  - niklování



Databáze výrobků je v současné době kolem 40000 artiklů. V následující kapitole se blíže seznámíme s výrobním sortimentem a způsobem označování výrobků.

### 3.1 Označování výrobků a výrobní sortiment

Vyráběné výrobky jsou označovány číselným kódem, který definuje jejich typ a jiné vlastnosti. Způsob označování je určitou tradicí v bižuterním průmyslu a každý, kdo s bižuterií pracuje, pozná již dle kódu zhruba o jaký výrobek se jedná. Na obrázku č. 8 s popisky je názorně zobrazen příkladný číselný kód.

**Obrázek 8:**  
Kódové značení výrobků



První dvojčíslí kódu určuje typ bižuterního výrobku. V našem případě se nejčastěji používá číslo 70 (litá bižuterie). Následující dvojčíslí určuje typ artiklu, tzn. zda se jedná například o náušnici, brož apod. Čtyřčíslí za pomlčkou definuje pořadové číslo artiklu, které je navyšováno v čase podle toho, kdy byl poprvé výrobek vyroben. Varianta, resp. poslední dvojčíslí, rozlišuje základní výrobek v některých detailech jako např. barevné schéma, barvy kamenů, druh galvanizace, apod.

V přílohách (příloha-tabulka 1) je k nahlédnutí členění výrobního sortimentu dle kódového označení.

### 3.2 Kalkulace ceny výrobku

Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.1.1, kalkulace ceny je prováděna zaměstnanci v kalkulačním oddělení. Tito zaměstnanci vycházejí při výpočtu ceny z pokladů, které jim jsou předány z výrobního oddělení.

Prvotní výroba každého nového výrobku je doprovázena bedlivým sledováním a měřením. Každá mistrová či mistr na svém oddělení, na základě vyrobených několik prvních kusů, již určí jednak dle průměru a zároveň dle své expertní zkušenosti čas, který bude zapotřebí na provedení dané operace.

Pro ucelení představy jsou v přílohách (příloha-tabulka 8 až 23) uvedeny vzorové kalkulace výrobků, které jsou zahrnuty v simulační studii.

Každý bižuterní výrobek prochází určitými výrobními procesy a tyto procesy vyžadují určité časové kvantum. Toto časové kvantum je samozřejmě ohodnoceno danou tarifní mzdou, a to se projeví na ceně výrobku. Tzn. že každý výrobek v průběhu výroby na sebe „nabaluje“ náklady vynaložené na jeho výrobu a ve výsledku je stanovena jeho cena.

Samozřejmě cena výrobků není tvořena pouze prací. Do ceny výrobku vstupují také fixní náklady, tzv. pevná složka. Mezi tyto složky patří hutní materiál, nakupované kovové díly, náklady na pořízení formy, šatony, barvy a laky, lepidla, galvanizace, balící materiál, apod. Tzn. nákladové položky, které vstupují do každého výrobku, dle typu vždy stejným množstvím.

Kompletní kalkulace je rozdělena na dvě části. První z nich je kalkulace pro samostatný odlitek. A druhá je konečná kalkulace finálního výrobku. Je to z toho důvodu, poněvadž odlitek jako takový může vstupovat do různých výrobků. Pouze finální úpravy budou rozdílné, a proto je toto dělení uděláno tímto způsobem.

**Každá kalkulace se dále dělí na několik základních sekcí:**

**ODLITEK**

- Hutní materiál – základní materiál, který tvoří litou bižuterii (tedy určitý druh slitiny)
- Nakupované kovové díly – další samostatné kovové díly, které vstupují do výrobku a nejsou vyráběny v rámci stejného podniku (např. jehly, šrouby apod.)
- Formy – jedná se o vyčíslené náklady na pořízení odlévací formy. Tyto fixní náklady jsou tedy přičteny ke každé ceně výrobku.

**FINÁLNÍ VÝROBEK**

- Kovové díly nakupované – to samé jako u odlitku
- Šatony – neboli kameny, které se do výrobku lepí apod.
- Barvy a laky – v současné době se technologie malování hojně využívá. Jedná se tedy o použité barvy na výrobku, případně lakování
- Lepidla – použítá lepidla při lepení kamenů, kovodílů, odlitků apod.
- Galvanizace – vyčíslená cena galvanizace dle gramáže výrobku (v této ceně je již obsaženo i navazování a svěšování)
- Balící materiál – materiál použitý na zabalení výrobku

Kalkulační položky jsou zároveň navýšeny o určité procento. Tímto procentem je vytvářena určitá rezerva, která pokrývá propal materiálu (slitiny při tavbě), technologické zmetky nakupovaných skleněných a kovových doplňků. Procento po několikaleté zkušenosti bylo ustáleno na 10%. V současné době se v realitě nesnižuje ani nezvyšuje, má tuto stabilní hodnotu.

U mzdových nákladů procento činí 35%, což jsou odvody z mezd na sociální a zdravotní pojištění (dle zákona).

V závěru kalkulace je výsledná cena zaokrouhlena a násobena opět určitým koeficientem, který v sobě zahrnuje režijní náklady a zisk před zdaněním. Konečný výsledek definuje prodejní cenu.

(Kapitola 3: upraveno dle [10], [11])

## 4 Popis výrobků (zahrnuté v simulaci)

Tato část práce už bude zaměřena na popis konkrétních výrobků, které jsou již součástí praktické části. Tyto výrobky jsou zahrnuty v simulační studii, poněvadž se jedná o kombinaci nejvíce vyráběných výrobků s kombinací jednoho velmi složitého a zároveň v současné době vyráběného výrobku.

Výrobky nesou kódové označení (blíže o kódování výrobků v kapitole 3.1) 7042 0576 59, 7042 0503 45, 7061 1514 01, 7085 0936 01, 7085 1155 05. V tomto pořadí jsou pracovní výrobky také označovány jako výrobek číslo 1, 2, 3, 4 či 5.

Následující podkapitoly budou obsahovat základní informace o jednotlivých výrobcích. Zároveň jsou doplněny názornými obrázkovými přílohami v podobě síťových grafů, které symbolizují technologický postup výroby. V přílohách (přílohy-obrázek 4) je také umístěn kombinovaný síťový graf, který znázorňuje technologický postup výroby čtyř výrobků současně. Tímto grafem jsem chtěl zdůraznit technologické odlišnosti výroby jednotlivých výrobků.

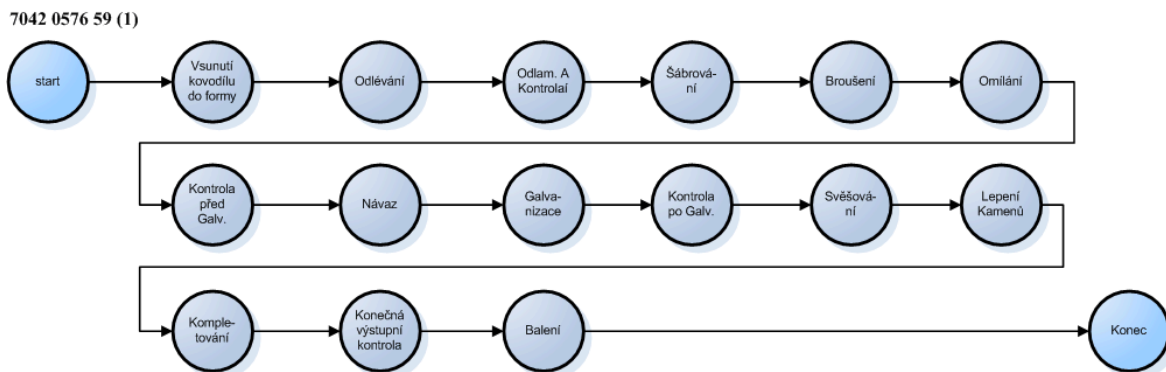
### 4.1 Výrobek číslo 7042 0576 59

Tak jak kód výrobku napovídá, jedná se o náušnici, která se skládá z jednoho typu odlitku ve dvou kusech s číselným označením 8042 0161 00. Základním materiálem pro tento výrobek je cínová slitina, do které je před odlitím vložen kovový díl - titanová puzeta. Po pokovení tohoto odlitku, jehož konečným povrchem je 0,1 $\mu$  24karátového zlata, se výrobek osadí skleněnými doplňky (šatony). Na závěr jsou nasazeny ušní krytky (v bižuterním slangu nazývané disky). (Cenová kalkulace: příloha-tabulka 8, 9)

**Obrázek 9:**  
Výrobek 7042 0576 59



**Obrázek 10:**  
Síťový graf – technologický postup výroby 7042 0576 59



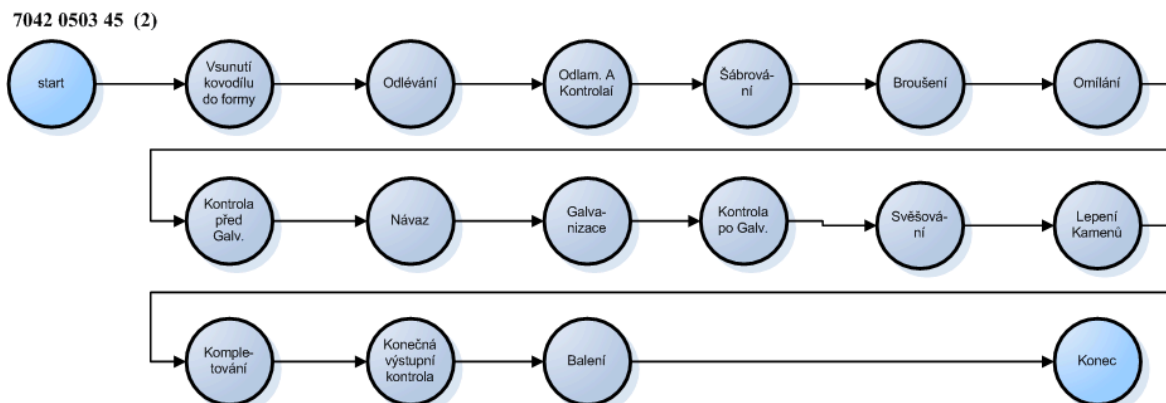
## 4.2 Výrobek číslo 7042 0503 45

Opět výrobek, který se vyrábí v páru, tedy náušnice. Skládá se z odlitku č. 8042 0202 00. Do výrobku je mimo jiné vložen sklodoplňěk (barevný šaton). Jde o obdobu výrobku č. 7042 0576 59 ve větší velikosti. (Cenová kalkulace: příloha-tabulka 10, 11)

**Obrázek 11:**  
Výrobek 7042 0503 45



**Obrázek 12:**  
Síťový graf – technologický postup výroby 7042 0503 45



### 4.3 Výrobek číslo 7061 1514 01

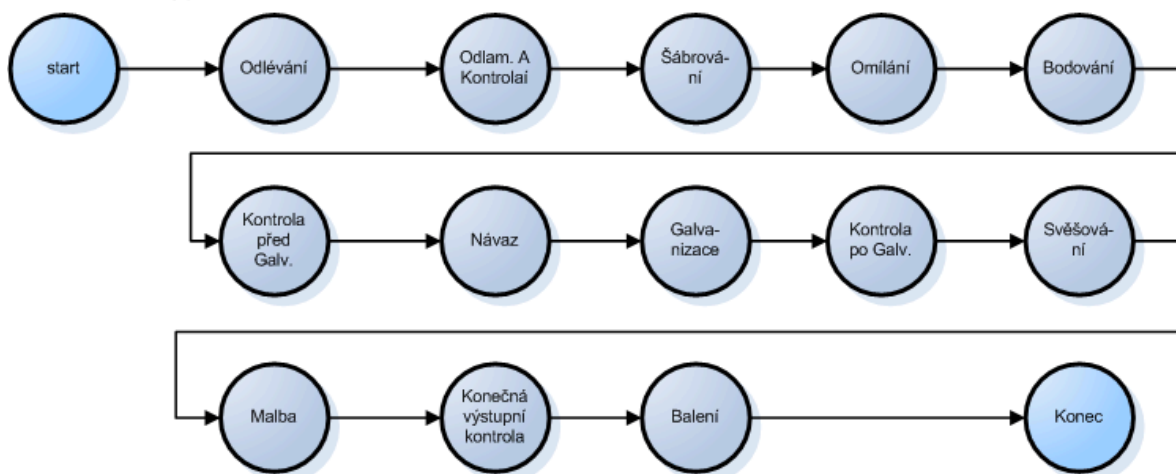
Tentokrát se jedná o výrobek typu brož ve tvaru stromu s ptáčky. I tento výrobek se skládá z jednoho odlitku č. 80861 1514 00. . Na tomto výrobku převládá větší podíl ruční práce a to hlavně v ručním malování a lepení skleněných doplňků. Zároveň je na odlitku letována mechanika, typická pro brož, dovážená z USA (vzhledem k dokonalému provedení, které umocňuje celkovou kvalitu výrobku). (Cenová kalkulace: příloha-tabulka 12, 13)

**Obrázek 13:**  
Výrobek 7061 1514 01



**Obrázek 14:**  
Síťový graf – technologický postup výroby 7061 1514 01

7061 1514 01 (3)



#### 4.4 Výrobek číslo 7085 0936 01

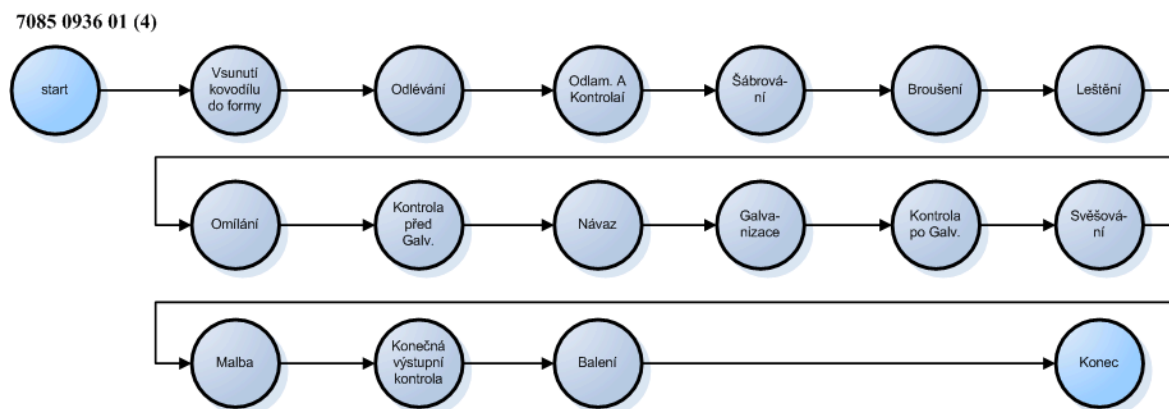
Výrobek dodávaný výhradně firmě ABS Liberec, s. r. o. pro Anglickou firmu AGA, která se zabývá výrobou kotlů na pevná a plynná paliva. Jedná se o malovaný štítek, který firma AGA připevňuje šrouby na kotle. Skládá se z jednoho odlitku č. 8085 0936 00.

Výrobek je vyroben ze zinkové slitiny ZAMAC dovážené z Itálie. Fixními vstupy jsou kovové díly nakupované, barvy a laky dovážené z USA. (Cenová kalkulace: příloha-tabulka 14, 15)

**Obrázek 15:**  
Výrobek 7085 0936 01



**Obrázek 16:**  
Síťový graf – technologický postup výroby 7085 0936 01



#### 4.5 Výrobek číslo 7085 1155 05

Výroba tohoto výrobku je technologicky velmi složitá. Je dodáván firmě Škoda auto muzeum. Jedná se o model auta, který se skládá ze sedmi odlitků (8085 1206 00, 8085 1207 00, 8085 1208 00, 8085 1209 00, 8085 1210 00, 8085 1211 00, 8085 1213 00). Fixními náklady jsou šatony, barvy a laky, lepidla.

Jelikož technologie výroby výrobku 7085 1155 05 je složitější než předchozí výrobky, technologický síťový graf je umístěn v přílohách. (Cenová kalkulace: příloha-tabulka 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23)

Firma přistoupila k výrobě tohoto výrobku, přestože si byla vědoma náročnosti výroby a zároveň kalkulačními propočty zjistila, že při této výrobě nedocílí požadovaného zisku. I přesto tento výrobek začala vyrábět a pojala ho z části jako reklamní záležitost. Z těchto důvodů byl výrobek zařazen do artiklů, které jsou předmětem diplomové práce.

**Obrázek 17:**  
Výrobek 7085 0936 01



(Kapitola 4: upraveno dle [10], [11])



## **5 Simulace výrobních systémů (Definice základních pojmů)**

Předchozí část textu byla určena pro seznámení s podnikem, jeho výrobou, technologickými postupy atd. Tato část práce již pojednává o teoretických znalostech v oblasti simulace výrobních systémů a budou zde vysvětleny základní pojmy s ní spojené.

### **5.1 Systém**

Slovo „systém“ je v dnešní době používáno v mnoha oborech a v mnoha významech. V simulaci a modelování se studuje nějaká věc, resp. možné varianty nějaké věci, přičemž slovo věc chápeme tak, jak jej chápou filosofové: je to nějaký objekt hmotného světa, a to buď objekt, který vskutku existuje, nebo o kterém uvažujeme, že by existovat mohl. Věc chápou filosofové v její úplné složitosti a chápou i to, že není v lidských silách celou věc racionálně, tj. rozumovými prostředky, pochopit a zvládnout. Proto zavádějí na zkoumaných věcech abstrakce, které zanedbávají některé aspekty těchto věcí.

Takovou abstrakci budeme v modelování a simulaci nazývat systémem a podle charakteru profese, která systém na věci „vidí“, „zavádí“ či „definuje“, dostává systém přívlastek (např. televizní přijímač je obvykle chápán jako elektronický systém, železniční síť jako dopravní systém, apod.)

Abstrakce může nebo nemusí zanedbat význam času. Systém, v němž se od významu času abstrahuje, se nazývá statickým systémem. Systém, jehož čas se zanedbává, se v modelování nazývá dynamickým systémem. Simulace se jinými než dynamickými systémy nezabývá.

Množina okamžiků, v nichž dynamický systém existuje, se nazývá časovou existencí tohoto systému. V praxi nemá význam mluvit o jiných druzích existence a termín časová existence systému je dlouhý, mluví se krátce o existenci systému. Dynamický systém je tedy v každém okamžiku své existence v jistém stavu.

V modelování a simulaci se chápe systém tak, že je složen z prvků. Známe-li jejich chování, můžeme snadněji porozumět tomu, co se děje v celém systému. Prvky systému, tedy prvky abstrakce na nějaké věci, mohou odpovídat komponentám, které na věci nějak poznáváme fyzicky.

V dynamickém systému se může počet jeho prvků během jeho existence měnit. Systém může růst a smršťovat se, avšak v technických a ekonomických aplikacích jde nejčastěji o to, že prvky mohou do systému „vstupovat“ a systém „opouštět“. Takové prvky se nazývají transakcemi. Ve skutečnosti takové prvky nevznikají, nýbrž přicházejí do systému z jeho „okolí“, a nezánikají, nýbrž systém opouští. Prvky, které jsou v dynamickém systému během celé jeho existence, se nazývají permanentními prvky nebo aktivitami.

Prvky systému mají své vlastnosti, které se odborně nazývají atributy. Atributy mohou mít podobu aritmetickou (reálnou), jejichž hodnoty nabývají aritmetických hodnot, reálných čísel. Dalším typem jsou booleovské atributy, jejichž hodnoty mohou být ano, ne. Textové atributy obsahují textové definice. Atributy tedy přiřazují prvkům nějaké hodnoty a ty se u prvků dynamického systému mohou v čase měnit.

Na první pohled je patrné, že stav dynamického systému v čase  $t$  by měl být dán prvky, které jsou v čase  $t$  v tomto systému přítomny, a hodnotami jejich atributů v tomto čase. Při bližším rozboru se však ukáže, že stav dynamického systému je ovlivněn i relacemi mezi jeho prvky. V praxi simulace a dalších oblastí modelování se však relace v tom smyslu, jak se jim rozumí v matematice a v operačním výzkumu, nezavádějí. Nahrazují se referenčními atributy, které přiřazují prvkům systému jiné prvky. Např. vztah „zakázka M je právě zpracovávána na stroji P“ se reprezentuje jako „hodnota referenčního atributu zpracovávána zakázka prvku P je rovna M“ nebo „hodnota referenčního atributu zpracovávající stroj prvku M je rovna P“. Atributy, které nejsou referenční, se nazývají standardní, protože přiřazují prvkům „standardní“ hodnoty (reálná čísla, booleovské hodnoty, texty). Změna hodnoty referenčního atributu znamená změnu konfigurace (struktury) dynamického systému. <sup>[4]</sup>

## **5.2 Model**

Slovo „model“ se používalo v běžné řeči nejdříve jako označení pro předlohu. V odborném jazyce doby před simulací a virtuální realitou zůstal z této praxe termín „funkční model“, za který byl považován první exemplář navrhovaného výrobku, který pracuje stejným způsobem jako by měl pracovat navrhovaný výrobek, navzdory tomu, že jiné vlastnosti výrobku (např. estetické) tento exemplář ještě nemá. V období před druhou světovou válkou se rozšířilo používání slova model i pro něco, co bylo nějakým způsobem zvláštní, neobvyklé či nákladné (model auta, model klobouku,...). <sup>([4], [5])</sup>

V modelování a simulaci je termín model použit pro analogii mezi dvěma systémy (mapa – model části země na papíře,..). Vztah obou systémů modelovaného a modelujícího je dán tím, že každému prvku **P** modelovaného systému je přiřazen prvek **Q** modelujícího systému. Každému atributu **g** prvku **P** je přiřazen atribut **h** prvku **Q** a pro hodnoty atributů **g** a **h** je dána nějaká relace. Její charakter není omezen, ale v případě, že **g** i **h** jsou aritmetické atributy, bývá touto relací úměrnost, tolerance (mapa zobrazuje jen přibližně), kombinace úměrnosti a tolerance (rozměry složek a částí jsou přibližně úměrné odpovídajícím rozměrům) apod. <sup>([4], [5])</sup>

Pokud je modelovaný i modelovací systém statický, jde o statický model. Pro simulaci jsou vhodné pouze tzv. simulační modely, které splňují následující požadavky:

1. Jejich modelující i modelované systémy jsou dynamickými systémy.
2. Existuje zobrazení  $\tau$  existence modelovaného systému do existence modelujícího systému, jestli je tedy  $t_1$  okamžik, ve kterém existuje modelovaný systém  $M_1$ , je mu přiřazen okamžik  $\tau(t_1) = t_2$ , ve kterém existuje modelující systém  $M_2$ , a tak je zobrazením  $\tau$  přiřazen i stavu  $S_1(t_1) = \sigma_1$  systému  $M_1$  stav  $S_2(t_2) = \sigma_2$  systému  $M_2$ .
3. Mezi stavy  $\sigma_1$  a  $\sigma_2$  jsou splněny požadavky na vztahy mezi prvky a jejich atributy, jako kdyby každému stavu  $\sigma_1$  modelovaného systému odpovídal stav  $\sigma_2$  modelujícího systému tak, že oba stavy jsou ve vztahu statického modelu.
4. Zobrazení  $\tau$  je neklesající; pokud nastane stav  $s$  modelovaného systému před stavem  $s^*$  toho samého systému, pak stav, který odpovídá v modelujícím systému stavu  $s$  nastane před stavem, který odpovídá stavu  $s^*$ , nebo mohou oba stavy nastat v modelujícím systému současně. Nikdy však nemůže být časové pořadí stavů v modelovaném systému a jím odpovídajících stavů v modelujícím systému přehozené.

Z uvedených skutečností vyplývá, že model je složitá struktura, která váže dva systémy, jejich prvky a atributy a v případě simulačních modelů i existence obou systémů. V praxi se ustálilo, že pod pojmem model se rozumí modelující systém, ale toto nevystihuje, že model není pouze systém, ale je také obrazem „něčeho“ a to „něco“ zobrazuje „nějakým způsobem“. Místo termínu „modelovaný systém“ se používá termín

originál. V případě, že jde o simulační model je vhodnější hovořit o simulovaném systému a simulačním modelu (simulátoru) než o modelovaném a modelujícím systému. <sup>([4],[5])</sup>

### **5.3 Modelování**

Podstatou modelování ve smyslu výzkumné techniky je náhrada zkoumaného systému jeho modelem. Cílem je získat pomocí pokusů s modelem informaci o původním zkoumaném systému.

V tomto významu platí, že se vytvoří model, ve kterém modelovaným systémem je zkoumaný systém, ale navzdory tomu se bude experimentovat s modelujícím systémem, přičemž cílem bude dozvědět se něco o modelovaném systému. Pokud by bylo cílem pouhé vytvoření modelu, či modelujícího systému, šlo by o modelování jako „zábavu“ a ne o modelování ve smyslu výzkumné techniky. V případě, že by cílem bylo nahrazení modelovaného systému modelujícím systémem v reálném životě, šlo by o modelování ve smyslu vytváření protězy a pokud by cílem experimentování bylo dozvědět se něco o modelujícím systému bez vztahu k systému modelovanému, model by úplně vypadl „ze hry“ a šlo by pouze o přímé experimentování s modelujícím systémem.

Modelování není ale omezeno pouze na aplikaci výpočtové techniky, i když v současnosti se stále více uplatňuje ve funkci modelujícího systému výpočet na číslicovém počítači. Modelující systém může být abstraktní matematická struktura (vzorec,..), fyzikální analogie (Bohrův model atomu, ...) apod. <sup>([4],[5])</sup>

### **5.4 Simulace**

V obecné řeči znamená slovo simulace předstírání nemoci, bezvědomí, duševní poruchy, práce,... V oblastech aplikujících výpočetní techniku je simulace chápána jako modelování ve smyslu výzkumné techniky, přičemž použitý model je simulační.

Simulace je výzkumná technika, jejíž podstatou je náhrada zkoumaného dynamického systému jeho simulátorem s tím, že se simulátorem experimentuje s cílem získat informace o původním zkoumaném dynamickém systému.

Pokud je simulátor realizován jako výpočet na číslicovém počítači, může se složkou stát i experimentování se simulátorem, kterého cílem je získat informace o samotném simulátoru a ne o simulovaném systému. Tento postup je používán při ověřování

správnosti (verifikaci) modelu, kdy se zjišťují případné programátorské chyby či použití správných numerických metod. <sup>([4], [5])</sup>

## 5.5 Simulace na počítačích

V minulosti byl simulátor realizován na speciálních zařízeních, podle kterých dostala simulace přívlastek (elektromechanická, mechanická, odporová, galvanická, analogová, hybridní,...). V současnosti jsou všechny typy simulace prováděny na číslicových počítačích. Jedná se tedy o simulaci číslicovou, přičemž přívlastek „číslcová“ se obvykle vynechává a místo něj se používá jiný, který souvisí s charakterem simulovaného systému. Podle použitého přívlastku může být simulace spojitá, diskrétní nebo kombinovaná diskrétně-spojité.

### Charakter simulovaného systému

- modely se spojitými změnami stavu (**spojité modely**) – hodnoty jeho atributu se mění v čase,
- modely s diskrétními změnami stavu (**diskrétní modely**) – změny v čase v něm nejsou spojitě,
- modely **kombinované (diskrétní – spojitě)** – v případě, že model má vlastnosti typické pro oba předchozí modely.

### Podle charakteru procesu se modely dělí na:

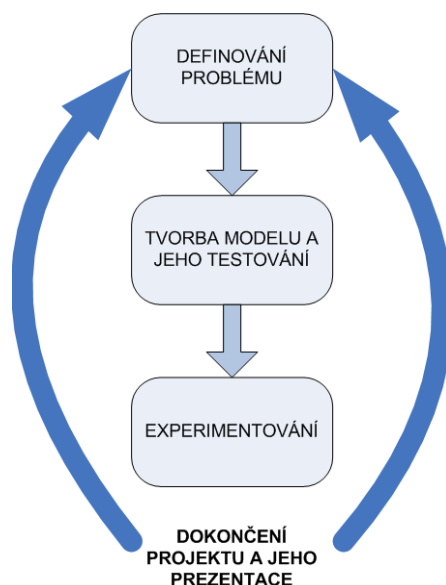
- **deterministické** – v modelu nejsou zahrnuty náhodné veličiny. Modely se vyznačují jednoznačně určenými příčinami a jejich následky. (Hodnoty výstupních veličin jsou jednoznačně určeny průběhem veličin vstupních.)
- **stochastické** – zkoumaný problém nebo metoda řešení mají náhodný charakter
- **deterministicko - stochastické (kombinované)** – modely, které obsahují oba předchozí typy procesů

Přívlastek odráží to, jak je definován systém, ne to, co se děje v simulátoru. Při simulaci spojitého systému na číslicovém počítači jde o spojitou simulaci navzdory tomu, že v „počítači“ existuje jakýsi dynamický systém, který vzniká na základě použité numerické metody – diskretizací modelovaného spojitého systému. <sup>([4], [5])</sup>

## 6 Základní fáze simulace

Celý simulační projekt je možno rozdělit do čtyř stěžejních částí jak je naznačeno na obrázku č. 18. Uvedené souhrnné schéma struktury tvorby simulačního modelu je jedním z mnoha schémat a je jakýmsi souhrnem všech možných modifikací. Na tomto obrázku jsou znázorněny čtyři základní fáze simulačního projektu. Šipkami je naznačen směr postupu při vypracování jednotlivých hlavních částí a postranními šipkami je naznačen iterační směr. Simulační studie musí vždy začínat poznáním systému a definicí problému a následně pokračovat daným směrem. Každá majoritní sekce se dále dělí na dílčí prvky.

**Obrázek 18:**  
Fáze simulačního projektu



V přílohách na obrázku č 5. je znázorněn vývojový diagram simulačního projektu a jeho jednotlivé části budou popsány v následujících kapitolách. <sup>[4]</sup>

## **6.1 Formulace problému**

Na začátku každého projektu, resp. při jeho zadávání jsou formulovány základní problémy, o nichž si zákazník myslí, že pro jejich řešení je vhodné nasadit výzkumnou metodu simulace. Jakmile řešitel pochopí podstatu zákaznických problémů, musí si nejprve odpovědět na otázku, zda je pro jejich řešení metoda simulace vhodná a zda je schopen ji vzhledem k povaze problému úspěšně aplikovat. Jestliže je odpověď na uvedenou otázku kladná, potom je nutné si na reálném objektu, k němuž zákazník své problémy vztahuje, po provedené analýze vymezit objekt zkoumání, na který bude během celého projektu soustředěna pozornost. <sup>(částečně upraveno dle [2])</sup>

## **6.2 Stanovení cílů a plánu projektu**

Dalším úkolem na začátku projektu je stanovení konkrétních cílů a časového plánu projektu. Cíle projektu vlastně navozují otázky, které mají být během projektu zodpovězeny. Následně je na objekt zkoumání uplatněna abstrakce, tedy je na něm vymezen zkoumaný/simulovaný systém (originál), který zohledňuje ty prvky objektu zkoumání (spolu s jejich vazbami) a ty jejich vlastnosti, které jsou důležité pro řešení problémů projektu v souladu s cílem. <sup>[2]</sup>

## **6.3 Koncepce simulačního modelu**

V této fázi je zvolena vhodná koncepce pro tvorbu simulačního modelu tzn. je vybrána metodika tvorby spojená s některou s architektur simulačního modelu (událostní, procesovou, agentovou apod.). V závislosti od zvolené koncepce je možné v jistém (neimplementačním) formalismu vytvořit též konceptuální model, který specifikuje základní funkční a řídicí části budoucího simulačního modelu zatím bez nutnosti definovat jejich detaily. Je nutné, aby do fáze přípravy a tvorby modelu byl též zahrnut zákazník. S volbou uvedené koncepce je obvykle spojen i výběr vhodného implementačního prostředí, resp. simulačního jazyka, v němž bude simulační model později realizován. <sup>[2]</sup>

## **6.4 Sběr a analýza dat**

Paralelně s 3. fází (kapitola 6.3) probíhá sběr a analýza dat potřebných pro simulační model, přičemž jejich charakter může být různý. Sbírají se například data popisující vlastnosti jednotlivých prvků originálu, data popisující povahu procesů (deterministické

nebo stochastické), data o pravidlech technologických postupů, dále historická data o vstupech prvků z okolí do systému (na nich může být následně provedena statistická analýza, jež bude podkladem pro parametrizaci generátorů vstupujících prvků), data o rozhodovacích pravidlech pro řešení konfliktů v systému apod. Řešitel projektu by se měl snažit, aby potřebná data sesbíral sám zákazník a dodal je v požadovaném elektronickém formátu (např. s využitím údajů z informačních systémů).<sup>[2]</sup>

## 6.5 Tvorba simulačního modelu

Po ukončení výše zmíněných fází se přistupuje k samotné tvorbě, tedy implementaci simulačního modelu, která je spojena zejména s navrhováním a implementací vhodných datových struktur, v nichž budou uchovávány prvky simulačního modelu a dále s implementací jak řídicích, tak výkonných komponentů simulátoru. Jak již bylo zmíněno výše, je nutné si vybrat vhodné implementační prostředí, resp. programovací jazyk, který konstruktérovi dovolí budovat model, vzhledem k jeho charakteru, existujícími adekvátními prostředky. Například pro tvorbu modelů, které zahrnují takovou třídu úkolů, pro něž již existují specializované simulační nástroje (zaměřené například na simulaci počítačových sítí, výrobních systémů, elektronických obvodů apod.) je vhodné tyto nástroje použít a naimplementovat takové simulační modely v obecnějších simulačních nebo dokonce obecných vyšších programovacích jazycích. Volba adekvátního realizačního prostředku vždy závisí na zkušenostech a schopnostech řešitelského týmu.<sup>[2]</sup>

## 6.6 Verifikace modelu

Jakmile je implementace simulačního modelu dokončena, je nutné ověřit správnost simulačního programu, resp. model verifikovat. Model je považován za správný, resp. verifikovaný, jestliže průběh simulačního výpočtu odpovídá aktuální představě vyjádřené v konceptuálním modelu neboli je funkčně správný. V procesu verifikace se uplatňují různé metody a přístupy, které umožňují testování funkční správnosti simulátoru, resp. jeho jednotlivých částí/komponentů (testuje se např. korektnost interakce procesů, dodržování vztahů kauzality, korektnost generátorů vstupů apod.).<sup>[2]</sup>

## 6.7 Validace modelu

Po úspěšném završení verifikace je dále potřebné otestovat pravdivost neboli provést validaci simulačního modelu. V této fázi se vlastně zjišťuje, zda simulátor odráží objekt zkoumání na takové úrovni přesnosti, která se od něj očekává a která byla zadána v cílech



projektu. Jinými slovy, zda simulátor představuje takovou substituci reality, která je způsobilá k experimentování.

Validaci lze provádět pomocí různých metodik:

- **metoda srovnávání s realitou** porovnává chování simulátoru s chováním (reálného) objektu zkoumání pomocí statistických metod,
- **metoda srovnávání s jiným modelem** na rozdíl od metody předešlé provádí srovnávání s jiným (matematickým) modelem,
- **empirická metoda** je založená na studiu vnějšího chování simulátoru nezávislým odborníkem – expertem z příslušné oblasti, který posuzuje, zda je toto chování dostatečně realistické.

První metoda může využívat pro srovnávání historická data (např. statisticky zpracovaná) spojená s objektem zkoumání, která jsou aplikována v jednotlivých simulačních pokusech. Metoda druhá a třetí je aplikována zejména v případech, kdy vůči simulátoru neexistuje originál (je projektovaný nebo jen myšlený), a tudíž srovnání s realitou nelze provést.

Nedostatky odhalené při validaci mohou být spojeny až s přehodnocením konceptuálního modelu a s potřebou nových typů dat. V tom případě je nutné modifikovat i samotný simulátor a opět ověřit jeho správnost a pravdivost.

Fáze verifikace a validace se v praxi mnohdy prolínají a není možné je od sebe striktně oddělovat. Další významnou skutečností je fakt, že v simulačním projektu je velmi důležité přesvědčit zákazníka, že simulátor představuje po ukončené validaci důvěryhodnou substituci reality, neboli že simulátor je kredibilní. <sup>[2]</sup>

## 6.8 Plán simulačních experimentů

Kapitola 6.1 až 6.7 by se dala shrnout jako první etapa projektu. Od této doby začíná druhá etapa, ve které je nutné sestavit plán simulačních experimentů, jejichž postupné provádění povede k dosažení cílů projektu. Samozřejmě není možné očekávat sestavení fixního detailního plánu, kterého je nutno se striktně držet. Postupně aktuálně získávané výsledky jednotlivých experimentů mohou celý plán, jakož i scénáře jednotlivých experimentů korigovat. (částečně upraveno dle [2])

## **6.9 Vykonání a analýza simulačních běhů**

Po sestavení plánu experimentů začíná proces vykonávání samotných simulačních experimentů. Výsledky jednotlivých experimentů jsou statisticky zpracovány, analyzovány a je přijato rozhodnutí o scénářích dalších experimentů.

Jestliže byly provedeny experimenty, jejichž rámec byl vymezen v původním plánu a vyvstaly nové problémy, resp. potřeba realizace další série experimentů, je nutné se vrátit a sestavit další plán experimentů a ty opět provést.

Tento iterační proces má za cíl najít dobré (v ideálním případě optimální) řešení problémů, které jsou během projektu zkoumány.

## **6.10 Závěrečná zpráva a dokumentace**

Po ukončení experimentování se simulátorem vyvstává úkol vypracovat závěrečnou zprávu, která vyhodnotí celý projekt (na základě doložených podkladů o vyhodnocení provedených experimentů), vyjádří se k dosažení cílů projektu a předloží doporučení řešení problémů spojených s objektem zkoumání

## 7 Počítačová simulace v programu Arena

Nyní se dostáváme již k hlavnímu tématu této práce. Jedná se o simulaci výroby v daném podniku. Tak jak bylo naznačeno v předchozí kapitole, i tento problém prošel všemi fázemi, které nyní budou prakticky osvětleny.

### 7.1 Základní fáze simulace v praxi

Tato část kapitoly bude popisovat jednotlivé základní fáze simulace, které byly vysvětleny v předchozí kapitole, ovšem nyní z pohledu praxe.

#### 7.1.1 Formulace problému

V podniku Bohemian Jewelry s. r. o., byly definovány hned dva problémy k řešení.

První problém, který by firma ráda objasnila, je ověření správnosti stanovených cen, které jsou dle kalkulací pro jednotlivé výrobky vypočteny. Ceny jsou definovány dle expertních odhadů a firmu zajímá, zda tyto odhady odpovídají skutečnosti. Případně, zda mají určité rezervy či naopak.

Druhý problém: ověřit, zda by se přidáním zaměstnance na konkrétní pracoviště, kde výroba častokrát „vázne“, výrobu urychlilo a náklady by byly pokryty natolik, že by se tento zaměstnanec vyplatil.

#### 7.1.2 Stanovení cílů a plánu projektu

Cíle byly definovány již v podobě problémů v předchozí kapitole. Zde bychom specifikovali oblast, které se to bude týkat. Výrobní firma má obrovské množství vyráběných artiklů (cca 40 tisíc) a pro náš případ simulace by tento problém byl nerealizovatelný. Rozhodli jsme se tedy, že se zaměříme na ty nejvíce vyráběné, tím pádem nejfrekventovanější výrobky. Vytvořili jsme soubor pěti výrobků, jejichž výroba se opakuje velmi často, přičemž 4 z nich jsou „denním chlebem“ firmy a pátý je specifický, ovšem velmi náročný a v současné době vyráběný. Tento výrobek byl záměrně vybrán z toho důvodu, jelikož jeho výroba je velmi časově náročná a komplikovaná.

Plán projektu z pohledu času byl stanoven na dobu dokončení diplomové práce.

### 7.1.3 Koncepce simulačního modelu

Abych se mohl pustit do samotného modelování a analyzování, bylo zapotřebí pochopit a definovat všechny procesy, které se ve výrobě vyskytují. Tato část byla pro mne velmi významnou a důležitou a nyní již mohu posoudit, že není radno ji podcenit. Než-li se ukončí tato fáze simulačního projektu, je zapotřebí se k vytvářenému modelu několikrát vrátit a podívat se na něj z několika úhlů pohledu. Vždy se může najít určité specifikum, které nemůžeme opomenout.

Vytvořený model, který definuje obecnou výrobní technologii, a který sloužil pro vytvoření samotného simulačního modelu, naleznete v přílohách: příloha-obrázek:6.

### 7.1.4 Sběr a analýza dat

V průběhu koncepce simulačního modelu bylo zjištěno, že nemohu získat žádná historická data pro simulační model, kromě objemu výroby, deterministického vyjádření časů pro jednotlivé operace z kalkulací a ostatních časů dle expertních odhadů.

Dohoda tedy zněla na výrobu daných výrobků dle reálného případu v konkrétním množství (viz. tabulka 2).

**Tabulka 2:**  
Objem plánované výroby

Císlo výrobku	Ks	Pár
7042057659	2300	1150
7042050345	1800	900
7061151401	1200	-
7085093601	500	-
7085115505	160	-

Pro určení statistického rozdělení jednotlivých procesů, byly vytipovány 2 kritické výrobní procesy u nichž může docházet k výraznějším časovým rozdílům než u ostatních procesů. U těchto dvou procesů bylo provedeno měření na jehož základě jsem vyslovil hypotézu o statistickém rozdělení, které jsem ověřil Kolmogorov-Smirnovovým testem. (viz. příloha-tabulka 5).

Vytipované procesy jsou odlévání a vrtání. Při odlévání se měřil čas odlití jedné odlévací formy, přičemž v simulačním modelu se jedná celkem o 6 licích forem. Proces vrtání je prováděn pouze u pátého výrobku a to konkrétně jen u třech jeho odlitků. Měřením vzešel soubor dat, které bylo zapotřebí analyzovat a pokusit se určit statistické rozdělení. (viz. příloha – tabulka 2)

Pomocí Sturgessova pravidla jsem určil počet tříd ( $k \approx 1 + 3,3 * \log n$ ). U všech typů odlévání byl stanoven počet na 5 tříd, u vrtání 6. Z každého souboru bylo vybráno minimum a maximum a na základě těchto informací byly definovány jednotlivé třídy na jejichž základě byl sestaven histogram. (viz. přílohy: příloha-tabulka 3, 4)

Dle vzhledu histogramu jsem vyslovil nulovou hypotézu o jaké rozdělení by se mohlo jednat. Předpokládané a tím pádem testované pravděpodobnosti rozdělení byla:

▪ **Rovnoměrné rozdělení**

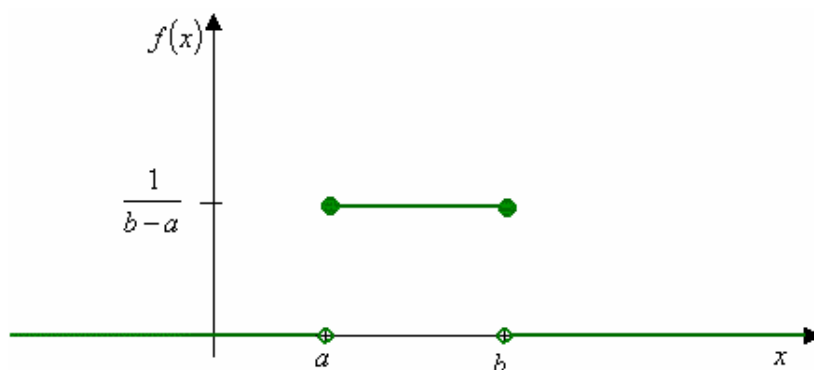
Náhodná veličina  $X$  má rovnoměrné rozdělení pravděpodobnosti, má-li hustotu pravděpodobnosti:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & \text{pro } a \leq x \leq b, \\ 0 & \text{jinde.} \end{cases}$$

Hodnoty takové náhodné veličiny jsou čísla z intervalu  $\langle a, b \rangle$ . Protože je její hustota na celém intervalu konstantní (je rovnoměrně rozdělena), závisí pravděpodobnost  $P(c < x < d)$  pro  $(c, d) \subset (a, b)$  pouze na délce intervalu  $(c, d)$ . Střední hodnota a rozptyl takové náhodné veličiny jsou:

$$E(X) = \frac{a+b}{2}, \quad D(X) = \frac{1}{12}(b-a)^2.$$

**Graf 1:**  
Hustota pravděpodobnosti – rovnoměrné rozdělení



▪ **Logaritmicko-normální**

Tento typ rozdělení byl zvolen z následujícího důvodu. Jedná se o časy, které mají určité omezení zezdola. Tzn. žádný čas operace nebude nikdy naměřen pod určitou hladinou (např. 0.01)

Náhodná veličina  $X$  má rozdělení logaritmicko-normální s parametry  $\mu$  a  $\sigma^2$  (označujeme je  $LN(\mu, \sigma^2)$ ), když má hustotu pravděpodobnosti:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \cdot \frac{1}{x} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)^2} & \text{pro } x > 0 \\ 0 & \text{jinde.} \end{cases}$$

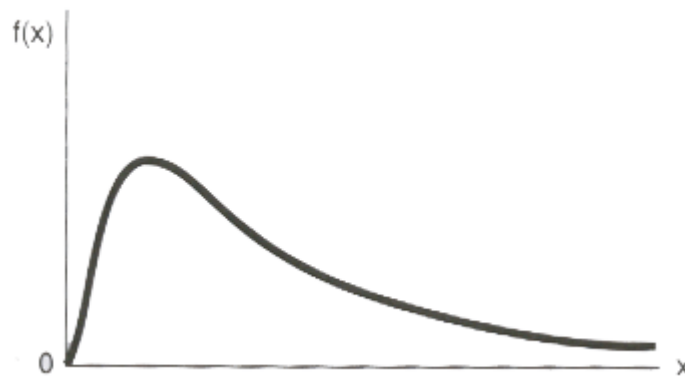
Má-li náhodná veličina  $X$  rozdělení  $LN(\mu, \sigma^2)$ , má potom náhodná veličina  $Y = \ln X$  rozdělení  $N(\mu, \sigma^2)$ . Obráceně, má-li veličina  $Y$  rozdělení  $N(\mu, \sigma^2)$ , veličina  $X = e^Y$  má rozdělení  $LN(\mu, \sigma^2)$ .

Náhodná veličina má střední hodnotu a rozptyl:

$$E(X) = \mu, \quad D(X) = \sigma^2.$$

Graf hustoty pravděpodobnosti je obdobné jako u normálního rozdělení.

**Graf 2:**  
Hustota pravděpodobnosti – logaritmicko-normální rozdělení



### ▪ Exponenciální

Náhodná veličina  $X$  má exponenciální rozdělení pravděpodobnosti s parametry  $A$  a  $\delta$  (označuje se  $E(A, \delta)$ ), má-li její hustota tvar

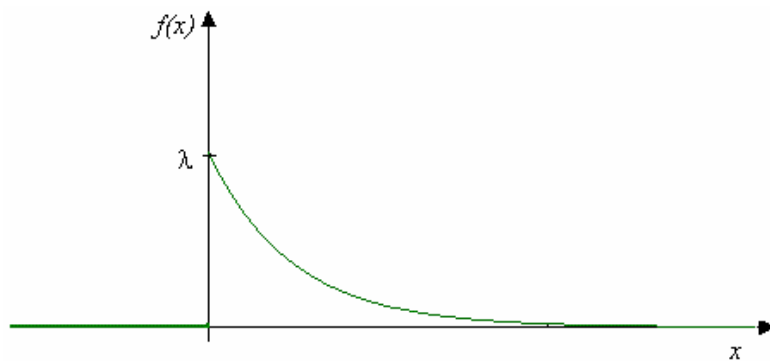
$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\delta} e^{-\frac{x-A}{\delta}} & \text{pro } x > A \\ 0 & \text{pro } x \leq A, \end{cases}$$

kde  $\delta > 0$ ,  $A \in \mathbb{R}$ .

Střední hodnota:  $E(X) = A + \delta$

Rozptyl:  $D(X) = \delta^2$

**Graf 3:**  
Hustota pravděpodobnosti – exponenciální rozdělení



### Kolmogorov-Smirnovův test dobré shody

Používá k testování hypotézy o tvaru rozdělení zkoumané náhodné veličiny  $X$  přímo jednotlivé její naměřené hodnoty  $x_1, \dots, x_n$ . Tento test je možné použít i v případě malých náhodných výběrů. Jelikož soubor naměřených hodnot je velmi malý, rozhodl jsem se tedy právě pro tento typ testování hypotéz.

Testovacím kritériem je maximální rozdíl empirické a teoretické distribuční funkce. Hypotéza na hladině významnosti 0,05 je zamítnuta, přesáhne-li tento rozdíl kritickou hodnotu (KH), která byla dohledána v tabulkách kritických hodnot pro Kolmogor-Smirnovův test. (částečně dle [2], [6], [9])

Testoval jsem tedy 3 hypotézy pro každou operaci. (viz. přílohy: příloha-tabulka 5)

Z výsledků testů vyplývá, že pro simulaci dob trvání výrobních operací, je ve všech případech nejvhodnější použít logaritmicke-normální rozdělení. Parametry použité

pro formulaci testovaných hypotéz tedy budou vstupovat do simulačního modelu, který tímto bude obohacen o stochastickou část a vznikne tím kombinovaný model (deterministo-stochastický).

Dalším klíčovým podkladem pro vytváření modelu mi byly výše zmíněné kalkulace. Z těchto kalkulací jsem získal veškeré potřebné informace o jednotlivých výrobních postupech každého z výrobků. Zároveň tyto kalkulace byly podkladem pro validaci modelu. V okamžiku, kdy byl model kompletní a kompletně deterministický, byly výsledné vypočítané ceny v simulačním modelu porovnány s kalkulací jako takovou. (viz. příloha-tabulka 6)

### 7.1.5 Tvorba simulačního modelu

Pro samotnou tvorbu simulačního modelu jsem se rozhodl pro softwarový produkt, kterým Univerzita Pardubice disponuje. Konkrétně se jedná o produkt od firmy Rockwell Software nesoucí název Arena 9.0. Tento software je velmi flexibilní a lze ho použít pro různorodé simulační studie. V mém případě se jedná o simulaci výroby, kterou je tento produkt schopen bravurním způsobem zpracovat.

Samozřejmě v průběhu tvorby modelu jsem narazil i na skutečnosti, které nešly řešit předdefinovanými vlastnostmi tohoto softwarového produktu. Tím pádem jsem musel vytvářet určité submodely a subprocessy, které tyto problémy musely „obejít“ a na základě složení několika primárních procesů jsem tak tvořil logiku, která jiným způsobem řešit nešla. K samotnému popisu modelu se dostaneme v kapitole č 7.2 a detailní implementační dokumentaci v přílohové sekci.

### 7.1.6 Verifikace a validace modelu

Verifikace modelu byla provedena ověřením správnosti, resp. funkčnosti tak, aby simulátor pracoval dle jednotlivých výrobních technologií a zároveň splňoval obecnost definovanou výrobním modelem (viz. přílohy-obrázek 6)

Validace modelu byla provedena na základě empirické metody jednatelem firmy. K posouzení vzal v úvahu dva klíčové parametry. Jedním z nich byly ceny jednotlivých výrobků vypočítané simulátorem v kompletně deterministickém složení. (viz. příloha-tabulka 6). Druhý parametr byl celkový čas strávený kompletní výrobou naplánovaného objemu výroby.

Další parametry ověřující validitu modelu byly fronty v jednotlivých procesech, časy ve frontách.



### 7.1.7 Plán simulačních experimentů

Plán simulačních experimentů jsem v tomto případě vynechal. Bylo prováděno několik replikací v módu bez animace. V tomto módu jedna replikace trvá cca 30 sekund.

### 7.1.8 Vykonání a analýza simulačních běhů

Analýzu simulačních běhů jsem prováděl v excelovském souboru, do kterého jsem exportoval statistická data z reportu vytvořeného Arenou. Tyto data jsem vytřídil, ucelil a zpracoval. Na jejich základě se rozhodoval o „slabých“ místech výrobního procesu. (viz. kapitola 8)

### 7.1.9 Závěrečná zpráva a dokumentace

Závěrečnou zprávou a dokumentací tohoto projektu je samotná diplomová práce. Úzce svázané kapitoly s touto jsou: kapitola 7.2, 8 a implementační dokumentace v přílohách.

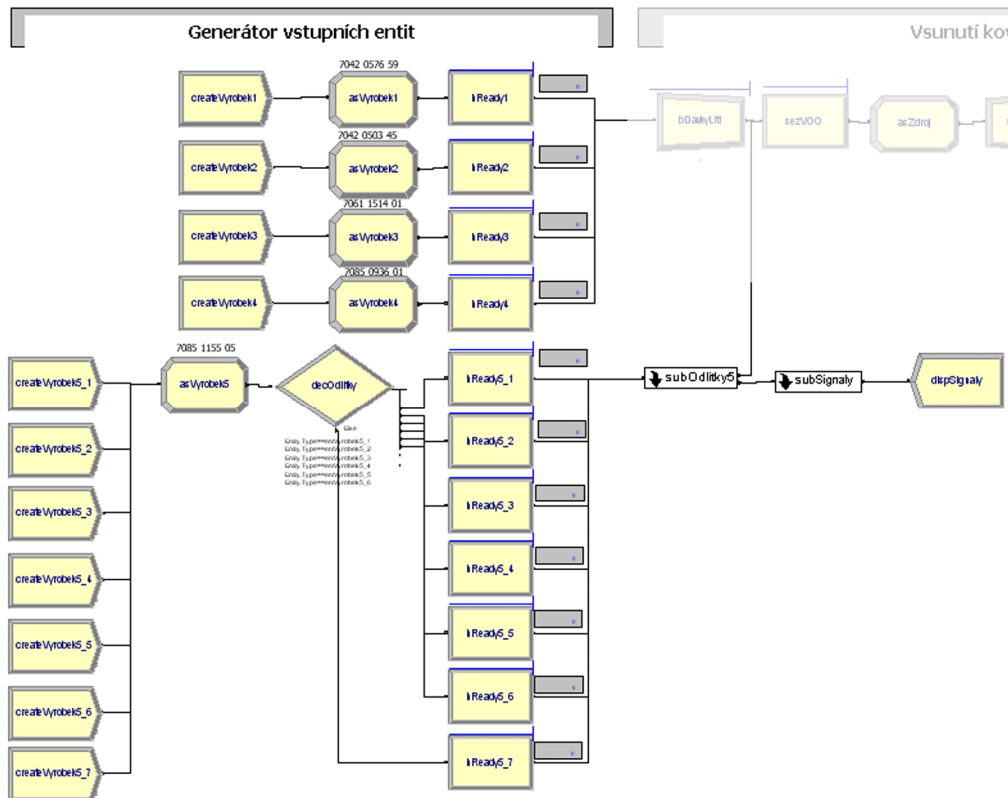
## 7.2 Obecný popis modelu

Původní simulační model, který vznikl na základě modelu výrobního systému, se zdál poněkud jednoduchý. Ovšem časem stráveným na tvorbě simulačního modelu jsem objevoval další souvislosti a problémy, které bylo nutné řešit. Z původního modelu určený pro jeden výrobek (viz. příloha-obrázek 7) vznikl „gigant“, který je v této kapitole popsán pouze obecně. Naleznete zde spíše obecný popis výroby s vyobrazením části modelu, který se danou problematikou výroby zabývá. Podrobný popis zahrnující veškerou logiku, proměnné, vzorce, výpočty nákladů apod. je umístěn v přílohách v tzv. implementační dokumentaci.

### 7.2.1 Generátor vstupních entit

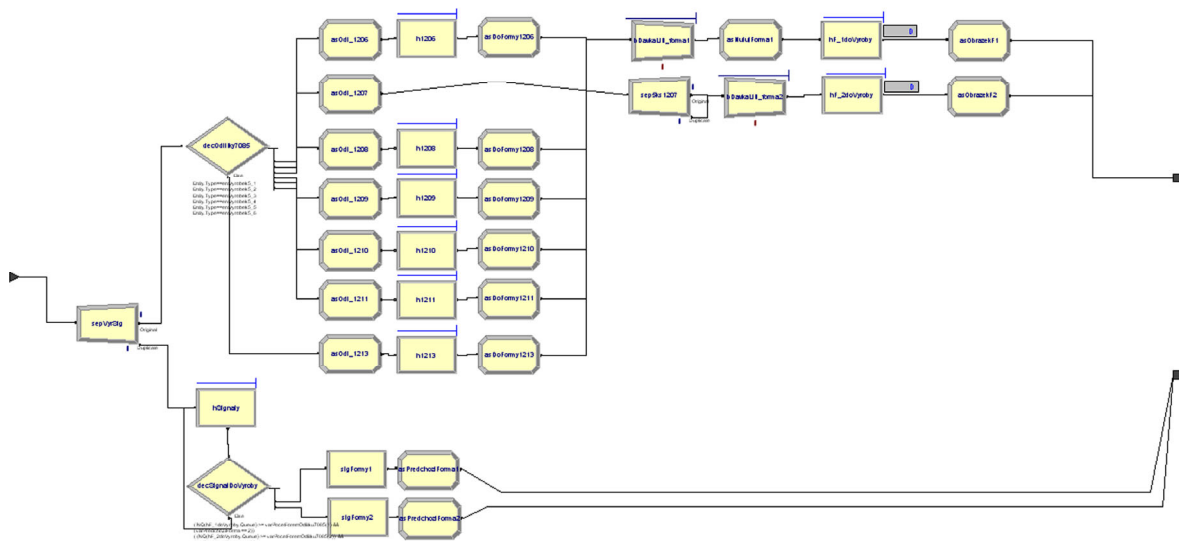
Princip generování vstupních entit je založen na základě výrobních zvyklostí. Vycházel jsem z předpokladu, že postup výroby je přesně definován a musel jsem tedy tuto logiku respektovat. Generátor vstupních entit vytváří jednotlivé entity, které symbolizují výrobky, respektive odlitky. Dle definované logiky je vpouští do výrobního procesu a zároveň jim nastavuje specifické atributy, které jsou pro samotný chod simulačního modelu nezbytné.

**Obrázek 19:**  
Generátor vstupních entit

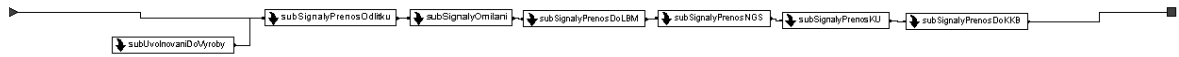


S touto částí modelu je úzce spojen tzv. submodel, ve kterém je zpracována samotná logika vpouštění výrobků do výroby. Pro pátý výrobek je zde umístěn ještě jeden submodel (subOdlitky5), který definuje vlastnosti a vytváří potřebné dávky pro pátý výrobek a zároveň vypouští jednotlivé skupiny entit do výroby.

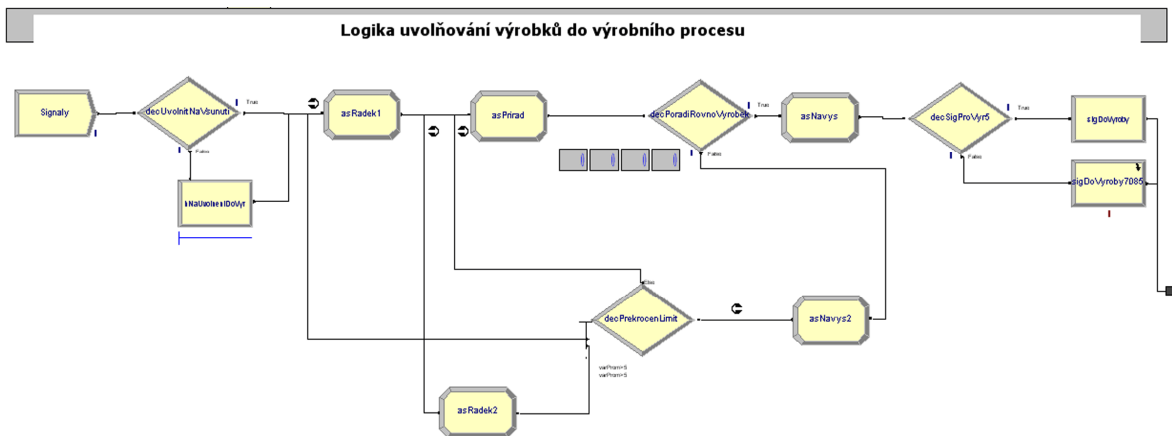
**Obrázek 20:**  
Submodel subOdlitky5



**Obrázek 21:**  
Submodel subSignaly

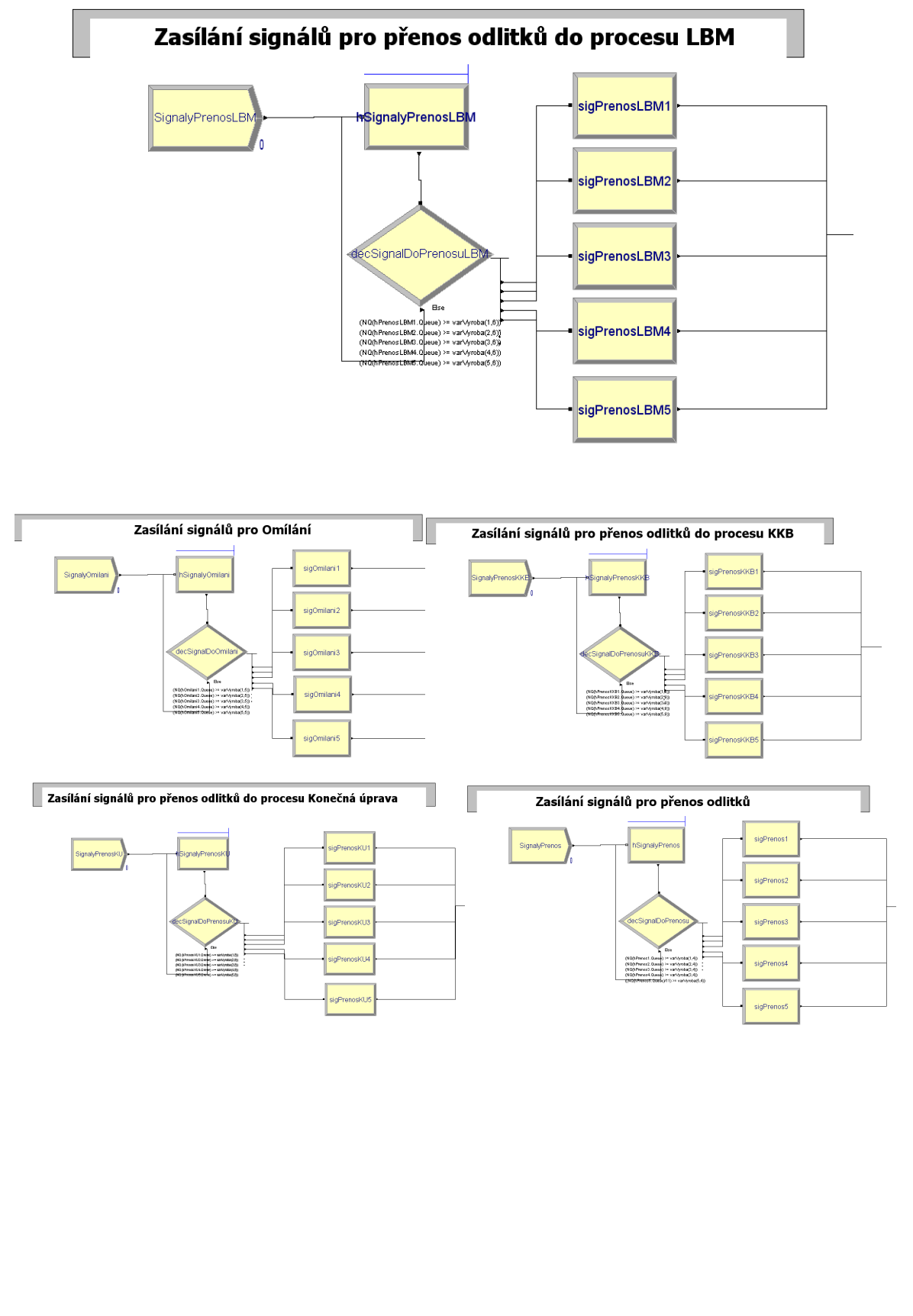


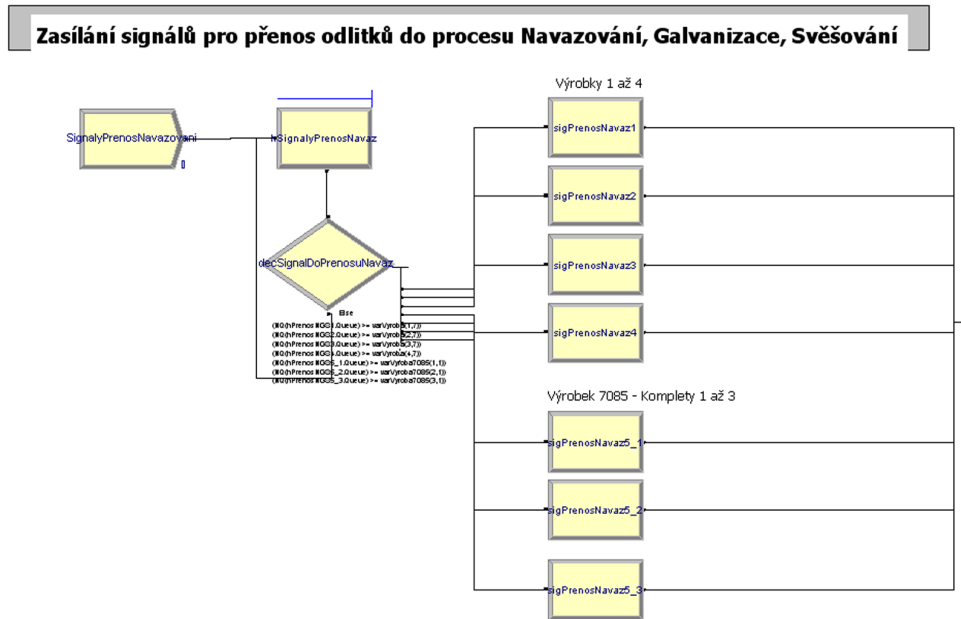
**Obrázek 22:**  
Submodel subUvolnovaniDoVyroby



Dalšími submodely umístěné v této části spravují signály, jež jsou zasílány do simulačního modelu v průběhu simulace na základě definovaných skutečností. Jedná se o to, že v určité fázi výroby jsou výrobky seskupovány do plat. V okamžiku, kdy na daném místě je vyrobeno již určité množství výrobků, jsou tyto výrobky přenášeny do dalších procesů výroby. Tyto okamžiky jsou sledovány právě těmito submodely a to právě tehdy, když na daném místě je již nakupeno určité množství, jsou těmito submodely zasílány signály do systému. Tím se daná seskupená fronta uvolní a výrobky jsou přeneseny dál.

**Obrázek 23:**  
Šest submodelů pro signály



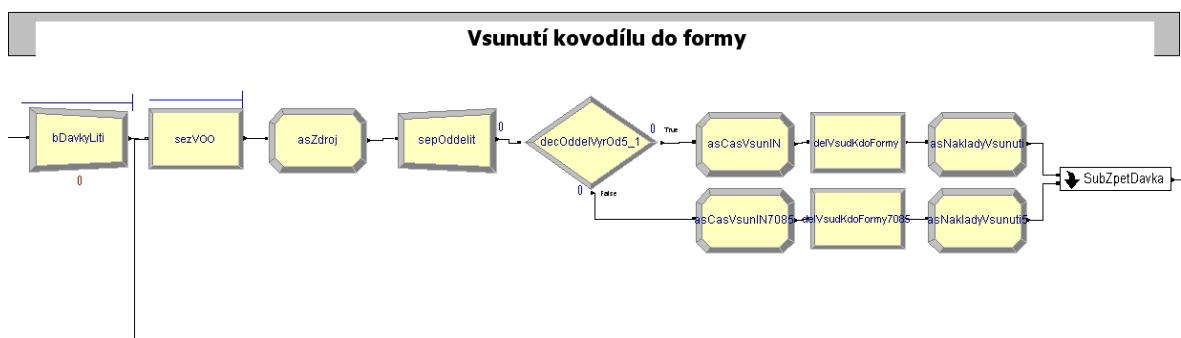


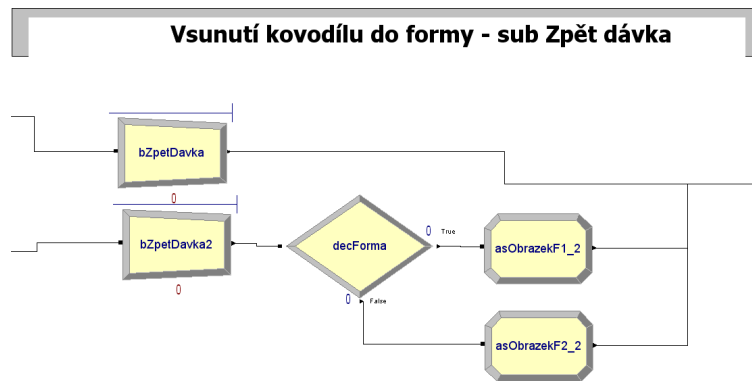
### 7.2.2 Vsunutí kovodílu do formy

Tato operace představuje činnost, při které se určitý kovodíl (např. šroub, jehla, apod.) vsune do licí formy. Jedná se o prvotní přípravu formy určitého výrobku, který v sobě zahrnuje nakupovaný kovový díl, jež je s výrobkem pevně spojen zalitím. Z toho vyplývá, že tato operace je prováděna na stejném pracovišti, stejným zaměstnancem, který realizuje samotné odlévání. (viz. obrázek 4)

Přestože se jedná o jednoduchou operaci, model se může zdát složitým. V podrobném popisu v přílohách je vysvětleno z jakého důvodu je tato část modelu takto rozrostlá.

**Obrázek 24:**  
Vsunutí kovodílu do formy + subZpetDavka



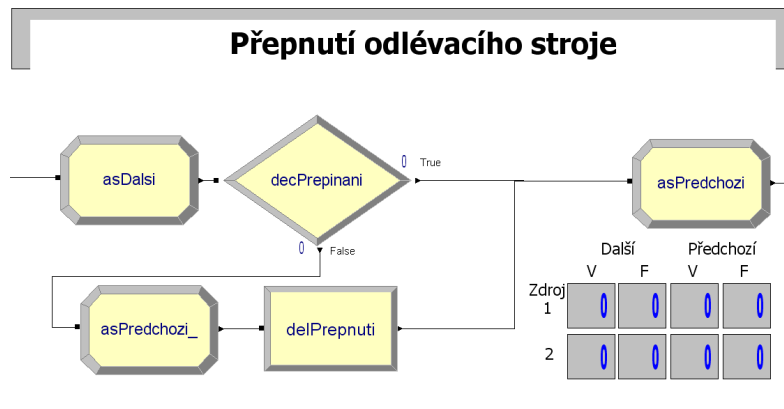


### 7.2.3 Přepnutí odlévacího stroje

Před samotným odléváním může docházet k přepínání odlévacího stroje. Tento fakt je ovlivněn několika skutečnostmi. Proces odlévání je totiž omezen počtem odlévacích strojů a počtem odlévacích forem k jednotlivým výrobkům.

Jestliže pracovník na stroji 1 právě odlévá výrobek X, má k dispozici počet forem Y k výrobku X, tak po použití všech forem se musí změnit režim výroby na stroji. Tímto musí být odlévací stroj přepnut do jiného režimu, který odpovídá pro odlévání výrobku Z. Formy výrobku Y mezitím musí vychladnout .

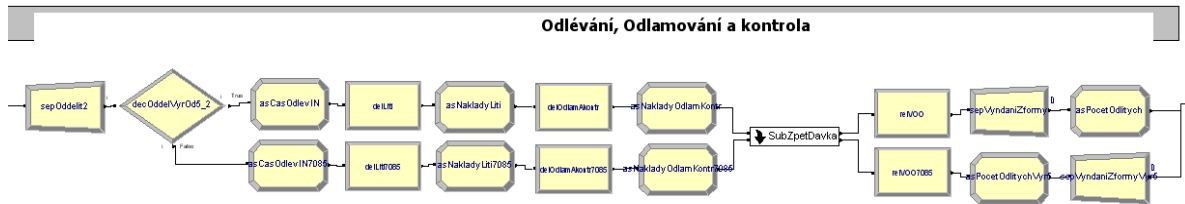
**Obrázek 25:**  
Přepnutí odlévacího stroje



### 7.2.4 Odlévání, Odlamování a kontrola

Jestliže je odlévací stroj přepnutý a připravený pro odlévání, pracovník může začít odlévat. Jedná se o proces, ve kterém nalije slitinu do tzv. kanálků v odlévací formě a danou formu roztočí. Tento proces trvá určitý okamžik tak, aby se slitina dostala do všech skulin v odlévací formě. Po částečném vychladnutí je forma otevřena a odlitky jsou vysunuty, přebytky odlamovány a výsledek zkontrolován.

**Obrázek 26:**  
Odlévání, odlamování a kontrola



### 7.2.5 Přenos odlitků do procesu šábrování, vrtání, broušení, leštění

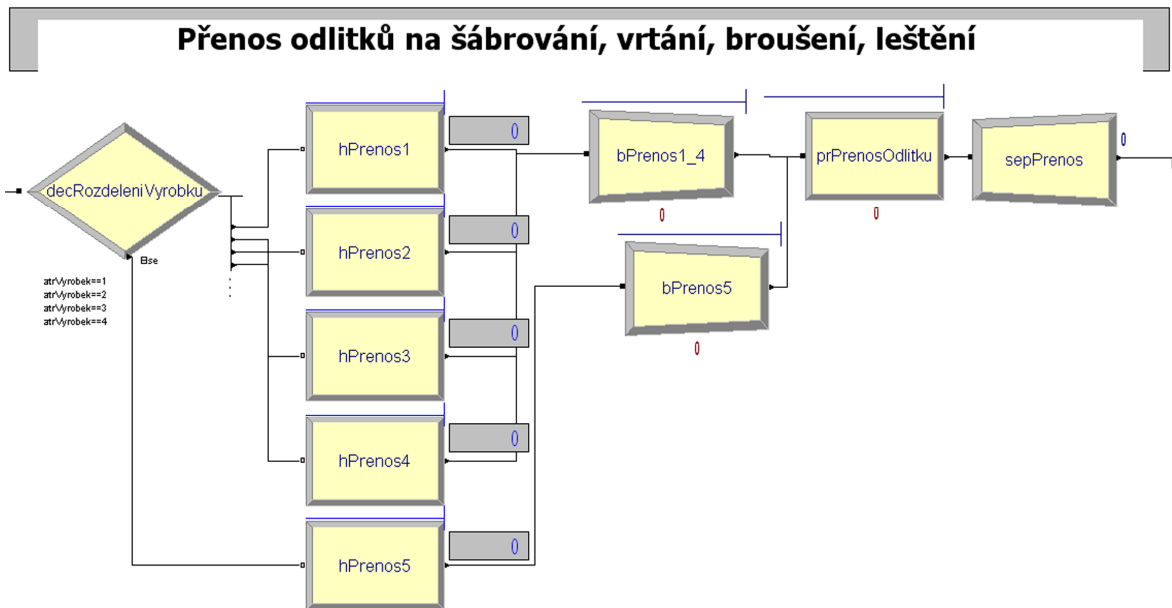
Tato část modelu pozdržuje entity ve frontách, které symbolizují výše zmiňovaná plata, do kterých se výrobky vkládají. Po provedení předchozích operací jsou totiž odlitky odkládány do oněch plat a jakmile je určité množství odlitků na daném místě, jsou přenášeny na následující pracoviště šábrování, vrtání, broušení a leštění. (viz. příloha-obrázek 1)

Pro logiku pozdržení a následného vypuštění výrobků na další pracoviště se ještě stará výše zobrazený submodel, který ve stanoveném okamžiku frontu uvolní zasláním signálu.

Jakmile je určeno, že určité kvantum výrobků bude přeneseno, jsou tyto výrobky spojeny do dávky, která symbolizuje všechna přenášená plata. Tato dávka výrobků následuje do procesu přenosu, který je vykonán pracovníkem pro tuto činnost určenou. Po přenesení je dávka opět rozdělena na samostatné odlitky.

*(V simulačním modelu toto řešení používáno ještě několikrát a jeho funkčnost je obdobná. Z toho důvodu u dalších přenosů popis nebude již tak podrobný.)*

**Obrázek 27:**  
Přenos odlitků na šábrování, vrtání, broušení, leštění



### 7.2.6 Šábrování, vrtání, broušení, leštění

Tyto čtyři výrobní procesy jsou zahrnuty v této části modelu. Jedná o procesy prováděné na odlitcích na odděleném pracovišti (viz. obrázek 5/3).

Prvním z nich je tzv. šábrování, kterým prochází každý odlitek. Je to ruční začištění odlitků od přebytků, které vznikly důsledkem odlévání a nedokonalého odlámání.

Vrtáním prochází určitá sorta výrobků. Jedná se o proces, ve kterém jsou do výrobků vyvrtány díry, prohloubeny misky do nichž se usadí kameny apod.

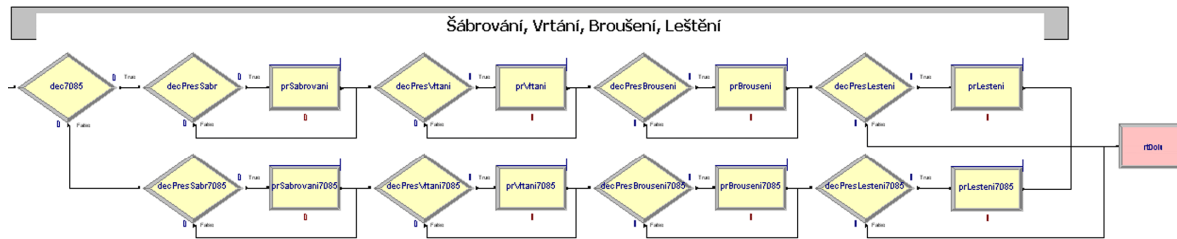
Následné broušení je prováděno na bruskách, pomocí kterých se zahladí hrany, vybrousí plošky apod.

Leštění je prováděno také jenom na vybraných odlitcích. Prostřednictvím leštících kotoučů jsou určité partie odlitku leštěny. Při tomto ručním leštění ovšem dochází k tzv. „ploškování“, které je charakteristické tím, že na leštěné ploše vznikají nepatrné hrany. K dokonalému vyhlazení a leštění dochází až v procesu omílání.

V modelu jsou použity přesmyčky, které zabezpečují technologický postup výroby jednotlivých výrobků. Tyto přesmyčky zabezpečují přeskokování jednotlivých procesů, do kterých výrobek vůbec nevstupuje.



**Obrázek 28:**  
Šábrování, vrtání, broušení, leštění

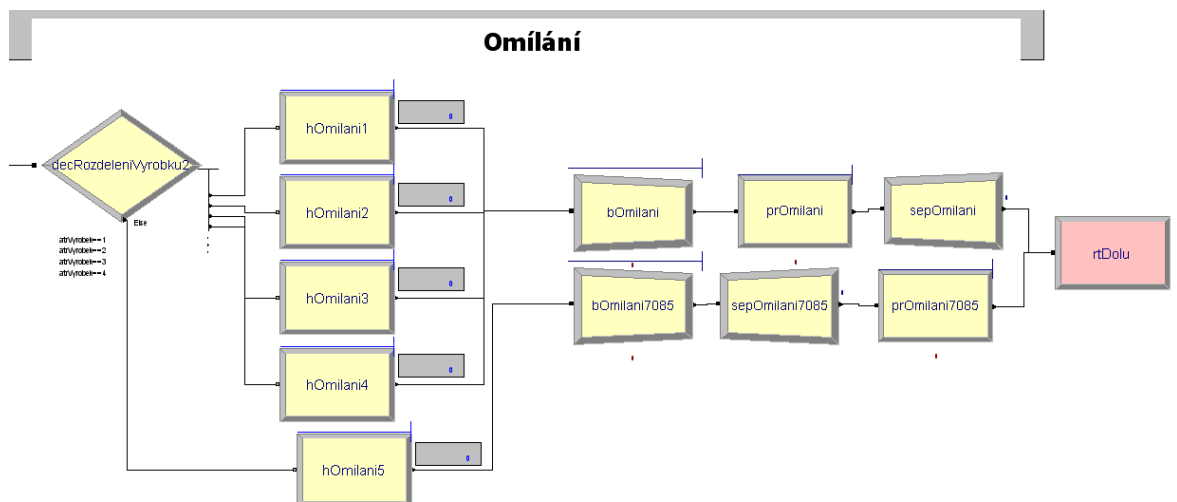


### 7.2.7 Omílání

Omílání je procesem jednoduchým. Opět před samotným omíláním je potřeba seskupit určité množství odlitků. Proto jsou v této části modelu odlitky zdržovány a po splnění podmínky, která je definována v submodelu pro zasílání signálů pro omílání, uvolněny.

Toto definované množství je vkládáno do omílacího stroje, který funguje v podstatě jako běžná pračka. S tím rozdílem, že v tomto stroji jsou umístěny kuličky a otáčivým pohybem bubnu tyto kuličky omílají odlitky. Důsledkem tohoto procesu dochází k dokonalému vyhlazení. (viz. obrázek 5/1-2)

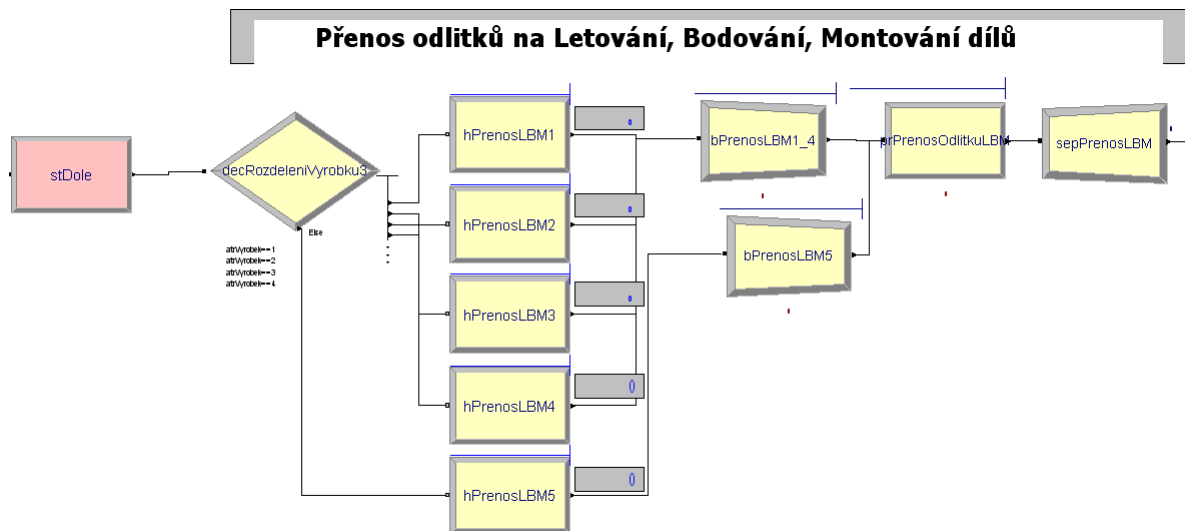
**Obrázek 29:**  
Omílání



### 7.2.8 Přenos odlitků na letování, bodování, montování

Po dokončeném omílání jsou výrobky opět vkládány do plat až do okamžiku, kdy dle definovaného množství budou plata přenesena do dalšího výrobního procesu. Opět s touto problematikou je úzce spojen subsystém pro zasilání signálů.

**Obrázek 30:**  
Přenos odlitků na letování, bodování, montování dílů



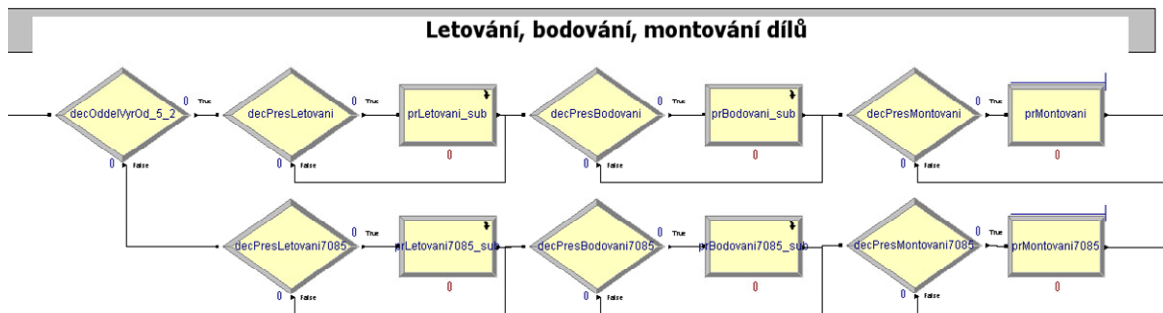
### 7.2.9 Letování, bodování, montování

Některé z výrobků ve výrobě prochází těmito procesy, které slouží k určité kompletaci buď odlitků samotných nebo dalších kovodílů (mechaniky, klipsy, šanýr, háčky, atd.) k odlitkům, uzavírání kroužků, apod.

Letování je prováděno plamenem. Bodování neboli odporové naváření se provádí elektrickým proudem). Montování může zahrnovat různorodé operace (kompletování skládáním, různé nasazování kovodílů).

Před jednotlivými procesy jsou opět umístěny logické přesmyčky. Procesy letování a bodování jsou zároveň subprocesy a to z toho důvodu, že zdroje vykonávání práce jsou identické, přičemž ohodnocení práce je rozdílné. Každý subproces obsahuje určitou logiku fungování a počítání nákladů.

**Obrázek 31:**  
Letování, bodování, montování dílů



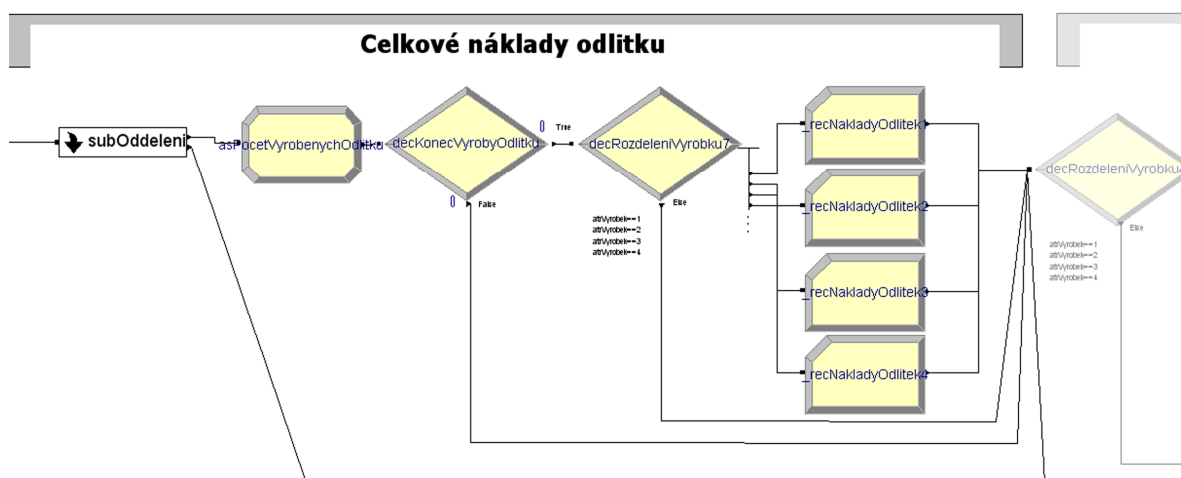
### 7.2.10 Celkové náklady odlitku

Předchozími operacemi skončila výroba samotného odlitku. Následující operace jsou již součástí finálního výrobku. Toto rozdělení je popsáno v kapitole 3.2.

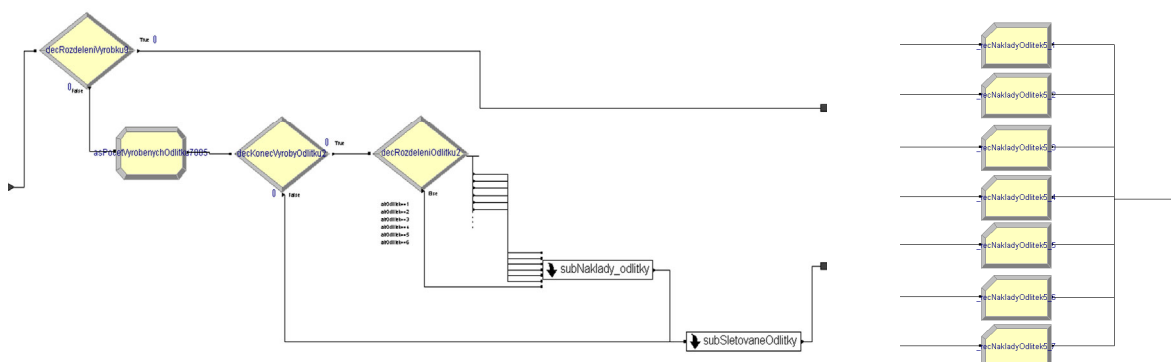
Jelikož softwarové prostředí Arena mi neumožnilo určitá specifika k výpočtu ceny, byl jsem nucen určité části kalkulace počítat vlastními moduly. Proto abych mohl vykalkulované ceny vyčíst z tiskového reportu, zasadil jsem do modelu tuto část, která dané ceny ukládá na základě určité podmínky.

Dále je zde umístěn submodel, který oddělí 1.-4. výrobek od pátého a pro pátý výrobek jsou zde další submodely, které zaznamenávají náklady zvlášť a zároveň v jednom ze submodelů vytváří tzv. komplety odlitků, který vznikly předchozími operacemi.

**Obrázek 32:**  
Celkové náklady odlitku

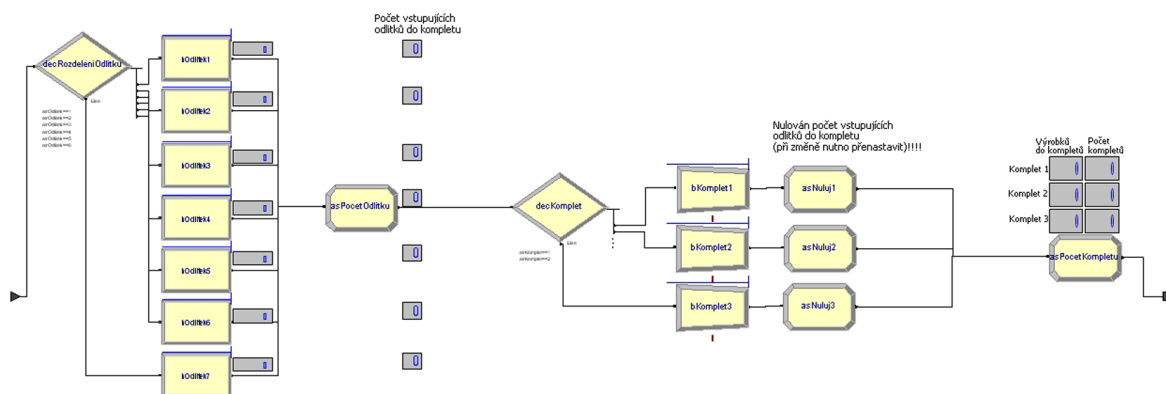


**Obrázek 33:**  
Submodel subOddeleni, subNaklady\_Odlitky



Jak již bylo zmíněno výše, submodel subSletovaneOdlitky vytváří komplety vzniklé spojením několika různých odlitků výrobku č. 5. Tato skutečnost je vyobrazena v následujícím obrázku. Principiálně tento model funguje následovně. Jednotlivé odlitky jsou samostatně odděleny a dle definované technologie jsou vkládány do jednotlivých kompletů (dávek). Jakmile dávka obsahuje správný počet různých odlitků je komplet vytvořen spojením.

**Obrázek 34:**  
Submodel subSletovaneOdlitky



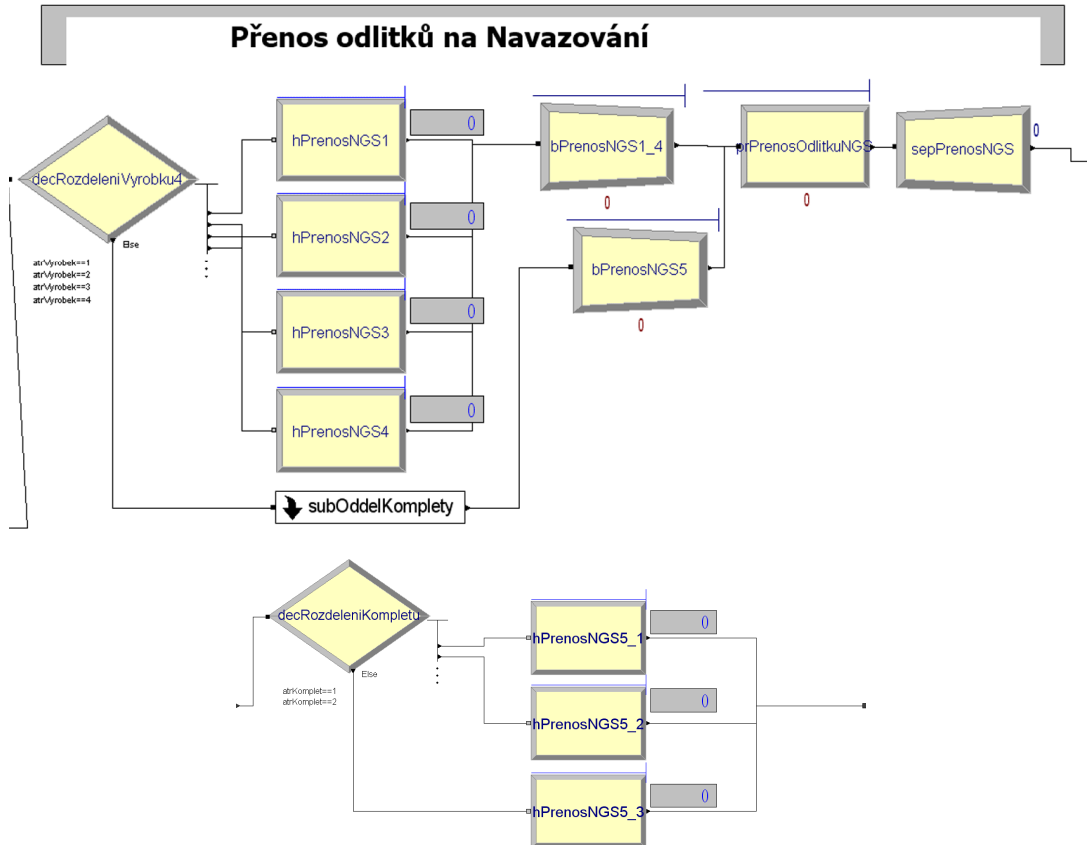
### 7.2.11 Přenos odlitků na navazování

Nám již notoricky známý přenos. Opět se jedná o obdobnou část modelu, týkající se přenosu. Tentokrát přenosu odlitků do procesu navazování. Princip a smysl je opět stejný jako u předchozích přenosů.

Ovšem jedno specifikum zde opravdu můžeme nalézt. Jedná se o submodel, který odděluje komplety do samostatných front čekajících na navazování. Toto řešení bylo

vytvořeno z následujícího důvodu. Odlitky, které jsou seskupeny do jednotlivých kompletů, musí být navazovány na galvanizační rámečky odděleně.

**Obrázek 35:**  
Přenos odlitků na navazování + subOddelKomplety

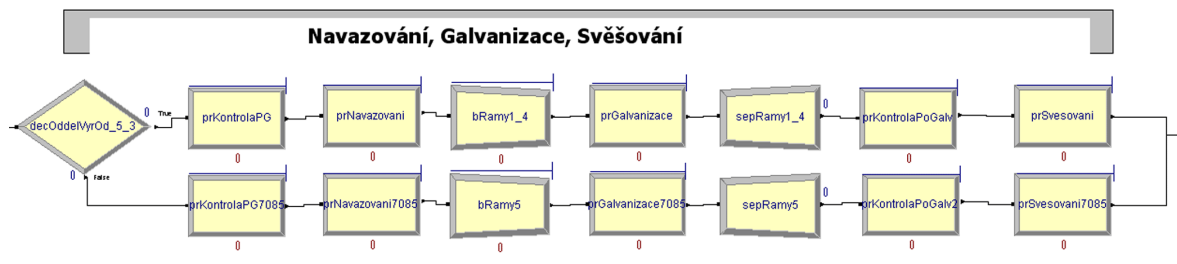


### 7.2.12 Navazování, galvanizace, svěšování

Před samotnou galvanizací je nutné výrobky zkontrolovat a následně navázat na rámečky. Poté následuje galvanizace a po dokončené galvanizaci se výrobky zkontrolují a svěšují. Jinými slovy odstříhávají z rámečků. (viz. kapitola 2.2.5 a 2.2.6).

Prvotní procesy kontrola a navazování jsou pro jednotlivé výrobky. Následovně jsou vytvořené dávky, které seskupí určitý počet odlitků do jedné entity, která symbolizuje rámeček. Ten prochází procesem galvanizace. Časové vyjádření tohoto procesu nelze vyčíst z cenové kalkulace. Tento čas byl definován jednatelem firmy na základě zkušeností. Před kontrolou po galvanizaci a svěšování je dávka opět rozdělena, jelikož tyto operace jsou prováděny samostatně na dílčích odlitcích, resp. kompletech.

**Obrázek 36:**  
Navazování, galvanizace, svěšování



### 7.2.13 Přenos odlitků - konečná úprava

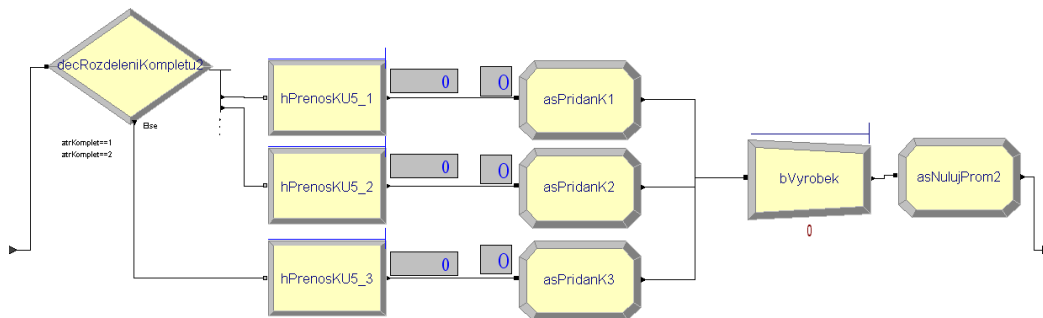
Po provedení galvanizace jsou výrobky opět odkládány na určené místo, kde čekají na přenos do dalšího výrobního procesu. Tentokrát do procesu konečná úprava.

Zároveň je zde umístěn subsystém, který již v této době může jednotlivé komplety spojit do samostatného výrobku. Od této doby již výrobek č. 5 bude vystupovat jako jedna samostatná entita.

**Obrázek 37:**  
Přenos odlitků na konečnou úpravu



**Obrázek 38:**  
Subsystém subSpojKomplety

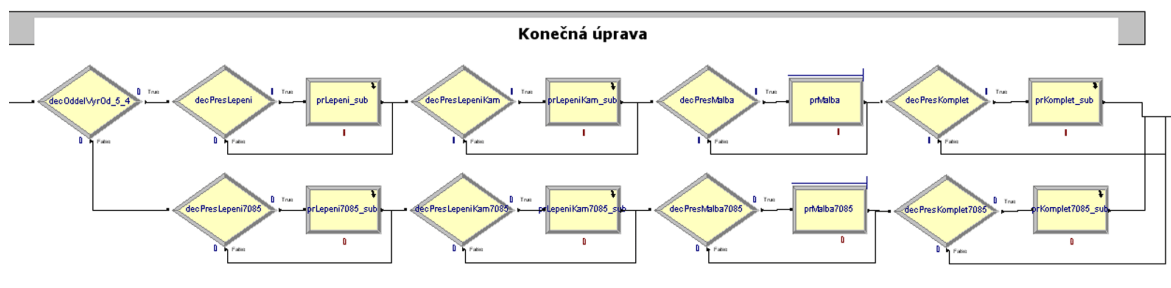


### 7.2.14 Konečná úprava

Nyní jsou výrobky přeneseny do části nazvané konečná úprava. Tento blok se skládá z procesů lepení, lepení kamenů, malby a kompletování.

Opět jsou zde zavedeny přesmyčky a procesy lepení, lepení kamenů, kompletování, a to jsou subprocessy, které opět sdílí stejný zdroj práce za rozdílnou cenu.

**Obrázek 39:**  
Konečná úprava



### 7.2.15 Přenos výrobků na konečnou kontrolu a balení

Dalším a již posledním přenosem mezi pracovišti, je přenos výrobků na konečnou kontrolu a balení.

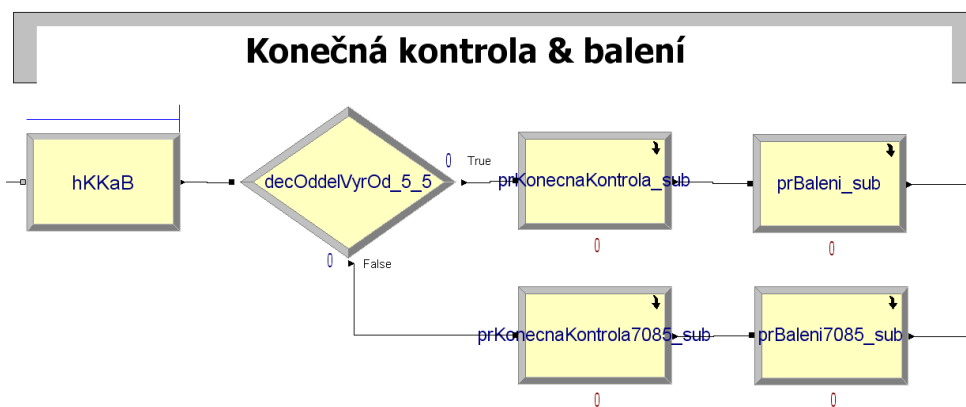
**Obrázek 40:**  
Přenos výrobků na konečnou kontrolu a balení



### 7.2.16 Konečná kontrola a balení

Poslední část modelu, která ještě spadá do modelu výroby je konečná kontrola a balení. Tyto dva procesy se dělí o stejný zdroj práce.

**Obrázek 41:**  
Konečná kontrola a balení



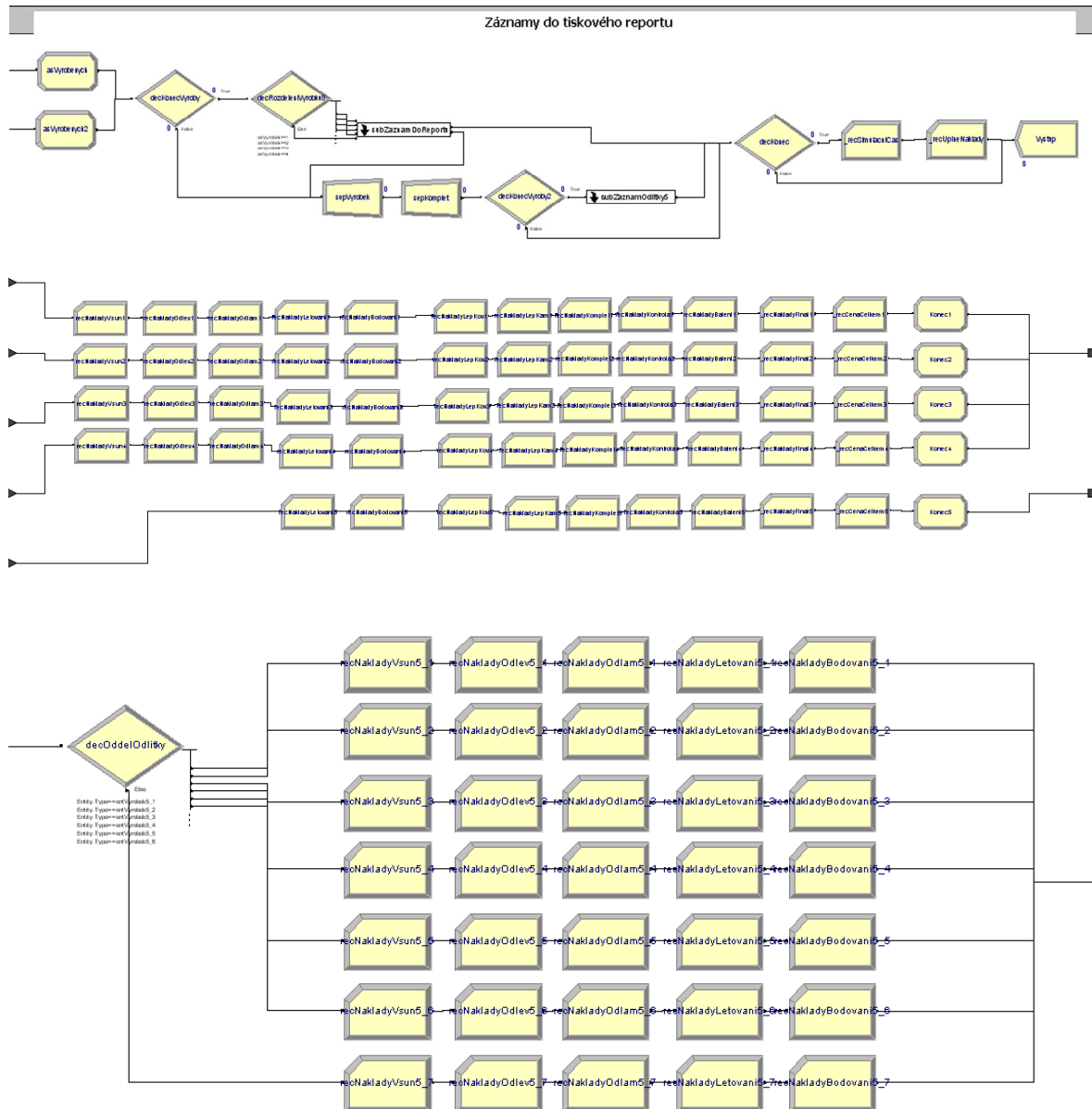
### 7.2.17 Záznam do tiskového reportu

Tento blok simulačního modelu je určen pro záznamy do tiskového reportu. Opět se jedná o záznamy týkající se cen, které jsou vypočteny automaticky Arenou a cen, které v průběhu simulace byly dopočítávány. Stejně jako u záznamu cen odlitků i zde je princip obdobný. Principiálně funguje tak, že při vstupu poslední entity daného



druhu je entita vpuštěna do záznamové oblasti. V této oblasti projde určeným záznamovým blokem a hodnoty z proměnných se dle definovaných vzorců uloží do tiskového reportu.

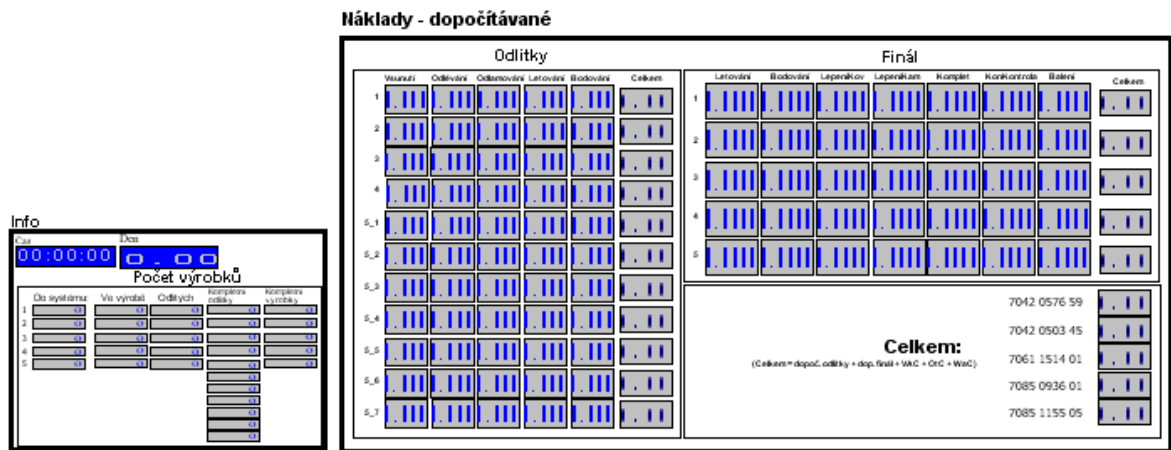
**Obrázek 42:**  
Záznamy do tiskového reportu



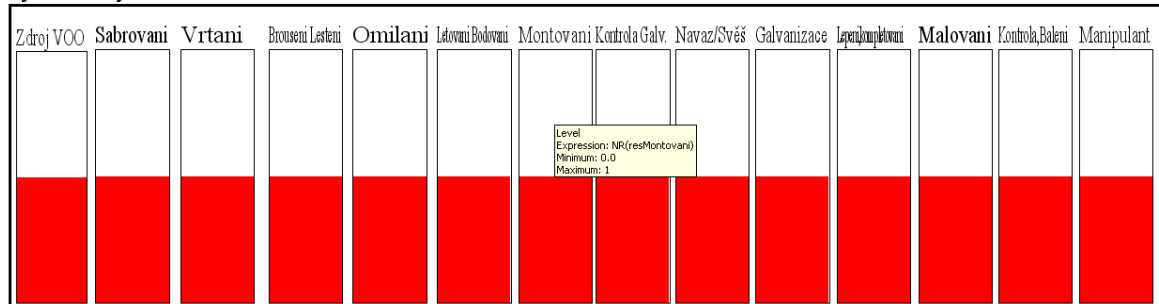
### 7.2.18 Informační tabule

Nad kompletním modelem jsou zároveň umístěny tzv. informační „tabule“, které v režimu animace zobrazují aktuální informace. Počet vyrobených odlitků, výrobků, procentuelní vyjádření v grafu, aktuální vypočtená cena odlitku, apod. (viz. obrázek 43.)

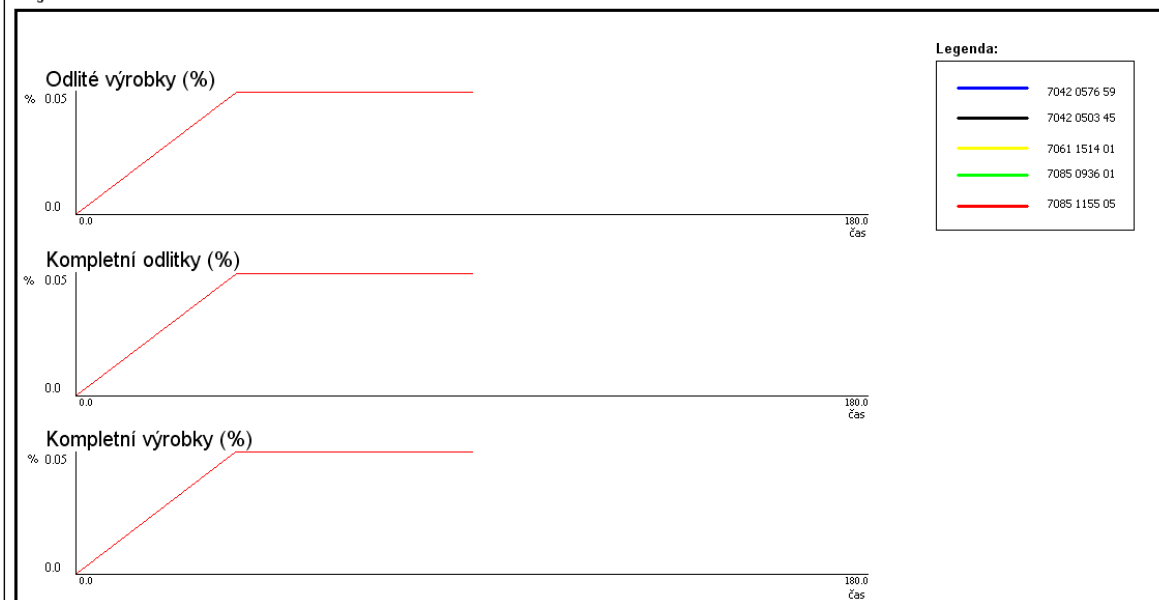
Obrázek 43:  
Informační tabule



Využití zdrojů



Progres



## 8 Zpracování výsledků simulační studie

V této kapitole provedu zhodnocení výsledků simulační studie, týkající se verifikace základního modelu a následných racionalizačních simulací.

V jednotlivých tabulkách uvádím sloupec H/W (z angličtiny – Half Width), který značí poloviční šířku 95%-ního intervalu spolehlivosti. Tato hodnota byla také součástí schvalovacího procesu při validaci a verifikaci.

### 8.1 Deterministický model

Na základě vytvořeného, validovaného a verifikovaného simulačního modelu jsem provedl 5 replikací (přestože by stačila i jedna jediná) pro původní deterministický model. Z výsledků jsem vytrídil procesy, ve kterých se tvoří fronty, jejichž průměrný čas přesahuje 50 minut. Zároveň jsem vybral i ty procesy, v jejichž frontách průměrný počet entit přesahuje 100 výrobků.

		Průměr	H/W	Průměrná Minima	Průměrná Maxima	Minimum	Maximum
Celkový čas simulace	Minut	3292.51	0,00	3292.51	3292.51	3292.51	3292.51
	Hodin	54.9					
	Pracovních dní	6.9					
Náklady	Objem výroby (celkové náklady)	104 929.74 Kč	0,00	104929.74	104929.74	104929.74	104929.74
	Vynaložené náklady na den	15 297.23 Kč					

Časy čekání	Průměr	H/W	Průměrná Minima	Průměrná Maxima	Minimum	Maximum
prSabrovani7085.Queue	910.23	0,00	910.23	910.23	159.97	1421.22
prSabrovani.Queue	676.02	0,00	676.02	676.02	0.00	1374.46
prOmilani7085.Queue	645.25	0,00	645.25	645.25	112.70	1015.35
prOmilani.Queue	476.48	0,00	476.48	476.48	0.00	969.30
hLepeniKamenu.Queue	259.60	0,00	259.60	259.60	0.90	621.18
hPrenosKU5_2.Queue	164.47	0,00	164.47	164.47	0.00	452.60
bRamy1_4.Queue	151.73	0,00	151.73	151.73	0.00	528.41
bRamy5.Queue	114.36	0,00	114.36	114.36	0.00	459.60
hPrenosKU2.Queue	89.72	0,00	89.72	89.72	0.00	513.90
hPrenosKKB2.Queue	64.69	0,00	64.69	64.69	0.00	258.80
hLepeni7085.Queue	57.29	0,00	57.29	57.29	0.23	124.33

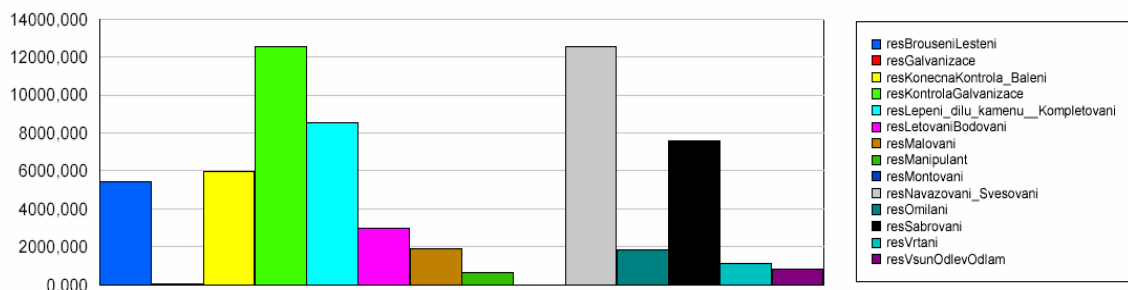
Počet čekajících	Průměr	H/W	Průměrná Minima	Průměrná Maxima	Minimum	Maximum
prSabrovani.Queue	1190.85	0,00	1190.85	1190.85	0.00	5020.00
prSabrovani7085.Queue	486.56	0,00	486.56	486.56	0.00	1540.00
prOmilani7085.Queue	344.92	0,00	344.92	344.92	0.00	880.00
hLepeniKamenu.Queue	323.03	0,00	323.03	323.03	0.00	871.00
bRamy1_4.Queue	267.28	0,00	267.28	267.28	0.00	665.00

V obou případech kontroly vzešly 2 klíčové procesy: Šábrování, Omílání.

Průměrný počet využitých zdrojů ve výrobním procesu pro danou simulační studii:

Zdroje - počet obsazených	Průměr	H/W	Průměrná Minima	Průměrná Maxima	Minimum	Maximum	K dispozici	Celkem použitých
resMalovani	1.65	0,00	1.65	1.65	0.00	5.00	5	1860
resSabrovani	1.50	0,00	1.50	1.50	0.00	3.00	3	7560
resBrouseniLesteni	1.41	0,00	1.41	1.41	0.00	8.00	8	5420
resLepeni_dilu_kamenu_Kompletovani	1.29	0,00	1.29	1.29	0.00	3.00	5	8520
resOmilani	0.80	0,00	0.80	0.80	0.00	1.00	1	1843
resKonecnaKontrola_Baleni	0.60	0,00	0.60	0.60	0.00	1.00	1	5960
resKontrolaGalvanizace	0.51	0,00	0.51	0.51	0.00	1.00	1	12560
resGalvanizace	0.34	0,00	0.34	0.34	0.00	2.00	3	48
resLetovaniBodovani	0.22	0,00	0.22	0.22	0.00	1.00	1	2960
resManipulant	0.16	0,00	0.16	0.16	0.00	1.00	1	625
resVsunOdlevOdlam	0.14	0,00	0.14	0.14	0.00	2.00	2	800
resNavazovani_Svesovani	0.05	0,00	0.05	0.05	0.00	1.00	3	12560
resVrtani	0.02	0,00	0.02	0.02	0.00	1.00	1	1120
resMontovani	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	0

Celkový počet využitých zdrojů (v tabulce sloupec Celkem použitých) je zároveň shrnut v následujícím grafu (pozn.: jedno použití = jednotka v grafu):



## 8.2 Deterministicko-stochastický model

Po doplnění stochastických parametrů pro 2 procesy jsem provedl 5 replikací a stejně jako u předchozího modelu jsem dle stejných kritérií vytřídil data.

Zároveň je v příloze (příloha-tabulka 7) rozepsán rozdíl cen, které vznikly zavedením stochastiky do modelu. K prospěchu firmy bylo potvrzeno, že ve kombinovaném modelu dochází k určitým „úsporám“. Tzn. že firma prodává výrobky za vyšší cenu.

	Průměr	H/W	Průměrná Minima	Průměrná Maxima	Minimum	Maximum	
<b>Celkový čas simulace</b>	Minut	3169.62	0,16	3169.48	3169.83	3169.48	3169.83
	Hodin	52.8					
	Pracovních dní	6.6					
<b>Náklady</b>	Objem výroby (celkové náklady)	100 949.83 Kč	1,15	100948.63	100951.22	100948.63	100951.22
	Vynaložené náklady na den	15 287.59 Kč					

<b>Časy čekání</b>	Průměr	H/W	Průměrná Minima	Průměrná Maxima	Minimum	Maximum
prSabrovani7085.Queue	858.38	0,20	858.15	858.55	150.79	1346.21
prOmilani7085.Queue	645.63	0,00	645.63	645.63	113.20	1016.50
prSabrovani.Queue	636.07	0,12	635.91	636.17	0.00	1294.73
prOmilani.Queue	476.47	0,00	476.47	476.47	0.00	969.20
hLepeniKamenu.Queue	216.21	0,00	216.21	216.21	0.90	507.12
hPrenosKU5_2.Queue	193.26	0,00	193.26	193.26	0.00	490.60
bRamy1_4.Queue	152.51	0,01	152.50	152.52	0.00	528.41
bRamy5.Queue	118.30	0,00	118.30	118.30	0.00	475.60
hPrenosKU2.Queue	89.42	0,00	89.42	89.42	0.00	513.90
hLepeni7085.Queue	62.43	0,00	62.43	62.43	0.13	124.73

<b>Počet čekajících</b>	Průměr	H/W	Průměrná Minima	Průměrná Maxima	Minimum	Maximum
prSabrovani.Queue	1163.93	0,21	1163.65	1164.11	0.00	4741.00
prSabrovani7085.Queue	476.63	0,10	476.51	476.70	0.00	1540.00
prOmilani7085.Queue	358.50	0,02	358.47	358.51	0.00	880.00
hLepeniKamenu.Queue	279.54	0,01	279.53	279.56	0.00	727.00
bRamy1_4.Queue	279.07	0,02	279.05	279.10	0.00	665.00

Zdroje - počet obsazených	Průměr	H/W	Průměrná Minima	Průměrná Maxima	Minimum	Maximum	K dispozici	Celkem použitých
resMalovani	1.71	0,00	1.71	1.71	0.00	5.00	5	1860.00
resSabrovani	1.56	0,00	1.56	1.56	0.00	3.00	3	7560.00
resBrouseniLesteni	1.47	0,00	1.47	1.47	0.00	8.00	8	5420.00
resLepeni_dilu_kamenu_Kompletovani	1.34	0,00	1.34	1.34	0.00	3.00	5	8520.00
resOmilani	0.83	0,00	0.83	0.83	0.00	1.00	1	1843.00
resKonecnaKontrola_Baleni	0.63	0,00	0.63	0.63	0.00	1.00	1	5960.00
resKontrolaGalvanizace	0.52	0,00	0.52	0.53	0.00	1.00	1	12560.00
resGalvanizace	0.35	0,00	0.35	0.35	0.00	2.00	3	48.00
resLetovaniBodovani	0.23	0,00	0.23	0.23	0.00	1.00	1	2960.00
resVsunOdlevOdlam	0.19	0,00	0.19	0.19	0.00	2.00	2	800.00
resManipulant	0.17	0,00	0.17	0.17	0.00	1.00	1	625.0000
resNavazovani_Svesovani	0.05	0,00	0.05	0.05	0.00	1.00	3	12560.00
resVrtani	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	1.00	1	1120.00
resMontovani	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	0.00

### 8.3 Vyhodnocení základních modelů

Rád bych zhodnotil základní fakta, která vyplynula z předchozích analýz simulací. Celkové cenové a nákladové rozdíly vzniklé modelováním a změnou modelu z deterministického na deterministicko-stochastický jsou shrnuty v následující tabulce.

Výrobek číslo	Ceny výrobků			Cenové rozdíly			Výroba (ks)	Celkové náklady (Kč)		
	Kalk.	Det.	Det.Stoch.	Kalk.-Det.	Det.Stoch.-Det.	Det.Stoch.-Kalk.		Kalk.	Det.	Det.Stoch.
7042057659	12.46	12.45	12.16	0.00	-0.29	-0.29	2300	28647.4	28642.1	27976.1
7042050345	14.40	14.41	14.09	0.01	-0.32	-0.31	1800	25920.0	25938.9	25365.1
7061151401	19.67	19.68	18.68	0.01	-1.00	-0.99	1200	23598.7	23612.8	22413.2
7085093601	27.05	27.06	25.63	0.01	-1.43	-1.42	500	13525.0	13529.4	12814.8
7085115505	82.70	82.54	77.38	-0.16	-5.16	-5.32	160	13232.0	13206.5	12381.0
			Průměr	-0.03	-1.64	-1.67	Celkem	104923.1	104929.65	100950.09

Vysvětlivky:

Kalk. dle kalkulace  
 Det. dle deterministického modelu  
 Det.Stoch. dle deterministicko-stochastického modelu

Můžeme tedy říci, že definované základní ceny dle kalkulace jsou „nadhodnoceny“ a dle simulačních experimentů se potvrdilo, že celkové náklady na danou výrobu jsou tedy nižší zhruba o Kč **3980,-**.

Zároveň bylo zjištěno, že výrobní proces má i svá „slabá“ místa. Mezi klíčové bych jmenoval proces **šabrování, omílání a lepení kamenů**. Nejenom, že bylo zjištěno, že v těchto procesech čekají výrobky v dlouhých frontách, ale zároveň se zde kupí velké množství výrobků. V procesu lepení kamenů se v realitě netvoří tak velké fronty, poněvadž výrobní proces je doplňován zadáváním této operace do domácí práce.

Ostatní procesy, které jsou zmíněné v předchozích tabulkách jsou procesy, jejichž dlouhé fronty jsou pravděpodobně způsobeny frontami výše zmíněných klíčových procesů.

### 8.4 Doporučení

Na základě vyhodnocení simulace bych doporučil pokusit se do klíčových procesů přidat po jednom zdroji a zhodnotit celkové urychlení celého výrobního procesu. V této chvíli víme, že máme rezervy minimálně 3980 korun.

Důležité je si uvědomit, že podnik je pro proces omílání dokonce i technicky vybaven, tzn. že jeden stroj je k dispozici, ale v současné době se nevyužívá. Při dokonalém sladění technologického procesu omílání by pracovník na tomto pracovišti byl schopen obsluhovat oba stroje. Omílací čas výrobků v jednom stroji je cca 20-25 minut (dle velikosti výrobku) a v době kdy je stroj v provozu je pracovník v současnosti zaměstnán jiným úkolem (manipulace, úklid). Pro likvidaci fronty by tedy mohl obsluhovat i druhý stroj a práci jednoduchého charakteru (manipulace, úklid), by mohl být pověřen pracovník s nižší kvalifikací.

Šábrování nevyžaduje žádné technologické vybavení.

Provedu tedy simulaci několika variant, které by mohly naznačit určitou cestu, kterou by se firma mohla vydat v případě snahy o racionalizaci:

Racionalizační varianty (počet přidávaných zdrojů):

1. R1: 1x šábrování
2. R2: 1x omílání
3. R3: 1x šábrování, 1x omílání
4. R4: 2x šábrování
5. R5: 2x šábrování, 1x omílání

**Celkový čas simulace**

Varianta	Minut	Hodin	Pracovních dní	Průměr	H/W	Průměrná Minima	Průměrná Maxima	Minimum	Maximum	Časový rozdíl od základního DS (dni)	Zvýšení výroby o:
<b>5</b>	2944.77	49.08	6.1	2944.77	0.06	2944.72	2944.83	2944.72	2944.83	0.47	7 137.97 Kč
<b>3</b>	2961.89	49.36	6.2	2961.89	0.16	2961.75	2962.10	2961.75	2962.10	0.43	6 592.87 Kč
<b>2</b>	2983.51	49.73	6.2	2983.51	0.16	2983.37	2983.72	2983.37	2983.72	0.39	5 904.76 Kč
<b>1</b>	3159.72	52.66	6.6	3159.72	0.16	3159.58	3159.93	3159.58	3159.93	0.02	295.28 Kč
<b>4</b>	3282.41	54.71	6.8	3282.41	0.16	3282.27	3282.62	3282.27	3282.62	-0.24	-3 610.35 Kč

Průměrný objem výroby za den  
15 280.00 Kč

Časy čekání, počet čekajících entit ve frontách a rozdíly od původního modelu těchto veličin pro jednotlivé procesy jsou shrnuty v tabulce na straně 63.

Dle mého doporučení bych volil variantu číslo 5, číslo 3 nebo číslo 2. Při uvážení by připadala v úvahu varianta číslo 3, protože není natolik náročná, co se nákladů týče. U této varianty by firma najala pouze jednoho zaměstnance, kdežto u varianty č. 5 by musela přijmout 2 nové zaměstnance.

Eventuelně bych volil variantu číslo 2, kde by firma nemusela najmout žádného zaměstnance a současný zaměstnanec by se věnoval pouze operaci omílání, jak bylo naznačeno výše.

Výsledky těchto tří variant jsou obdobné, co se doby zpracování týče.

Navržená konfigurace výrobních zdrojů by celkovou výrobu urychlila v rozmezí 0,39-0,47 pracovního dne. Celkové vynaložené náklady na tento objem výroby by se snížili od základního modelu o 5904 – 7137 Kč.

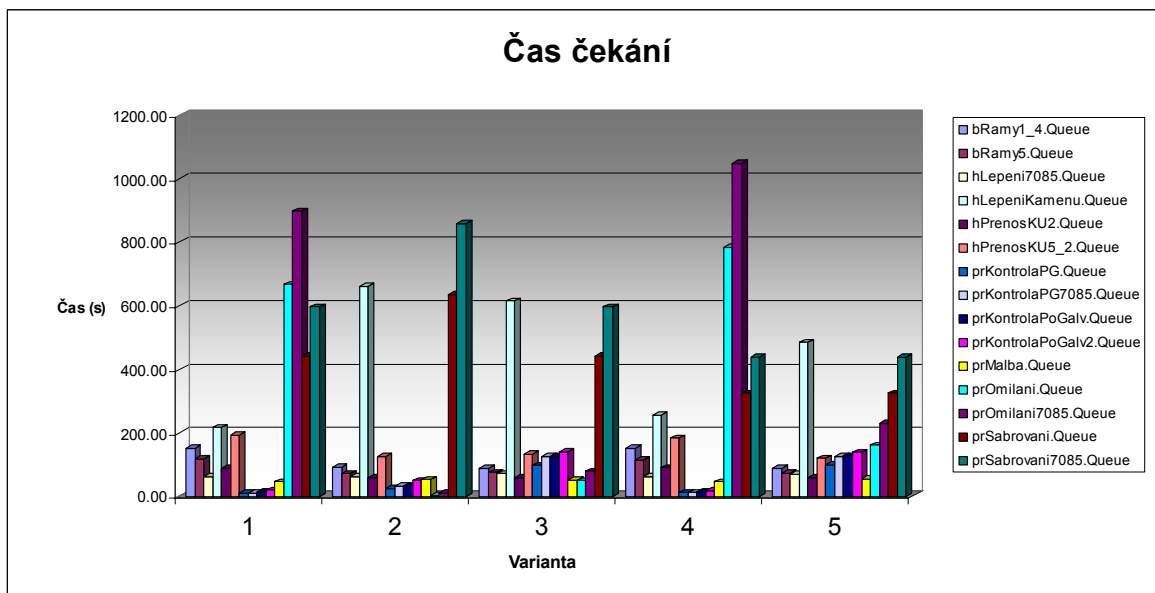
Měsíční plat zaměstnance na pozici šábrování činí zhruba 8000 hrubého. V přepočtu na den to tedy jest 400 Kč. Při páté variantě by náklady na zaměstnance vzrostly denně o 400 Kč. Kdežto u druhé varianty by se náklady nijak nezvýšili.

Ideální varianta při racionalizaci by tedy byla **varianta č. 2**.

Testovaná čtvrtá varianta naopak narušila celkovou stabilitu výrobního procesu a výroba by naopak trvala delší dobu.



<b>Časy čekání (1)</b>	<b>Průměr</b>	<b>H/W</b>	<b>Průměrná Minima</b>	<b>Průměrná Maxima</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Časy čekání v D/S původním</b>	<b>Rozdíl</b>
prOmlani7085.Queue	897.12	0,00	897.12	897.12	150.40	1417.60	645.63	-251.50
prOmlani.Queue	667.35	0,00	667.35	667.35	0.00	1361.20	476.47	-190.88
prSabrovani7085.Queue	595.77	0,22	595.48	595.96	104.49	935.21	858.38	262.61
prSabrovani.Queue	441.85	0,10	441.74	441.94	0.00	899.52	636.07	194.22
hLepeniKamenu.Queue	217.50	0,00	217.50	217.50	0.90	507.12	216.21	-1.28
hPrenosKU5_2.Queue	193.26	0,00	193.26	193.26	0.00	490.60	193.26	0.00
bRamy1_4.Queue	152.19	0,00	152.18	152.19	0.00	528.41	152.51	0.32
bRamy5.Queue	118.30	0,00	118.30	118.30	0.00	475.60	118.30	0.00
hPrenosKU2.Queue	89.42	0,00	89.42	89.42	0.00	513.90	89.42	0.00
hLepeni7085.Queue	62.43	0,00	62.43	62.43	0.13	124.73	62.43	0.00
<b>Časy čekání (2)</b>	<b>Průměr</b>	<b>H/W</b>	<b>Průměrná Minima</b>	<b>Průměrná Maxima</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Časy čekání v D/S původním</b>	<b>Rozdíl</b>
prSabrovani7085.Queue	857.63	0,18	857.44	857.78	150.79	1346.21	858.38	0.75
hLepeniKamenu.Queue	662.05	0,00	662.05	662.05	0.90	1145.91	216.21	-445.83
prSabrovani.Queue	635.48	0,11	635.34	635.56	0.00	1295.01	636.07	0.59
hPrenosKU5_2.Queue	126.27	0,00	126.27	126.27	0.00	298.59	193.26	66.99
bRamy1_4.Queue	92.83	0,00	92.83	92.84	0.00	325.00	152.51	59.67
bRamy5.Queue	72.35	0,00	72.35	72.35	0.00	286.61	118.30	45.95
hLepeni7085.Queue	62.58	0,00	62.58	62.58	0.02	125.11	62.43	-0.15
hPrenosKU2.Queue	59.22	0,00	59.22	59.22	0.00	331.90	89.42	30.19
prMalba.Queue	52.79	0,00	52.79	52.79	0.00	128.50	45.52	-7.26
prKontrolaPoGalv2.Queue	50.07	0,00	50.07	50.07	12.00	92.60	19.21	-30.85
<b>Časy čekání (3)</b>	<b>Průměr</b>	<b>H/W</b>	<b>Průměrná Minima</b>	<b>Průměrná Maxima</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Časy čekání v D/S původním</b>	<b>Rozdíl</b>
hLepeniKamenu.Queue	615.48	0,00	615.47	615.48	0.90	1180.48	216.21	-399.26
prSabrovani7085.Queue	595.64	0,21	595.44	595.90	104.49	935.21	858.38	262.74
prSabrovani.Queue	441.34	0,06	441.28	441.40	0.00	899.52	636.07	194.73
prKontrolaPoGalv2.Queue	140.10	0,19	140.03	140.38	14.50	217.09	19.21	-120.89
hPrenosKU5_2.Queue	132.49	1,11	130.89	132.89	0.00	352.10	193.26	60.77
prKontrolaPoGalv.Queue	126.12	0,00	126.12	126.12	0.00	242.89	14.82	-111.30
prKontrolaPG7085.Queue	124.98	0,01	124.97	124.98	26.81	219.51	11.25	-113.73
prKontrolaPG.Queue	98.06	0,00	98.06	98.06	0.00	201.11	11.61	-86.45
bRamy1_4.Queue	89.04	0,00	89.04	89.05	0.00	307.90	152.51	63.46
prOmlani7085.Queue	79.44	0,00	79.44	79.44	27.40	118.60	645.63	566.18
bRamy5.Queue	74.95	0,35	74.55	75.22	0.00	315.10	118.30	43.35
hLepeni7085.Queue	71.29	0,01	71.29	71.30	0.10	158.09	62.43	-8.87
hPrenosKU2.Queue	58.72	0,00	58.72	58.72	0.00	351.90	89.42	30.70
prMalba.Queue	50.69	0,00	50.69	50.69	0.00	124.50	45.52	-5.17
<b>Časy čekání (4)</b>	<b>Průměr</b>	<b>H/W</b>	<b>Průměrná Minima</b>	<b>Průměrná Maxima</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Časy čekání v D/S původním</b>	<b>Rozdíl</b>
prOmlani7085.Queue	1049.05	0,00	1049.05	1049.05	174.40	1659.80	645.63	-403.43
prOmlani.Queue	783.28	0,00	783.28	783.29	0.00	1601.70	476.47	-306.81
prSabrovani7085.Queue	438.26	0,12	438.17	438.41	76.69	688.59	858.38	420.12
prSabrovani.Queue	325.38	0,08	325.31	325.47	0.00	662.77	636.07	310.69
hLepeniKamenu.Queue	256.54	0,00	256.54	256.54	0.90	618.32	216.21	-40.32
hPrenosKU5_2.Queue	183.09	2,10	180.73	184.73	0.00	467.40	193.26	10.17
bRamy1_4.Queue	151.65	0,02	151.62	151.66	0.00	528.41	152.51	0.86
bRamy5.Queue	115.56	0,52	114.93	115.93	0.00	460.40	118.30	2.74
hPrenosKU2.Queue	89.88	0,00	89.88	89.88	0.00	513.90	89.42	-0.46
hPrenosKKB2.Queue	66.17	0,00	66.17	66.17	0.00	259.60	48.33	-17.84
hLepeni7085.Queue	61.65	0,00	61.65	61.65	0.13	125.12	62.43	0.78
<b>Časy čekání (5)</b>	<b>Průměr</b>	<b>H/W</b>	<b>Průměrná Minima</b>	<b>Průměrná Maxima</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Časy čekání v D/S původním</b>	<b>Rozdíl</b>
hLepeniKamenu.Queue	484.21	336,04	0.00	606.34	0.00	1171.09	216.21	-267.99
prSabrovani7085.Queue	437.90	0,09	437.84	438.03	76.69	688.59	858.38	420.48
prSabrovani.Queue	324.96	0,09	324.85	325.04	0.00	662.18	636.07	311.12
prOmlani7085.Queue	228.84	0,00	228.84	228.84	48.20	357.50	645.63	416.78
prOmlani.Queue	161.61	0,00	161.61	161.61	0.00	338.30	476.47	314.86
prKontrolaPoGalv2.Queue	139.19	0,36	138.75	139.46	14.50	215.10	19.21	-119.97
prKontrolaPoGalv.Queue	127.88	0,20	127.71	128.03	0.00	242.89	14.82	-113.06
prKontrolaPG7085.Queue	125.56	0,18	125.35	125.76	26.20	220.58	11.25	-114.32
hPrenosKU5_2.Queue	120.93	7,28	114.16	128.40	0.00	352.10	193.26	72.33
prKontrolaPG.Queue	99.06	0,34	98.74	99.44	0.00	201.38	11.61	-87.45
bRamy1_4.Queue	88.71	0,18	88.55	88.94	0.00	302.90	152.51	63.80
bRamy5.Queue	74.26	0,93	73.26	75.09	0.00	309.60	118.30	44.04
hLepeni7085.Queue	69.01	2,14	66.63	70.40	0.07	158.03	62.43	-6.58
hPrenosKU2.Queue	58.72	0,00	58.72	58.72	0.00	351.90	89.42	30.70
prMalba.Queue	54.08	0,08	53.97	54.12	0.00	127.83	45.52	-8.55



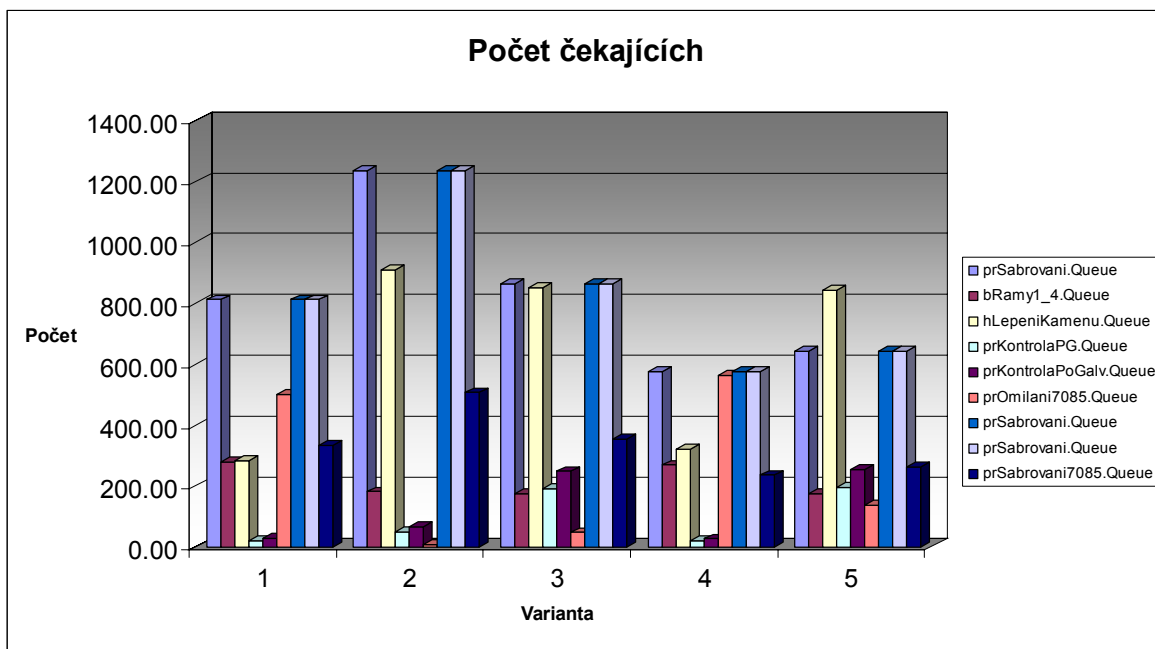
Počet čekajících (1)	Průměr	H/W	Průměrná Minima	Průměrná Maxima	Minimum	Maximum	Počet čekajících v D/S původním	Rozdíl
prSabrovani.Queue	811.06	0,17	810.86	811.17	0.00	4325.00	1163.93	352.87
prOmlani7085.Queue	499.71	0,03	499.67	499.73	0.00	1100.00	358.50	-141.21
prSabrovani7085.Queue	331.85	0,12	331.69	331.93	0.00	1540.00	476.63	144.78
hLepeniKamenu.Queue	282.08	0,01	282.07	282.10	0.00	727.00	279.54	-2.54
bRamy1_4.Queue	279.35	0,02	279.33	279.37	0.00	665.00	279.07	-0.28

Počet čekajících (2)	Průměr	H/W	Průměrná Minima	Průměrná Maxima	Minimum	Maximum	Počet čekajících v D/S původním	Rozdíl
prSabrovani.Queue	1235.38	0,19	1235.13	1235.55	0.00	4738.00	1163.93	-71.45
hLepeniKamenu.Queue	909.57	0,05	909.51	909.62	0.00	1992.00	279.54	-630.03
prSabrovani7085.Queue	505.92	0,10	505.82	505.99	0.00	1540.00	476.63	-29.29
bRamy1_4.Queue	180.47	0,01	180.46	180.48	0.00	665.00	279.07	98.60

Počet čekajících (3)	Průměr	H/W	Průměrná Minima	Průměrná Maxima	Minimum	Maximum	Počet čekajících v D/S původním	Rozdíl
prSabrovani.Queue	864.24	0,11	864.11	864.33	0.00	4325.00	1163.93	299.69
hLepeniKamenu.Queue	851.77	0,04	851.71	851.81	0.00	1961.00	279.54	-572.22
prSabrovani7085.Queue	353.93	0,12	353.82	354.07	0.00	1540.00	476.63	122.70
prKontrolaPoGalv.Queue	246.96	0,01	246.94	246.97	0.00	1499.00	27.12	-219.84
prKontrolaPG.Queue	192.03	0,01	192.02	192.03	0.00	935.00	21.24	-170.78
bRamy1_4.Queue	174.37	0,01	174.35	174.37	0.00	665.00	279.07	104.70

Počet čekajících (4)	Průměr	H/W	Průměrná Minima	Průměrná Maxima	Minimum	Maximum	Počet čekajících v D/S původním	Rozdíl
prSabrovani.Queue	574.94	0,12	574.83	575.06	0.00	4050.00	1163.93	588.99
prOmlani7085.Queue	562.49	0,03	562.46	562.52	0.00	1320.00	358.50	-203.99
hLepeniKamenu.Queue	320.20	0,02	320.18	320.22	0.00	868.00	279.54	-40.66
bRamy1_4.Queue	267.96	0,03	267.92	267.99	0.00	665.00	279.07	11.11
prSabrovani7085.Queue	234.99	0,06	234.95	235.06	0.00	1320.00	476.63	241.64

Počet čekajících (5)	Průměr	H/W	Průměrná Minima	Průměrná Maxima	Minimum	Maximum	Počet čekajících v D/S původním	Rozdíl
hLepeniKamenu.Queue	842.83	1,53	841.28	844.13	0.00	1943.00	279.54	-563.28
prSabrovani.Queue	640.03	0,17	639.83	640.18	0.00	4050.00	1163.93	523.90
prSabrovani7085.Queue	261.72	0,05	261.69	261.79	0.00	1320.00	476.63	214.91
prKontrolaPoGalv.Queue	251.88	0,39	251.53	252.16	0.00	1474.00	27.12	-224.76
prKontrolaPG.Queue	195.11	0,68	194.47	195.85	0.00	935.00	21.24	-173.87
bRamy1_4.Queue	174.72	0,35	174.41	175.18	0.00	665.00	279.07	104.35
prOmlani7085.Queue	136.77	0,00	136.77	136.78	0.00	880.00	358.50	221.72



## **Závěr**

Závěrem práce bych chtěl provést její krátké zhodnocení. V počátku zadání diplomové práce jsem měl určité ambice a představy. V průběhu zpracování jsem ovšem narážel na nespočetná úskalí, která mi tuto práci velmi znesnadnila. Přesvědčil jsem se o tom, že na takto širokou problematiku, jako je simulace výrobních systémů, by bylo zapotřebí sestavit řešitelský tým. Týmovní účastníci by se specializovali na jednotlivé výrobní procesy, které jsou samy o sobě velmi složité. Osobně jsem musel abstrahovat od některých skutečností, jež by nebylo úplně zbytečné do simulace zahrnout. V rámci diplomové práce si ovšem myslím, že tato problematika je zpracována velmi detailně a dle verifikace a validace s dokonalou přesností.

Nebyl to lehký boj, ale s výsledkem jsem velmi spokojený, jelikož cíle, které byly na začátku definovány, jsem dle mého úsudku splnil.

Když bych se měl zamyslet nad možnou budoucí úpravou simulačního modelu, ideální by bylo, pokusit se provést měření na všech pracovištích. Tím by se celý model stal kompletně stochastickým, což by mohlo být velmi zajímavé. Toto měření by si ovšem vyžádalo minimálně několika týdenní aktivní účast v podniku. Otázkou je, zda by podnik byl ještě ochotný na toto přistoupit. Zároveň by některé výrobní procesy mohly být zpracovány s menší mírou abstrakcí a propracovány do větší hloubky. Například proces galvanizace je sám o sobě velmi složitý systém, který by stál za samotné zpracování. Simulace opotřebení výrobních forem by také mohla být zajímavým přídavkem do kompletního modelu.

## Slovník pojmů

Výraz	Vysvětlivka
<b>BODOVÁNÍ</b>	Odporové naváření elektrickým proudem
<b>LETOVÁNÍ</b>	Letování plamenem
<b>OMÍLÁNÍ</b>	Omílání odlitků v bubnech, ve kterých jsou obsaženy kuličky. Otáčivým pohybem bubnu dochází k omílání, tedy vyhlazení a jemnému začištění.
<b>PASÍŘENÍ</b>	Operace bodování, letování prováděné „pasířem“
<b>RUN</b>	Simulační běh.
<b>SIMULAČNÍ KROK</b>	Časový úsek výpočtu, během něhož se nemění hodnota simulovaného času.
<b>SIMULAČNÍ POKUS</b>	Pokus se simulačním modelem.
<b>SIMULAČNÍ PROGRAM</b>	Program, který řídí výpočet při číslicové simulaci.
<b>SIMULAČNÍ STUDIE</b>	Posloupnost simulačních pokusů majících stejný účel.
<b>SIMULÁRNÍ ČAS</b>	Čas, který by dané fázi výpočtu odpovídal v simulovaném systému. (ekvivalent k simulovaný čas)
<b>ŠÁBROVÁNÍ</b>	Ruční čištění přebytků vzniklých při odlévání
<b>ŠATON</b>	Skleněný kámen

# Seznam příloh

## Textová sekce

### Obrázky

OBRÁZEK 1: ORGANIZAČNÍ DIAGRAM .....	4
OBRÁZEK 2: VÝROBA MODELU .....	7
OBRÁZEK 3: VÝROBNÍ FORMA.....	8
OBRÁZEK 4: PRACOVNÍ MÍSTO PRO ODSTŘEDIVÉ LITÍ .....	9
OBRÁZEK 5: ÚPRAVA ODLITKU .....	10
OBRÁZEK 6: GALVANIZOVNA.....	11
OBRÁZEK 7: RUČNÍ MALBA .....	12
OBRÁZEK 8: KÓDOVÉ ZNAČENÍ VÝROBKŮ.....	15
OBRÁZEK 9: VÝROBEK 7042 0576 59.....	18
OBRÁZEK 10: SÍŤOVÝ GRAF – TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY 7042 0576 59.....	19
OBRÁZEK 11: VÝROBEK 7042 0503 45.....	19
OBRÁZEK 12: SÍŤOVÝ GRAF – TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY 7042 0503 45.....	19
OBRÁZEK 13: VÝROBEK 7061 1514 01 .....	20
OBRÁZEK 14: SÍŤOVÝ GRAF – TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY 7061 1514 01.....	20
OBRÁZEK 15: VÝROBEK 7085 0936 01.....	21
OBRÁZEK 16: SÍŤOVÝ GRAF – TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY 7085 0936 01.....	21
OBRÁZEK 17: VÝROBEK 7085 0936 01.....	22
OBRÁZEK 18: FÁZE SIMULAČNÍHO PROJEKTU.....	28
OBRÁZEK 19: GENERÁTOR VSTUPNÍCH ENTIT .....	40
OBRÁZEK 20: SUBMODEL SUBODLITKY5 .....	40
OBRÁZEK 21: SUBMODEL SUBSIGNALY .....	41
OBRÁZEK 22: SUBMODEL SUBÚVOLNOVÁNÍ DO VÝROBY.....	41
OBRÁZEK 23: ŠEST SUBMODELŮ PRO SIGNÁLY .....	42
OBRÁZEK 24: VSUNUTÍ KOVODÍLU DO FORMY + SUBŽPETA DAVKA .....	43
OBRÁZEK 25: PŘEPNUTÍ ODLÉVACÍHO STROJE .....	44
OBRÁZEK 26: ODLÉVÁNÍ, ODLAMOVÁNÍ A KONTROLA .....	45
OBRÁZEK 27: PŘENOS ODLITKŮ NA ŠÁBROVÁNÍ, VRTÁNÍ, BROUŠENÍ, LEŠTĚNÍ .....	46
OBRÁZEK 28: ŠÁBROVÁNÍ, VRTÁNÍ, BROUŠENÍ, LEŠTĚNÍ.....	47
OBRÁZEK 29: OMÍLÁNÍ .....	47
OBRÁZEK 30: PŘENOS ODLITKŮ NA LETOVÁNÍ, BODOVÁNÍ, MONTOVÁNÍ DÍLŮ.....	48
OBRÁZEK 31: LETOVÁNÍ, BODOVÁNÍ, MONTOVÁNÍ DÍLŮ .....	49
OBRÁZEK 32: CELKOVÉ NÁKLADY ODLITKU .....	49
OBRÁZEK 33: SUBMODEL SUBODDELENÍ, SUBNÁKLADY_ODLITKY .....	50
OBRÁZEK 34: SUBMODEL SUBSLETOVANÉ ODLITKY .....	50
OBRÁZEK 35: PŘENOS ODLITKŮ NA NAVAZOVÁNÍ + SUBODDELKOMPLETY.....	51
OBRÁZEK 36: NAVAZOVÁNÍ, GALVANIZACE, SVĚŠOVÁNÍ.....	52
OBRÁZEK 37: PŘENOS ODLITKŮ NA KONEČNOU ÚPRAVU .....	52
OBRÁZEK 38: SUBSYSTÉM SUBSPOJKOMPLETY .....	53
OBRÁZEK 39: KONEČNÁ ÚPRAVA.....	53
OBRÁZEK 40: PŘENOS VÝROBKŮ NA KONEČNOU KONTROLU A BALENÍ.....	54
OBRÁZEK 41: KONEČNÁ KONTROLA A BALENÍ .....	54
OBRÁZEK 42: ZÁZNAMY DO TISKOVÉHO REPORTU.....	55
OBRÁZEK 43: INFORMAČNÍ TABULE .....	56

### Tabulky

TABULKA 1: STRUKTURA ZAMĚSTNANCŮ .....	13
TABULKA 2: OBJEM PLÁNOVANÉ VÝROBY .....	34

## Grafy

GRAF 1: HUSTOTA PRAVDĚPODOBNOTI – ROVNOMĚRNÉ ROZDĚLENÍ .....	35
GRAF 2: HUSTOTA PRAVDĚPODOBNOTI – LOGARITMICKO-NORMÁLNÍ ROZDĚLENÍ .....	36
GRAF 3: HUSTOTA PRAVDĚPODOBNOTI – EXPONENCIÁLNÍ ROZDĚLENÍ .....	37

## Přílohová sekce

### Obrázky

PŘÍLOHA - OBRÁZEK 1: PLÁN BUDOVY – PRVNÍ PODLAŽÍ .....	72
PŘÍLOHA - OBRÁZEK 2: PLÁN BUDOVY – DRUHÉ PODLAŽÍ .....	73
PŘÍLOHA - OBRÁZEK 3: SÍŤOVÝ GRAF – TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY 7085 1155 05 .....	74
PŘÍLOHA - OBRÁZEK 4: SÍŤOVÝ GRAF – KOMBINOVANÝ TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY VÝROBKŮ 1 AŽ 4 .....	75
PŘÍLOHA - OBRÁZEK 5: VÝVOJOVÝ DIAGRAM SIMULAČNÍHO PROJEKTU .....	76
PŘÍLOHA - OBRÁZEK 6: MODEL VÝROBNÍHO SYSTÉMU .....	77
PŘÍLOHA - OBRÁZEK 7: PRVOTNÍ SIMULAČNÍ MODEL PRO VÝROBEK 7042 0503 45 .....	78

### Tabulky

PŘÍLOHA - TABULKA 1: VÝROBNÍ SORTIMENT .....	79
PŘÍLOHA - TABULKA 2: MĚŘENÍ ČASŮ VYBRANÝCH OPERACÍ .....	80
PŘÍLOHA - TABULKA 3: STANOVENÍ POČTU TŘÍD .....	81
PŘÍLOHA - TABULKA 4: JEDNOTLIVÉ TŘÍDY .....	81
PŘÍLOHA - TABULKA 5: HISTOGRAMY A TESTY HYPOTÉZ (CELKEM 9) .....	81
PŘÍLOHA - TABULKA 6: POROVNÁNÍ KALKULAČNÍCH A SIMULAČNÍCH DAT (VALIDACE SIM. MODELU) .....	91
PŘÍLOHA - TABULKA 7: POROVNÁNÍ SIMULAČNÍCH DAT (CENY) – DETERMINISTICKO/STOCHASTICKÝ VS. DETERMINISTICKÝ MODEL .....	92
PŘÍLOHA - TABULKA 8: KALKULACE ODLITKU 8042 0161 00 (1) .....	93
PŘÍLOHA - TABULKA 9: KALKULACE VÝROBKU 7042 0576 59 (1) .....	94
PŘÍLOHA - TABULKA 10: KALKULACE ODLITKU 8042 0202 00 (2) .....	95
PŘÍLOHA - TABULKA 11: KALKULACE VÝROBKU 7042 0503 45 (2) .....	96
PŘÍLOHA - TABULKA 12: KALKULACE ODLITKU 8061 1514 00 (3) .....	97
PŘÍLOHA - TABULKA 13: KALKULACE VÝROBKU 7061 1514 01 (3) .....	98
PŘÍLOHA - TABULKA 14: KALKULACE ODLITKU 8085 0936 00 (4) .....	99
PŘÍLOHA - TABULKA 15: KALKULACE VÝROBKU 7085 0936 01 (4) .....	100
PŘÍLOHA - TABULKA 16: KALKULACE ODLITKU 8085 1206 00 (5_1) .....	101
PŘÍLOHA - TABULKA 17: KALKULACE ODLITKU 8085 1207 00 (5_2) .....	101
PŘÍLOHA - TABULKA 18: KALKULACE ODLITKU 8085 1208 00 (5_3) .....	102
PŘÍLOHA - TABULKA 19: KALKULACE ODLITKU 8085 1209 00 (5_4) .....	102
PŘÍLOHA - TABULKA 20: KALKULACE ODLITKU 8085 1210 00 (5_5) .....	103
PŘÍLOHA - TABULKA 21: KALKULACE ODLITKU 8085 1211 00 (5_6) .....	103
PŘÍLOHA - TABULKA 22: KALKULACE ODLITKU 8085 1213 00 (5_7) .....	104
PŘÍLOHA - TABULKA 23: KALKULACE VÝROBKU 7085 1155 05 (5) .....	105

## Grafy

PŘÍLOHA - GRAF 1 PROCENTUELNÍ ROZDĚLENÍ ZAMĚSTNANCŮ DLE JEDNOTLIVÝCH ODDĚLENÍ .....	106
PŘÍLOHA - GRAF 2 NAMĚŘENÉ ČASY – ODLÉVÁNÍ FOREM .....	107
PŘÍLOHA - GRAF 3 NAMĚŘENÉ ČASY – VRTÁNÍ ODLITKŮ .....	108

## Implementační dokumentace

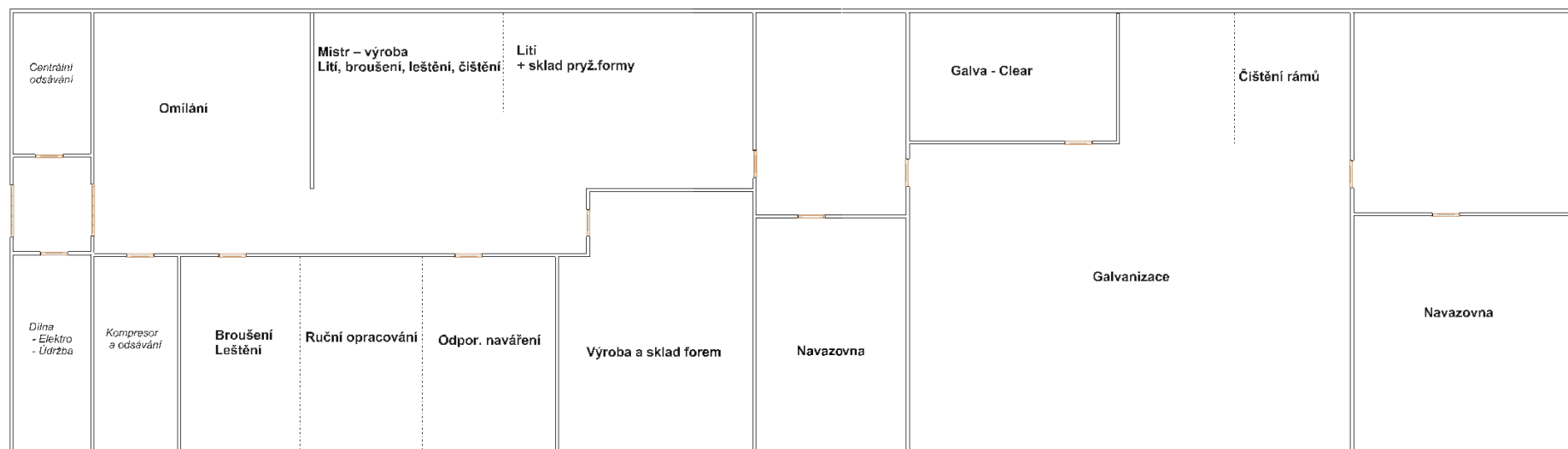
ZDROJE.....	109
ENTITY .....	109
<i>Atributy entit získané v generátoru vstupních entit</i> .....	109
<i>Atributy entit získané v průběhu simulace</i> .....	110
PROMĚNNÉ .....	110
POPIS PROMĚNNÝCH.....	111
<i>varPocetVyrobku</i> .....	111
<i>varVyroba</i> .....	111
<i>varVyroba7085</i> .....	112
<i>varPoradiVyroby</i> .....	112
<i>varOperaceCasy</i> .....	112
<i>varOperaceCasy7085</i> .....	112
<i>varProm</i> .....	113
<i>varProm2</i> .....	113
<i>varPocetForemOdlitku7085</i> .....	113
<i>varKompletovani7085</i> .....	114
<i>varPredchoziForma</i> .....	114
<i>varFormal</i> .....	114
<i>varPrepinaniLiti</i> .....	114
<i>varNaklady_Odlitek</i> .....	115
<i>varKalkulaceOdlitky</i> .....	115
<i>varKalkulaceFinal</i> .....	115
<i>varNaklady_final</i> .....	116
<i>varNavazovani</i> .....	116
<i>varKonec</i> .....	116
<i>varRozdeleniOdl</i> .....	116
<i>varRozdeleniVrtani</i> .....	116
<i>varTarfiniMzdy</i> .....	117
DETAILNÍ POPIS MODELU .....	118
<i>Generátor vstupních entit</i> .....	118
<i>Subsystém UvolnovaniDoVyroby</i> .....	118
<i>subOdlitky5</i> .....	120
<i>Vsunutí kovodilu do formy</i> .....	122
<i>Přepnutí odlévacího stroje</i> .....	123
<i>Odlévání, odlamování a kontrola</i> .....	123
<i>Přenos odlitků na šábrování, vrtání, broušení, leštění</i> .....	124
<i>Zasílání signálů pro přenos odlitků</i> .....	125
<i>Šábrování, Vrtání, Broušení, Leštění</i> .....	125
<i>Omílání</i> .....	126
<i>Zasílání signálů pro Omílání</i> .....	126
<i>Přenos odlitků na Letování, bodování, montování dílů</i> .....	127
<i>Letování, bodování, montování dílů</i> .....	127
<i>Celkové náklady odlitku</i> .....	129
<i>Přenos odlitků na navazování</i> .....	130
<i>subPrenosNGS</i> .....	131
<i>Navazování, Galvanizace, Svěšování</i> .....	131
<i>Přenos odlitků na konečnou úpravu</i> .....	132
<i>subSignalyPrenosKU</i> .....	132
<i>Konečná úprava</i> .....	133
<i>Přenos výrobků na konečnou kontrolu a balení</i> .....	134
<i>Konečná kontrola &amp; Balení</i> .....	134
<i>Záznamy do tiskového reportu</i> .....	135
SEZNAM PROCESŮ .....	138
SEZNAM SUBMODELŮ .....	139
ZKRATKY PŘED A V NÁZVU PROCESŮ .....	139
DALŠÍ ZKRATKY .....	139

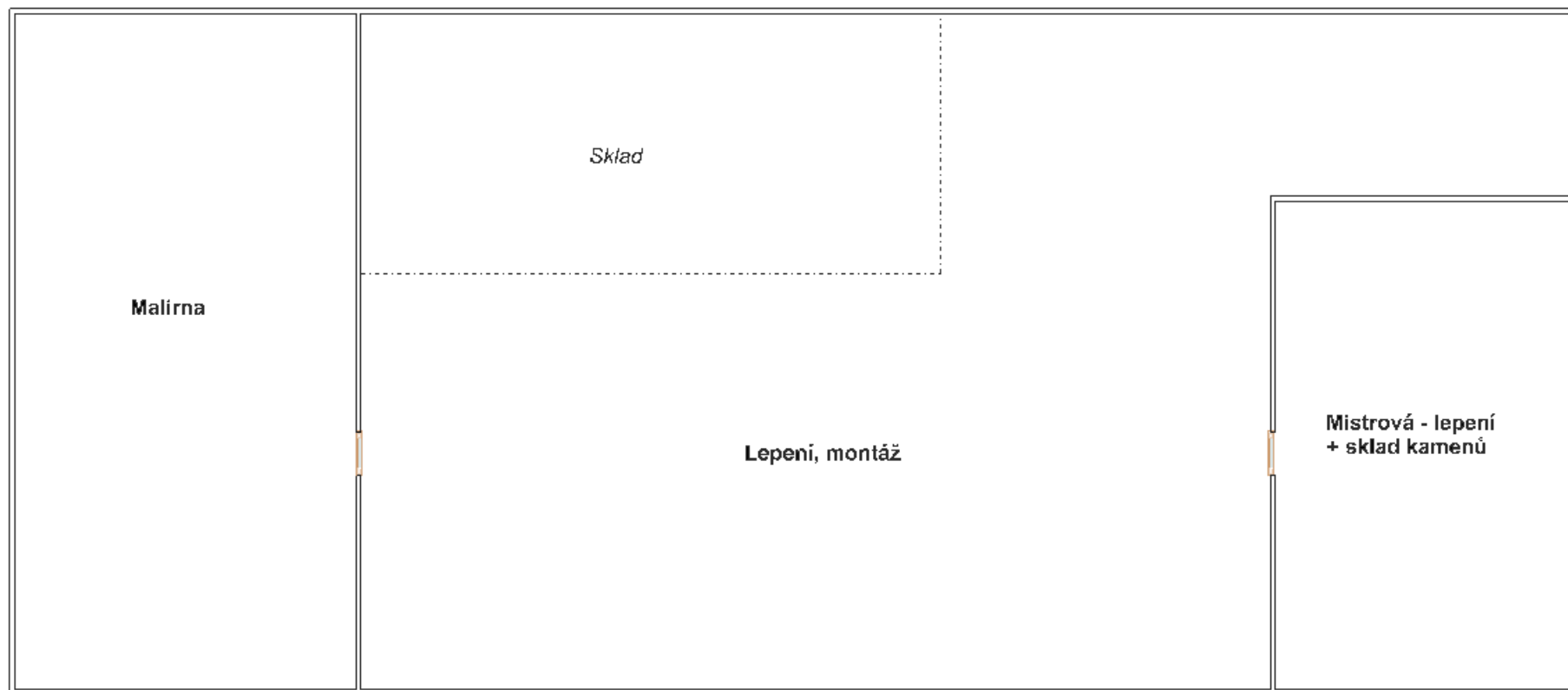


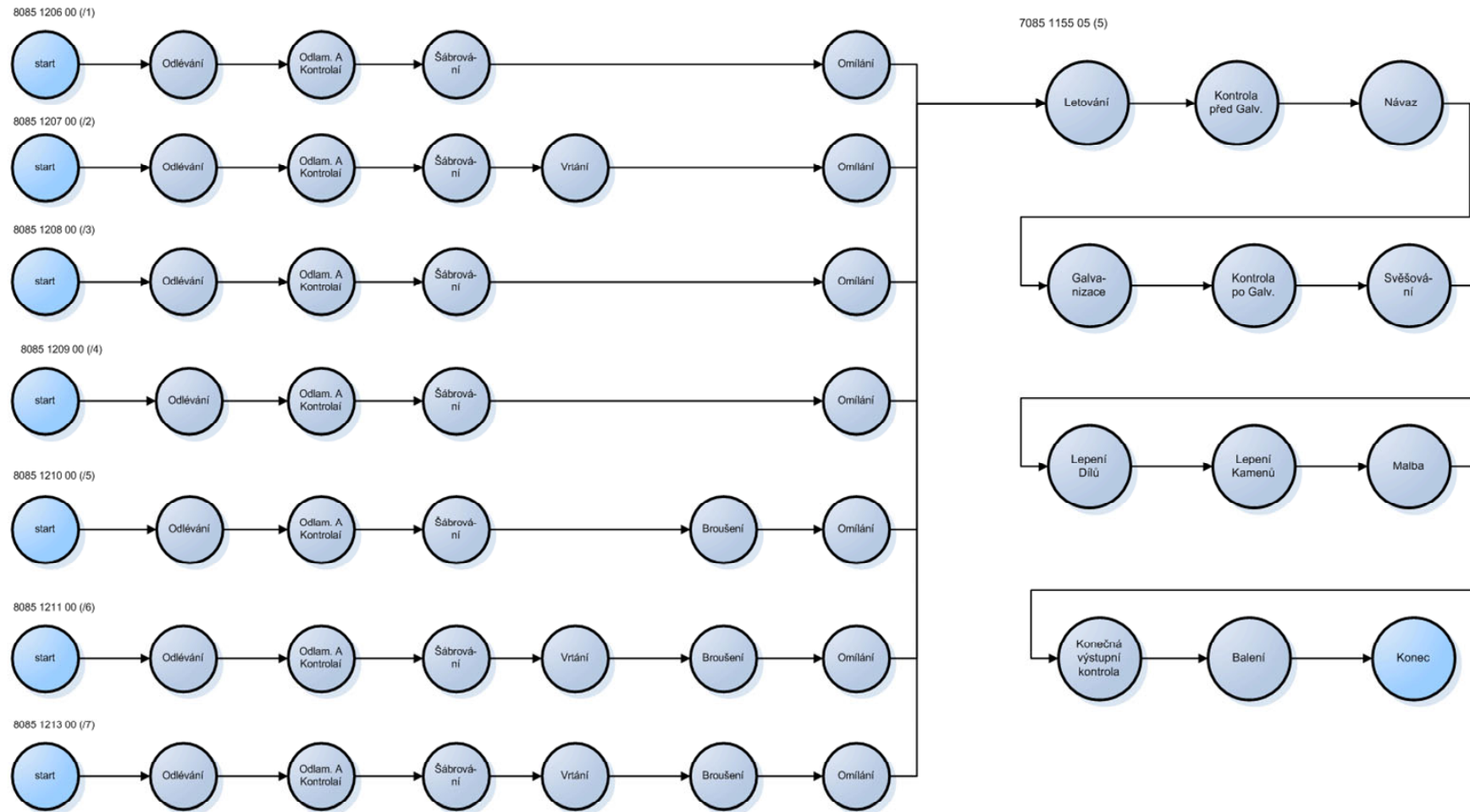
## **Přílohy**

## Obrázky

**Příloha - Obrázek 1:**  
Plán budovy – první podlaží

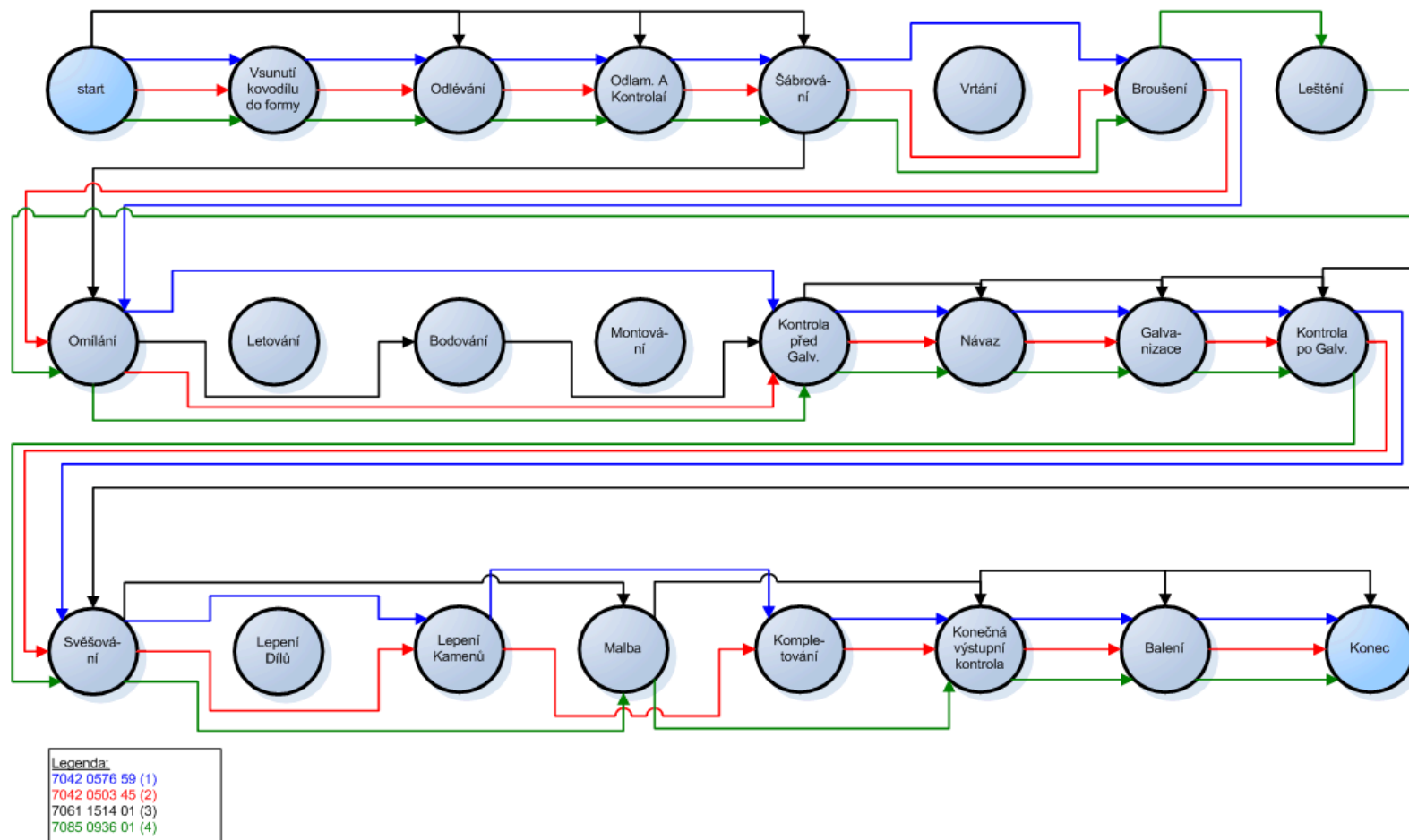


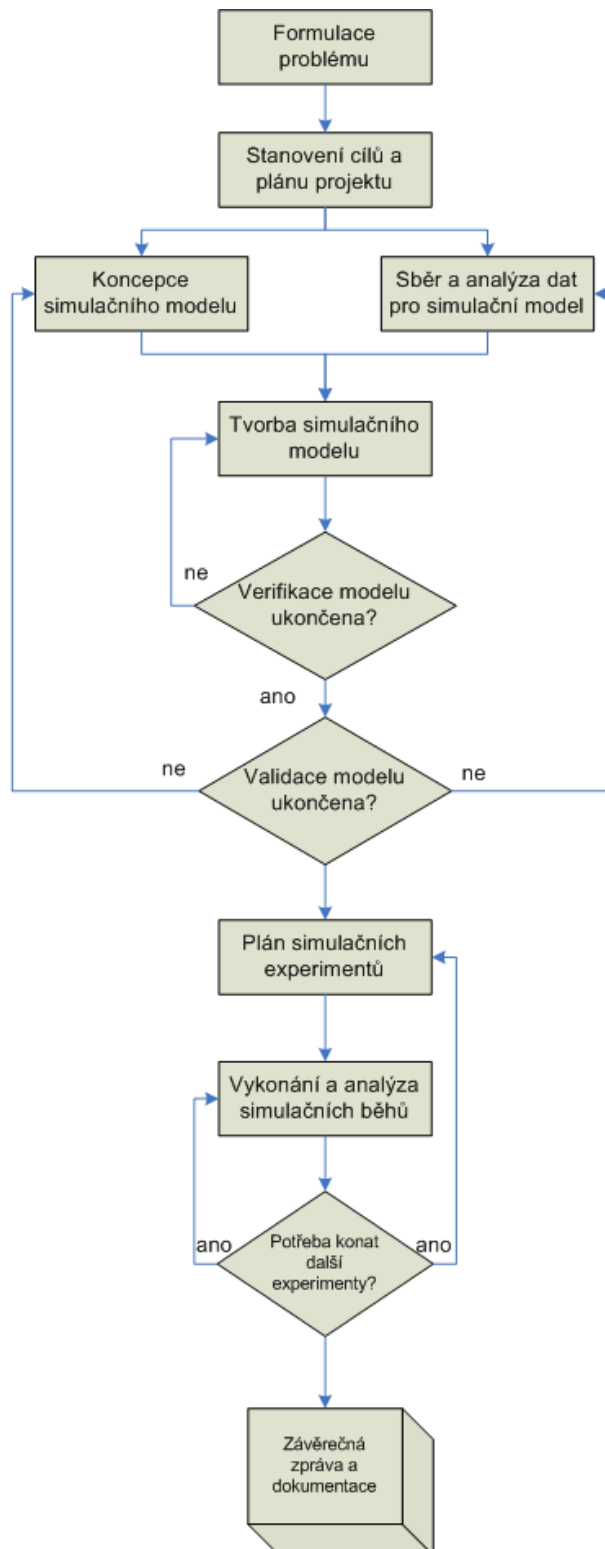




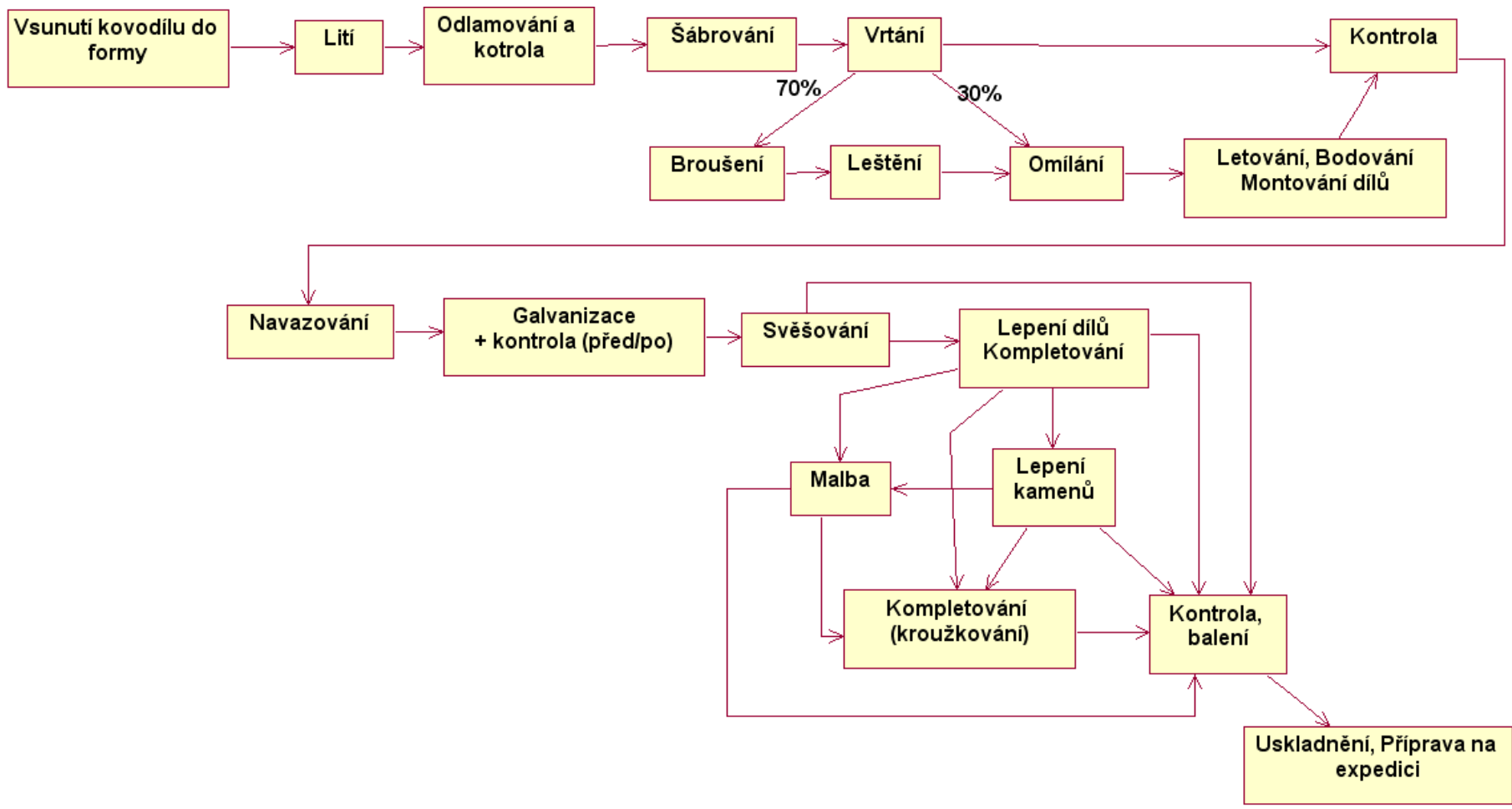
Příloha - Obrázek 4:

Síťový graf – kombinovaný technologický postup výroby výrobků 1 až 4





Příloha - Obrázek 6:  
Model výrobního systému







## Tabulky

Příloha - Tabulka 1:  
Výrobní sortiment

### BJC a bižuterie

Číslo	Druh artiklu
7013	kovodíl, záponka
7019	kyselé zlato (na vše)
7031	náhrdelník
7040	náušnice klips
7041	náušnice puzeta
7051	náramek
7061	brož
7071	prsten
7080	čelenka
7081	přívěsek
7082	kloboukové jehlice
7083	vlasová jehlice
7091	tlač. pin (Scatter pins), kravatová spona
7099	manžetový knoflík
80xx	surový díl, odlitek, polotovar, polotovar s povrchovou úpravou
77xx	výrobky zakoupené u firmy Silka a.s., BČM a.s.
7730	BOLA

### Galanterie a ostatní

Číslo	Druh artiklu
7085	stojánky, těžítka, figurky, nůž na dopisy, lupy a zrcátka
7086	kůže
7088	šátkové spony
7089	spony, puzzle
7095	knoflíky

**Příloha - Tabulka 2:**  
Měření časů vybraných operací

Měření	SLEDOVANÉ OPERACE								
	Odlévání Výrobek (forma)						Vrtání Výrobek (jen pátý)		
	1	2	3	4	5_1	5_2	5_2	5_6	5_7
Časy	0:02:30	0:02:09	0:05:45	0:02:55	0:01:51	0:01:41	0:00:03	0:00:09	0:00:03
	0:02:03	0:02:01	0:05:37	0:02:46	0:01:46	0:01:45	0:00:02	0:00:08	0:00:03
	0:02:10	0:01:45	0:05:36	0:02:20	0:01:20	0:01:20	0:00:02	0:00:10	0:00:02
	0:01:55	0:01:30	0:05:30	0:02:50	0:01:44	0:01:39	0:00:07	0:00:06	0:00:03
	0:01:40	0:01:20	0:05:25	0:02:35	0:01:41	0:01:55	0:00:05	0:00:08	0:00:03
	0:01:59	0:01:26	0:05:50	0:02:21	0:01:39	0:01:23	0:00:03	0:00:07	0:00:06
	0:01:50	0:01:40	0:05:15	0:02:49	0:01:59	0:01:39	0:00:08	0:00:15	0:00:04
	0:02:15	0:01:57	0:05:20	0:02:20	0:01:20	0:01:35	0:00:07	0:00:06	0:00:07
	0:02:15	0:01:25	0:05:50	0:02:29	0:01:50	0:01:30	0:00:09	0:00:09	0:00:08
	0:01:50	0:01:45	0:05:30	0:02:39	0:01:27	0:01:36	0:00:04	0:00:07	0:00:10
	0:01:54	0:01:15	0:05:45	0:03:05	0:01:25	0:01:39	0:00:10	0:00:10	0:00:12
	0:01:45	0:01:30	0:05:57	0:02:29	0:01:35	0:01:55	0:00:05	0:00:11	0:00:12
	0:02:02	0:01:53	0:05:15	0:03:01	0:01:45	0:01:25	0:00:02	0:00:08	0:00:09
	0:02:23	0:01:25	0:05:39	0:02:55	0:01:55	0:01:29	0:00:02	0:00:09	0:00:02
	0:02:00	0:01:30	0:05:30	0:02:50	0:01:30	0:01:38	0:00:07	0:00:15	0:00:03
	0:01:55	0:02:10	0:05:19	0:02:30	0:01:40	0:01:45	0:00:06	0:00:13	0:00:04
	0:01:55	0:01:23	0:05:20	0:03:09	0:01:23	0:01:40	0:00:06	0:00:16	0:00:04
	0:01:58	0:01:10	0:05:20	0:02:49	0:01:30	0:01:36	0:00:09	0:00:06	0:00:03
							0:00:04	0:00:17	0:00:06
							0:00:03	0:00:14	0:00:03
							0:00:03	0:00:16	0:00:03
							0:00:05	0:00:08	0:00:10
							0:00:04	0:00:09	0:00:05
							0:00:05	0:00:09	0:00:04
							0:00:07	0:00:10	0:00:03
							0:00:09	0:00:11	0:00:06
							0:00:04	0:00:14	0:00:03
							0:00:08	0:00:13	0:00:03
							0:00:05	0:00:14	0:00:08
							0:00:04	0:00:11	0:00:03
						0:00:08	0:00:09	0:00:09	
						0:00:10	0:00:09	0:00:02	
						0:00:09	0:00:07	0:00:03	
						0:00:08	0:00:09	0:00:02	
						0:00:08	0:00:08	0:00:10	
						0:00:03	0:00:09	0:00:04	
						0:00:02	0:00:14	0:00:12	
						0:00:03	0:00:11	0:00:11	
						0:00:02	0:00:12	0:00:02	
						0:00:04	0:00:08	0:00:02	
<b>Průměr</b>	0:02:01	0:01:37	0:05:32	0:02:43	0:01:38	0:01:37	0:00:05	0:00:10	0:00:05

**Dle norem**

na 100ks	0:10:00	0:10:00	0:55:00	1:10:00	0:28:00	0:33:00	0:05:00	0:15:00	0:05:00
na formu	0:02:00	0:01:30	0:05:30	0:02:48	0:01:41	0:01:39	-	-	-
na odlitek	0:00:06	0:00:06	0:00:33	0:00:42	0:00:17	0:00:20	0:00:03	0:00:09	0:00:03

Výrobků ve formě	20	15	10	4	6	5	-	-	-
Počet forem	2	2	2	2	2	2	-	-	-

**Příloha - Tabulka 3:**  
Stanovení počtu tříd

	Odlévání						Vrtání		
	Výrobek (forma)						Výrobek (jen pátý)		
	1	2	3	4	5_1	5_2	5_2	5_6	5_7
<b>Počet tříd (Sturgessovo pravidlo)</b>	5.14	5.14	5.14	5.14	5.14	5.14	6.29	6.29	6.29
	5	5	5	5	5	5	6	6	6
<b>Maximum</b>	150	130	357	189	119	115	10	17	12
<b>Minimum</b>	100	70	315	140	80	80	2	6	2
<b>Interval</b>	10	12	8.4	9.8	7.8	7	1.33	1.83	1.67

**Příloha - Tabulka 4:**  
Jednotlivé třídy

**Třídy**

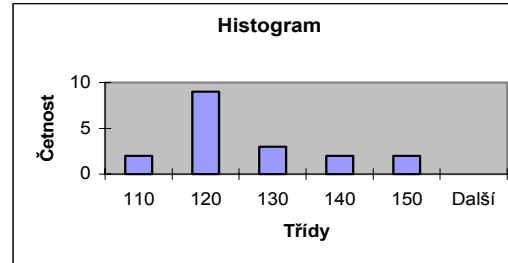
	Odlévání						Vrtání		
	Výrobek (forma)						Výrobek (jen pátý)		
	1	2	3	4	5_1	5_2	5_2	5_6	5_7
110	82	323	149.8	88	87	3	8	4	
120	94	332	159.6	96	94	5	10	5	
130	106	340	169.4	103	101	6	12	7	
140	118	349	179.2	111	108	7	13	9	
150	130	357	189.0	119	115	9	15	10	
						10	17	12	

**Příloha - Tabulka 5:**  
Histogramy a testy hypotéz (celkem 9)

*Následujících devět stran.*

**Odlévání - Výrobek 1**

Třída	Četnost
110	2
120	9
130	3
140	2
150	2
Další	0



KH při alfa 0.05 **0.309**

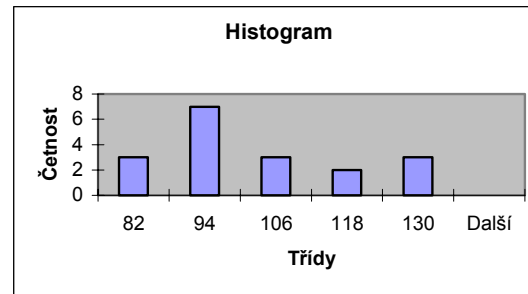
i	x	Rovnoměrné					
		(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl		
1	100	0.00	0.06	0	0.00	0.06	
2	105	0.06	0.11	0.1	0.04	0.01	
3	110	0.11	0.17	0.2	0.09	0.03	
4	110	0.17	0.22	0.2	0.03	0.02	
5	114	0.22	0.28	0.28	0.06	0.00	
6	115	0.28	0.33	0.3	0.02	0.03	
7	115	0.33	0.39	0.3	0.03	0.09	
8	115	0.39	0.44	0.3	0.09	0.14	
9	118	0.44	0.50	0.36	0.08	0.14	
10	119	0.50	0.56	0.38	0.12	0.18	
11	120	0.56	0.61	0.4	0.16	0.21	
12	122	0.61	0.67	0.44	0.17	0.23	
13	123	0.67	0.72	0.46	0.21	0.26	
14	130	0.72	0.78	0.6	0.12	0.18	
15	135	0.78	0.83	0.7	0.08	0.13	
16	135	0.83	0.89	0.7	0.13	0.19	
17	143	0.89	0.94	0.86	0.03	0.08	
18	150	0.94	1.00	1	0.06	0.00	
průměr	121.06					KH	0.26
sm. odchylka	13.09						
počet	18						

i	ln(x)	Logaritmicke normální					
		(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl		
1	4.61	0.00	0.06	0.04	0.04	0.02	
2	4.65	0.06	0.11	0.10	0.04	0.01	
3	4.70	0.11	0.17	0.20	0.09	0.03	
4	4.70	0.17	0.22	0.20	0.03	0.03	
5	4.74	0.22	0.28	0.30	0.08	0.02	
6	4.74	0.28	0.33	0.33	0.05	0.00	
7	4.74	0.33	0.39	0.33	0.00	0.06	
8	4.74	0.39	0.44	0.33	0.06	0.11	
9	4.77	0.44	0.50	0.42	0.02	0.08	
10	4.78	0.50	0.56	0.46	0.04	0.10	
11	4.79	0.56	0.61	0.49	0.07	0.12	
12	4.80	0.61	0.67	0.55	0.06	0.12	
13	4.81	0.67	0.72	0.58	0.09	0.14	
14	4.87	0.72	0.78	0.77	0.04	0.01	
15	4.91	0.78	0.83	0.86	0.08	0.03	
16	4.91	0.83	0.89	0.86	0.03	0.03	
17	4.96	0.89	0.94	0.95	0.06	0.00	
18	5.01	0.94	1.00	0.98	0.04	0.02	
průměr	4.79					KH	0.14
sm. odchylka	0.11						

i	x	Exponenciální					
		(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl		
1	100	0.00	0.06	0.56	0.56	0.51	
2	105	0.06	0.11	0.58	0.52	0.47	
3	110	0.11	0.17	0.60	0.49	0.43	
4	110	0.17	0.22	0.60	0.43	0.37	
5	114	0.22	0.28	0.61	0.39	0.33	
6	115	0.28	0.33	0.61	0.34	0.28	
7	115	0.33	0.39	0.61	0.28	0.22	
8	115	0.39	0.44	0.61	0.22	0.17	
9	118	0.44	0.50	0.62	0.18	0.12	
10	119	0.50	0.56	0.63	0.13	0.07	
11	120	0.56	0.61	0.63	0.07	0.02	
12	122	0.61	0.67	0.63	0.02	0.03	
13	123	0.67	0.72	0.64	0.03	0.08	
14	130	0.72	0.78	0.66	0.06	0.12	
15	135	0.78	0.83	0.67	0.11	0.16	
16	135	0.83	0.89	0.67	0.16	0.22	
17	143	0.89	0.94	0.69	0.20	0.25	
18	150	0.94	1.00	0.71	0.23	0.29	
						KH	0.56

### Odlévání - Výrobek 2

Třída	Četnost
82	3
94	7
106	3
118	2
130	3
Další	0



KH při alfa 0.05 **0.309**

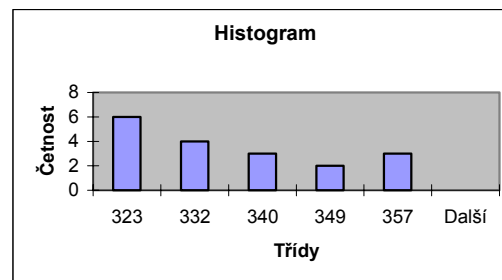
		Rovnoměrné				
i	x	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl	
1	70	0.00	0.06	0.00	0.00	0.06
2	75	0.06	0.11	0.08	0.03	0.03
3	80	0.11	0.17	0.17	0.06	0.00
4	83	0.17	0.22	0.22	0.05	0.01
5	85	0.22	0.28	0.25	0.03	0.03
6	85	0.28	0.33	0.25	0.03	0.08
7	86	0.33	0.39	0.27	0.07	0.12
8	90	0.39	0.44	0.33	0.06	0.11
9	90	0.44	0.50	0.33	0.11	0.17
10	90	0.50	0.56	0.33	0.17	0.22
11	100	0.56	0.61	0.50	0.06	0.11
12	105	0.61	0.67	0.58	0.03	0.08
13	105	0.67	0.72	0.58	0.08	0.14
14	113	0.72	0.78	0.72	0.01	0.06
15	117	0.78	0.83	0.78	0.01	0.05
16	121	0.83	0.89	0.85	0.02	0.04
17	129	0.89	0.94	0.98	0.09	0.04
18	130	0.94	1.00	1.00	0.06	0.00
průměr 97.44		KH 0.22				
sm. odchylka 18.36						
počet 18.00						

		Logaritmicke normální				
i	ln(x)	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl	
1	4.25	0.00	0.06	0.05	0.05	0.01
2	4.32	0.06	0.11	0.09	0.04	0.02
3	4.38	0.11	0.17	0.16	0.05	0.00
4	4.42	0.17	0.22	0.22	0.05	0.00
5	4.44	0.22	0.28	0.26	0.04	0.02
6	4.44	0.28	0.33	0.26	0.02	0.07
7	4.45	0.33	0.39	0.28	0.05	0.11
8	4.50	0.39	0.44	0.37	0.02	0.08
9	4.50	0.44	0.50	0.37	0.08	0.13
10	4.50	0.50	0.56	0.37	0.13	0.19
11	4.61	0.56	0.61	0.59	0.03	0.02
12	4.65	0.61	0.67	0.69	0.08	0.02
13	4.65	0.67	0.72	0.69	0.02	0.03
14	4.73	0.72	0.78	0.81	0.09	0.03
15	4.76	0.78	0.83	0.86	0.08	0.03
16	4.80	0.83	0.89	0.90	0.06	0.01
17	4.86	0.89	0.94	0.95	0.06	0.00
18	4.87	0.94	1.00	0.95	0.01	0.05
průměr 4.56		KH 0.19				
sm. odchylka 0.19						

		Exponenciální				
i	x	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl	
1	70	0.00	0.06	0.51	0.51	0.46
2	75	0.06	0.11	0.54	0.48	0.43
3	80	0.11	0.17	0.56	0.45	0.39
4	83	0.17	0.22	0.57	0.41	0.35
5	85	0.22	0.28	0.58	0.36	0.30
6	85	0.28	0.33	0.58	0.30	0.25
7	86	0.33	0.39	0.59	0.25	0.20
8	90	0.39	0.44	0.60	0.21	0.16
9	90	0.44	0.50	0.60	0.16	0.10
10	90	0.50	0.56	0.60	0.10	0.05
11	100	0.56	0.61	0.64	0.09	0.03
12	105	0.61	0.67	0.66	0.05	0.01
13	105	0.67	0.72	0.66	0.01	0.06
14	113	0.72	0.78	0.69	0.04	0.09
15	117	0.78	0.83	0.70	0.08	0.13
16	121	0.83	0.89	0.71	0.12	0.18
17	129	0.89	0.94	0.73	0.16	0.21
18	130	0.94	1.00	0.74	0.21	0.26
		KH 0.51				

### Odlévání - Výrobek 3

Třída	Četnost
323	6
332	4
340	3
349	2
357	3
Další	0



KH při alfa 0.05 **0.309**

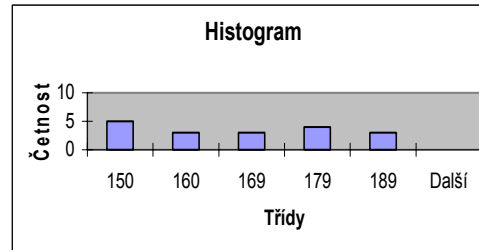
		Rovnoměrné				
i	x	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl	
1	315	0.00	0.06	0.00	0.00	0.06
2	315	0.06	0.11	0.00	0.06	0.11
3	319	0.11	0.17	0.10	0.02	0.07
4	320	0.17	0.22	0.12	0.05	0.10
5	320	0.22	0.28	0.12	0.10	0.16
6	320	0.28	0.33	0.12	0.16	0.21
7	325	0.33	0.39	0.24	0.10	0.15
8	330	0.39	0.44	0.36	0.03	0.09
9	330	0.44	0.50	0.36	0.09	0.14
10	330	0.50	0.56	0.36	0.14	0.20
11	336	0.56	0.61	0.50	0.06	0.11
12	337	0.61	0.67	0.52	0.09	0.14
13	339	0.67	0.72	0.57	0.10	0.15
14	345	0.72	0.78	0.71	0.01	0.06
15	345	0.78	0.83	0.71	0.06	0.12
16	350	0.83	0.89	0.83	0.00	0.06
17	350	0.89	0.94	0.83	0.06	0.11
18	357	0.94	1.00	1.00	0.06	0.00
průměr 332.39					KH 0.21	
sm. odchylka 13.15						
počet 18.00						

		Logaritmicko normální					
i	ln(x)	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl		
1	5.75	0.00	0.06	0.09	0.09	0.03	
2	5.75	0.06	0.11	0.09	0.03	0.02	
3	5.77	0.11	0.17	0.15	0.04	0.01	
4	5.77	0.17	0.22	0.17	0.01	0.05	
5	5.77	0.22	0.28	0.17	0.05	0.11	
6	5.77	0.28	0.33	0.17	0.11	0.16	
7	5.78	0.33	0.39	0.29	0.04	0.10	
8	5.80	0.39	0.44	0.43	0.05	0.01	
9	5.80	0.44	0.50	0.43	0.01	0.07	
10	5.80	0.50	0.56	0.43	0.07	0.12	
11	5.82	0.56	0.61	0.62	0.06	0.00	
12	5.82	0.61	0.67	0.64	0.03	0.02	
13	5.83	0.67	0.72	0.70	0.03	0.02	
14	5.84	0.72	0.78	0.83	0.11	0.05	
15	5.84	0.78	0.83	0.83	0.05	0.00	
16	5.86	0.83	0.89	0.91	0.07	0.02	
17	5.86	0.89	0.94	0.91	0.02	0.04	
18	5.88	0.94	1.00	0.97	0.02	0.03	
průměr 5.81						KH 0.16	
sm. odchylka 0.04							

		Exponenciální					
i	x	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl		
1	315	0.00	0.06	0.61	0.61	0.56	
2	315	0.06	0.11	0.61	0.56	0.50	
3	319	0.11	0.17	0.62	0.51	0.45	
4	320	0.17	0.22	0.62	0.45	0.40	
5	320	0.22	0.28	0.62	0.40	0.34	
6	320	0.28	0.33	0.62	0.34	0.28	
7	325	0.33	0.39	0.62	0.29	0.23	
8	330	0.39	0.44	0.63	0.24	0.19	
9	330	0.44	0.50	0.63	0.19	0.13	
10	330	0.50	0.56	0.63	0.13	0.07	
11	336	0.56	0.61	0.64	0.08	0.02	
12	337	0.61	0.67	0.64	0.03	0.03	
13	339	0.67	0.72	0.64	0.03	0.08	
14	345	0.72	0.78	0.65	0.08	0.13	
15	345	0.78	0.83	0.65	0.13	0.19	
16	350	0.83	0.89	0.65	0.18	0.24	
17	350	0.89	0.94	0.65	0.24	0.29	
18	357	0.94	1.00	0.66	0.29	0.34	
						KH 0.61	

**Odlévání - Výrobek 4**

Třída	Četnost
150	5
160	3
169	3
179	4
189	3
Další	0



KH při alfa 0.05 **0.309**

		Rovnoměrné				
i	x	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl	
1	140	0.00	0.06	0.00	0.00	0.06
2	140	0.06	0.11	0.00	0.06	0.11
3	141	0.11	0.17	0.02	0.09	0.15
4	149	0.17	0.22	0.18	0.02	0.04
5	149	0.22	0.28	0.18	0.04	0.09
6	150	0.28	0.33	0.20	0.07	0.13
7	155	0.33	0.39	0.31	0.03	0.08
8	159	0.39	0.44	0.39	0.00	0.06
9	166	0.44	0.50	0.53	0.09	0.03
10	169	0.50	0.56	0.59	0.09	0.04
11	169	0.56	0.61	0.59	0.04	0.02
12	170	0.61	0.67	0.61	0.00	0.05
13	170	0.67	0.72	0.61	0.05	0.11
14	175	0.72	0.78	0.71	0.01	0.06
15	175	0.78	0.83	0.71	0.06	0.12
16	181	0.83	0.89	0.84	0.00	0.05
17	185	0.89	0.94	0.92	0.03	0.03
18	189	0.94	1.00	1.00	0.06	0.00
průměr	162.89					KH 0.15
sm. odchylka	15.59					
počet	18					

		Logaritmicko normální				
i	ln(x)	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl	
1	4.94	0.00	0.06	0.07	0.07	0.02
2	4.94	0.06	0.11	0.07	0.02	0.04
3	4.95	0.11	0.17	0.08	0.03	0.08
4	5.00	0.17	0.22	0.19	0.02	0.03
5	5.00	0.22	0.28	0.19	0.03	0.09
6	5.01	0.28	0.33	0.21	0.07	0.13
7	5.04	0.33	0.39	0.30	0.03	0.09
8	5.07	0.39	0.44	0.39	0.00	0.06
9	5.11	0.44	0.50	0.54	0.10	0.04
10	5.13	0.50	0.56	0.61	0.11	0.05
11	5.13	0.56	0.61	0.61	0.05	0.00
12	5.14	0.61	0.67	0.63	0.02	0.04
13	5.14	0.67	0.72	0.63	0.04	0.09
14	5.16	0.72	0.78	0.72	0.00	0.06
15	5.16	0.78	0.83	0.72	0.06	0.11
16	5.20	0.83	0.89	0.81	0.02	0.07
17	5.22	0.89	0.94	0.86	0.03	0.08
18	5.24	0.94	1.00	0.90	0.04	0.10
průměr	5.09					KH 0.13
sm. odchylka	0.10					

		Exponenciální				
i	x	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl	
1	140	0.00	0.06	0.58	0.58	0.52
2	140	0.06	0.11	0.58	0.52	0.47
3	141	0.11	0.17	0.58	0.47	0.41
4	149	0.17	0.22	0.60	0.43	0.38
5	149	0.22	0.28	0.60	0.38	0.32
6	150	0.28	0.33	0.60	0.32	0.27
7	155	0.33	0.39	0.61	0.28	0.22
8	159	0.39	0.44	0.62	0.23	0.18
9	166	0.44	0.50	0.64	0.19	0.14
10	169	0.50	0.56	0.65	0.15	0.09
11	169	0.56	0.61	0.65	0.09	0.03
12	170	0.61	0.67	0.65	0.04	0.02
13	170	0.67	0.72	0.65	0.02	0.07
14	175	0.72	0.78	0.66	0.06	0.12
15	175	0.78	0.83	0.66	0.12	0.17
16	181	0.83	0.89	0.67	0.16	0.22
17	185	0.89	0.94	0.68	0.21	0.27
18	189	0.94	1.00	0.69	0.26	0.31
průměr	162.89					KH 0.58
sm. odchylka	15.59					
počet	18					

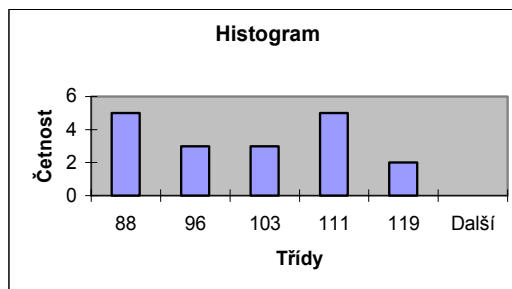
Parametry pro hypotézu dle vypočtených intervalů spolehlivosti

průměr	5.10
sm. odchylka	0.11

Intervaly spolehlivosti ln x  
 střední hodnota 4.89 5.28  
 sm. odchylka 0.08 0.12

### Odlévání - Výrobek 5\_1

Třída	Četnost
88	5
96	3
103	3
111	5
119	2
Další	0



KH při alfa 0.05 **0.309**

		Rovnoměrné					
i	x	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl		
1	80	0.00	0.06	0	0.00	0.06	
2	80	0.06	0.11	0	0.06	0.11	
3	83	0.11	0.17	0.08	0.03	0.09	
4	85	0.17	0.22	0.13	0.04	0.09	
5	87	0.22	0.28	0.18	0.04	0.10	
6	90	0.28	0.33	0.26	0.02	0.08	
7	90	0.33	0.39	0.26	0.08	0.13	
8	95	0.39	0.44	0.38	0.00	0.06	
9	99	0.44	0.50	0.49	0.04	0.01	
10	100	0.50	0.56	0.51	0.01	0.04	
11	101	0.56	0.61	0.54	0.02	0.07	
12	104	0.61	0.67	0.62	0.00	0.05	
13	105	0.67	0.72	0.64	0.03	0.08	
14	106	0.72	0.78	0.67	0.06	0.11	
15	110	0.78	0.83	0.77	0.01	0.06	
16	111	0.83	0.89	0.79	0.04	0.09	
17	115	0.89	0.94	0.9	0.01	0.05	
18	119	0.94	1.00	1	0.06	0.00	
průměr	97.78					KH 0.13	
sm. odchylka	12.14						
počet	18						

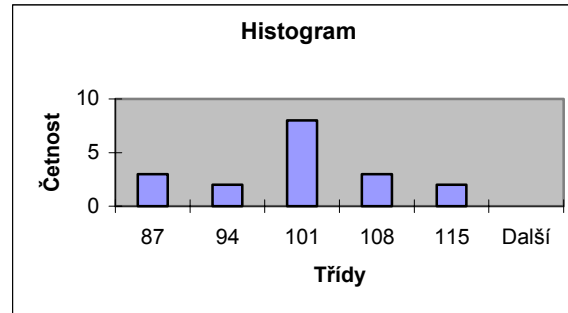
		Logaritmicko normální					
i	ln(x)	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl		
1	4.38	0.00	0.06	0.06	0.06	0.01	
2	4.38	0.06	0.11	0.06	0.01	0.05	
3	4.42	0.11	0.17	0.11	0.01	0.06	
4	4.44	0.17	0.22	0.14	0.02	0.08	
5	4.47	0.22	0.28	0.19	0.03	0.09	
6	4.50	0.28	0.33	0.27	0.00	0.06	
7	4.50	0.33	0.39	0.27	0.06	0.12	
8	4.55	0.39	0.44	0.43	0.04	0.01	
9	4.60	0.44	0.50	0.56	0.12	0.06	
10	4.61	0.50	0.56	0.59	0.09	0.04	
11	4.62	0.56	0.61	0.62	0.07	0.01	
12	4.64	0.61	0.67	0.71	0.10	0.04	
13	4.65	0.67	0.72	0.74	0.07	0.01	
14	4.66	0.72	0.78	0.76	0.04	0.02	
15	4.70	0.78	0.83	0.84	0.06	0.01	
16	4.71	0.83	0.89	0.86	0.02	0.03	
17	4.74	0.89	0.94	0.91	0.02	0.03	
18	4.78	0.94	1.00	0.95	0.00	0.05	
průměr	4.58					KH 0.12	
sm. odchylka	0.13						

		Exponenciální					
i	x	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl		
1	100	0.00	0.06	0.64	0.64	0.58	
2	105	0.06	0.11	0.66	0.60	0.55	
3	110	0.11	0.17	0.68	0.56	0.51	
4	110	0.17	0.22	0.68	0.51	0.45	
5	114	0.22	0.28	0.69	0.47	0.41	
6	115	0.28	0.33	0.69	0.41	0.36	
7	115	0.33	0.39	0.69	0.36	0.30	
8	115	0.39	0.44	0.69	0.30	0.25	
9	118	0.44	0.50	0.70	0.26	0.20	
10	119	0.50	0.56	0.70	0.20	0.15	
11	120	0.56	0.61	0.71	0.15	0.10	
12	122	0.61	0.67	0.71	0.10	0.05	
13	123	0.67	0.72	0.72	0.05	0.01	
14	130	0.72	0.78	0.74	0.01	0.04	
15	135	0.78	0.83	0.75	0.03	0.08	
16	135	0.83	0.89	0.75	0.08	0.14	
17	143	0.89	0.94	0.77	0.12	0.18	
18	150	0.94	1.00	0.78	0.16	0.22	
						KH 0.64	



### Odlévání - Výrobek 5\_2

Třída	Četnost
87	3
94	2
101	8
108	3
115	2
Další	0



KH při alfa 0.05 **0.309**

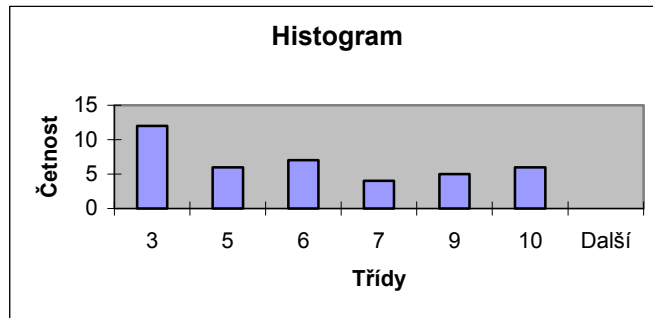
		Rovnoměrné				
i	x	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl	
1	80	0.00	0.06	0	0.00	0.06
2	83	0.06	0.11	0.09	0.03	0.03
3	85	0.11	0.17	0.14	0.03	0.02
4	89	0.17	0.22	0.26	0.09	0.03
5	90	0.22	0.28	0.29	0.06	0.01
6	95	0.28	0.33	0.43	0.15	0.10
7	96	0.33	0.39	0.46	0.12	0.07
8	96	0.39	0.44	0.46	0.07	0.01
9	98	0.44	0.50	0.51	0.07	0.01
10	99	0.50	0.56	0.54	0.04	0.01
11	99	0.56	0.61	0.54	0.01	0.07
12	99	0.61	0.67	0.54	0.07	0.12
13	100	0.67	0.72	0.57	0.10	0.15
14	101	0.72	0.78	0.6	0.12	0.18
15	105	0.78	0.83	0.71	0.06	0.12
16	105	0.83	0.89	0.71	0.12	0.17
17	115	0.89	0.94	1	0.11	0.06
18	115	0.94	1.00	1	0.06	0.00
průměr		97.22		KH		0.18
sm. odchylka		9.58				
počet		18				

		Logaritmicko normální				
i	ln(x)	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl	
1	4.38	0.00	0.06	0.03	0.03	0.03
2	4.42	0.06	0.11	0.06	0.01	0.05
3	4.44	0.11	0.17	0.10	0.02	0.07
4	4.49	0.17	0.22	0.20	0.03	0.02
5	4.50	0.22	0.28	0.23	0.01	0.05
6	4.55	0.28	0.33	0.43	0.15	0.09
7	4.56	0.33	0.39	0.47	0.13	0.08
8	4.56	0.39	0.44	0.47	0.08	0.02
9	4.58	0.44	0.50	0.55	0.11	0.05
10	4.60	0.50	0.56	0.59	0.09	0.04
11	4.60	0.56	0.61	0.59	0.04	0.02
12	4.60	0.61	0.67	0.59	0.02	0.08
13	4.61	0.67	0.72	0.63	0.04	0.09
14	4.62	0.72	0.78	0.67	0.06	0.11
15	4.65	0.78	0.83	0.79	0.02	0.04
16	4.65	0.83	0.89	0.79	0.04	0.09
17	4.74	0.89	0.94	0.96	0.07	0.01
18	4.74	0.94	1.00	0.96	0.01	0.04
průměr		4.57		KH		0.15
sm. odchylka		0.10				

		Exponenciální				
i	x	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl	
1	100	0.00	0.06	0.64	0.64	0.59
2	105	0.06	0.11	0.66	0.60	0.55
3	110	0.11	0.17	0.68	0.57	0.51
4	110	0.17	0.22	0.68	0.51	0.46
5	114	0.22	0.28	0.69	0.47	0.41
6	115	0.28	0.33	0.69	0.42	0.36
7	115	0.33	0.39	0.69	0.36	0.30
8	115	0.39	0.44	0.69	0.30	0.25
9	118	0.44	0.50	0.70	0.26	0.20
10	119	0.50	0.56	0.71	0.21	0.15
11	120	0.56	0.61	0.71	0.15	0.10
12	122	0.61	0.67	0.71	0.10	0.05
13	123	0.67	0.72	0.72	0.05	0.00
14	130	0.72	0.78	0.74	0.02	0.04
15	135	0.78	0.83	0.75	0.03	0.08
16	135	0.83	0.89	0.75	0.08	0.14
17	143	0.89	0.94	0.77	0.12	0.17
18	150	0.94	1.00	0.79	0.16	0.21
				KH		0.64

## Vrtání - Výrobek 5\_2

Třída	Četnost
3	12
5	6
6	7
7	4
9	5
10	6
Další	0



KH při alfa 0.05 **0.21**

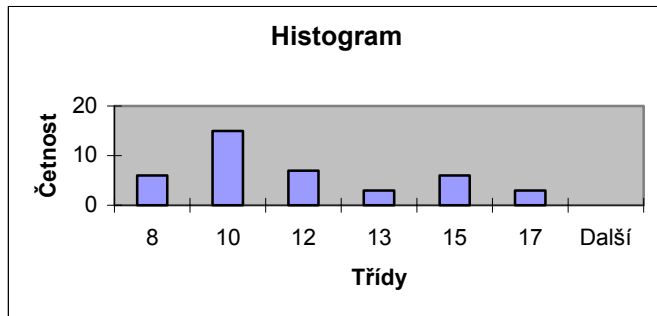
Rovnoměrné							
i	x	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl		
1	2	0.00	0.03	0.000	0.00	0.03	
2	2	0.03	0.05	0.000	0.03	0.05	
3	2	0.05	0.08	0.000	0.05	0.08	
4	2	0.08	0.10	0.000	0.08	0.10	
5	2	0.10	0.13	0.000	0.10	0.13	
6	2	0.13	0.15	0.000	0.13	0.15	
7	3	0.15	0.18	0.125	0.03	0.05	
8	3	0.18	0.20	0.125	0.05	0.08	
9	3	0.20	0.23	0.125	0.08	0.10	
10	3	0.23	0.25	0.125	0.10	0.13	
11	3	0.25	0.28	0.125	0.13	0.15	
12	3	0.28	0.30	0.125	0.15	0.18	
13	4	0.30	0.33	0.250	0.05	0.08	
14	4	0.33	0.35	0.250	0.08	0.10	
15	4	0.35	0.38	0.250	0.10	0.13	
16	4	0.38	0.40	0.250	0.13	0.15	
17	4	0.40	0.43	0.250	0.15	0.18	
18	4	0.43	0.45	0.250	0.18	0.20	
19	5	0.45	0.48	0.375	0.08	0.10	
20	5	0.48	0.50	0.375	0.10	0.13	
21	5	0.50	0.53	0.375	0.13	0.15	
22	5	0.53	0.55	0.375	0.15	0.18	
23	5	0.55	0.58	0.375	0.18	0.20	
24	6	0.58	0.60	0.500	0.08	0.10	
25	6	0.60	0.63	0.500	0.10	0.13	
26	7	0.63	0.65	0.625	0.00	0.03	
27	7	0.65	0.68	0.625	0.03	0.05	
28	7	0.68	0.70	0.625	0.05	0.08	
29	7	0.70	0.73	0.625	0.08	0.10	
30	8	0.73	0.75	0.750	0.03	0.00	
31	8	0.75	0.78	0.750	0.00	0.03	
32	8	0.78	0.80	0.750	0.03	0.05	
33	8	0.80	0.83	0.750	0.05	0.08	
34	8	0.83	0.85	0.750	0.08	0.10	
35	9	0.85	0.88	0.875	0.03	0.00	
36	9	0.88	0.90	0.875	0.00	0.03	
37	9	0.90	0.93	0.875	0.03	0.05	
38	9	0.93	0.95	0.875	0.05	0.08	
39	10	0.95	0.98	1.000	0.05	0.03	
40	10	0.98	1.00	1.000	0.03	0.00	
průměr	5.38						KH 0.20
sm. odchylka	2.56						
počet	40						

Logaritmicke normální							
i	ln(x)	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl		
1	1	0.00	0.03	0.050	0.05	0.03	
2	1	0.03	0.05	0.050	0.03	0.00	
3	1	0.05	0.08	0.050	0.00	0.02	
4	1	0.08	0.10	0.050	0.02	0.05	
5	1	0.10	0.13	0.050	0.05	0.07	
6	1	0.13	0.15	0.050	0.07	0.10	
7	1	0.15	0.18	0.191	0.04	0.02	
8	1	0.18	0.20	0.191	0.02	0.01	
9	1	0.20	0.23	0.191	0.01	0.03	
10	1	0.23	0.25	0.191	0.03	0.06	
11	1	0.25	0.28	0.191	0.06	0.08	
12	1	0.28	0.30	0.191	0.08	0.11	
13	1	0.30	0.33	0.373	0.07	0.05	
14	1	0.33	0.35	0.373	0.05	0.02	
15	1	0.35	0.38	0.373	0.02	0.00	
16	1	0.38	0.40	0.373	0.00	0.03	
17	1	0.40	0.43	0.373	0.03	0.05	
18	1	0.43	0.45	0.373	0.05	0.08	
19	2	0.45	0.48	0.540	0.09	0.06	
20	2	0.48	0.50	0.540	0.06	0.04	
21	2	0.50	0.53	0.540	0.04	0.01	
22	2	0.53	0.55	0.540	0.01	0.01	
23	2	0.55	0.58	0.540	0.01	0.04	
24	2	0.58	0.60	0.673	0.10	0.07	
25	2	0.60	0.63	0.673	0.07	0.05	
26	2	0.63	0.65	0.771	0.15	0.12	
27	2	0.65	0.68	0.771	0.12	0.10	
28	2	0.68	0.70	0.771	0.10	0.07	
29	2	0.70	0.73	0.771	0.07	0.05	
30	2	0.73	0.75	0.840	0.12	0.09	
31	2	0.75	0.78	0.840	0.09	0.07	
32	2	0.78	0.80	0.840	0.07	0.04	
33	2	0.80	0.83	0.840	0.04	0.02	
34	2	0.83	0.85	0.840	0.02	0.01	
35	2	0.85	0.88	0.889	0.04	0.01	
36	2	0.88	0.90	0.889	0.01	0.01	
37	2	0.90	0.93	0.889	0.01	0.04	
38	2	0.93	0.95	0.889	0.04	0.06	
39	2	0.95	0.98	0.922	0.03	0.05	
40	2	0.98	1.00	0.922	0.05	0.08	
průměr	1.56						KH 0.15
sm. odchylka	0.53						

Exponenciální							
i	x	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl		
1	2	0.00	0.03	0.311	0.31	0.29	
2	2	0.03	0.05	0.311	0.29	0.26	
3	2	0.05	0.08	0.311	0.26	0.24	
4	2	0.08	0.10	0.311	0.24	0.21	
5	2	0.10	0.13	0.311	0.21	0.19	
6	2	0.13	0.15	0.311	0.19	0.16	
7	3	0.15	0.18	0.428	0.28	0.25	
8	3	0.18	0.20	0.428	0.25	0.23	
9	3	0.20	0.23	0.428	0.23	0.20	
10	3	0.23	0.25	0.428	0.20	0.18	
11	3	0.25	0.28	0.428	0.18	0.15	
12	3	0.28	0.30	0.428	0.15	0.13	
13	4	0.30	0.33	0.525	0.22	0.20	
14	4	0.33	0.35	0.525	0.20	0.17	
15	4	0.35	0.38	0.525	0.17	0.15	
16	4	0.38	0.40	0.525	0.15	0.12	
17	4	0.40	0.43	0.525	0.12	0.10	
18	4	0.43	0.45	0.525	0.10	0.07	
19	5	0.45	0.48	0.606	0.16	0.13	
20	5	0.48	0.50	0.606	0.13	0.11	
21	5	0.50	0.53	0.606	0.11	0.08	
22	5	0.53	0.55	0.606	0.08	0.06	
23	5	0.55	0.58	0.606	0.06	0.03	
24	6	0.58	0.60	0.673	0.10	0.07	
25	6	0.60	0.63	0.673	0.07	0.05	
26	7	0.63	0.65	0.728	0.10	0.08	
27	7	0.65	0.68	0.728	0.08	0.05	
28	7	0.68	0.70	0.728	0.05	0.03	
29	7	0.70	0.73	0.728	0.03	0.00	
30	8	0.73	0.75	0.774	0.05	0.02	
31	8	0.75	0.78	0.774	0.02	0.00	
32	8	0.78	0.80	0.774	0.00	0.03	
33	8	0.80	0.83	0.774	0.03	0.05	
34	8	0.83	0.85	0.774	0.05	0.08	
35	9	0.85	0.88	0.813	0.04	0.06	
36	9	0.88	0.90	0.813	0.06	0.09	
37	9	0.90	0.93	0.813	0.09	0.11	
38	9	0.93	0.95	0.813	0.11	0.14	
39	10	0.95	0.98	0.844	0.11	0.13	
40	10	0.98	1.00	0.844	0.13	0.16	
průměr	5.38						KH 0.31
sm. odchylka	2.56						
počet	40						

### Vrtání - Výrobek 5\_6

Třída	Četnost
8	6
10	15
12	7
13	3
15	6
17	3
Další	0



KH při alfa 0.05 0.21

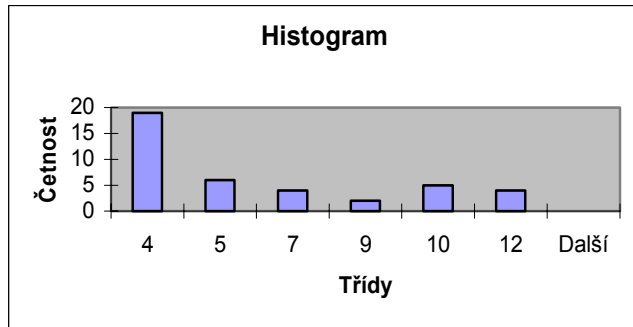
		Rovnoměrné				
i	x	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl	
1	6	0.00	0.03	0.000	0.00	0.03
2	6	0.03	0.05	0.000	0.03	0.05
3	6	0.05	0.08	0.000	0.05	0.08
4	7	0.08	0.10	0.091	0.02	0.01
5	7	0.10	0.13	0.091	0.01	0.03
6	7	0.13	0.15	0.091	0.03	0.06
7	8	0.15	0.18	0.182	0.03	0.01
8	8	0.18	0.20	0.182	0.01	0.02
9	8	0.20	0.23	0.182	0.02	0.04
10	8	0.23	0.25	0.182	0.04	0.07
11	8	0.25	0.28	0.182	0.07	0.09
12	8	0.28	0.30	0.182	0.09	0.12
13	9	0.30	0.33	0.273	0.03	0.05
14	9	0.33	0.35	0.273	0.05	0.08
15	9	0.35	0.38	0.273	0.08	0.10
16	9	0.38	0.40	0.273	0.10	0.13
17	9	0.40	0.43	0.273	0.13	0.15
18	9	0.43	0.45	0.273	0.15	0.18
19	9	0.45	0.48	0.273	0.18	0.20
20	9	0.48	0.50	0.273	0.20	0.23
21	9	0.50	0.53	0.273	0.23	0.25
22	10	0.53	0.55	0.364	0.16	0.19
23	10	0.55	0.58	0.364	0.19	0.21
24	10	0.58	0.60	0.364	0.21	0.24
25	11	0.60	0.63	0.455	0.15	0.17
26	11	0.63	0.65	0.455	0.17	0.20
27	11	0.65	0.68	0.455	0.20	0.22
28	11	0.68	0.70	0.455	0.22	0.25
29	12	0.70	0.73	0.545	0.15	0.18
30	13	0.73	0.75	0.636	0.09	0.11
31	13	0.75	0.78	0.636	0.11	0.14
32	14	0.78	0.80	0.727	0.05	0.07
33	14	0.80	0.83	0.727	0.07	0.10
34	14	0.83	0.85	0.727	0.10	0.12
35	14	0.85	0.88	0.727	0.12	0.15
36	15	0.88	0.90	0.818	0.06	0.08
37	15	0.90	0.93	0.818	0.08	0.11
38	16	0.93	0.95	0.909	0.02	0.04
39	16	0.95	0.98	0.909	0.04	0.07
40	17	0.98	1.00	1.000	0.03	0.00
průměr	10.38					KH 0.25
sm. odchylka	3.05					
počet	40					

		Logaritmicko normální				
i	ln(x)	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl	
1	2	0.00	0.03	0.040	0.04	0.02
2	2	0.03	0.05	0.040	0.02	0.01
3	2	0.05	0.08	0.040	0.01	0.03
4	2	0.08	0.10	0.112	0.04	0.01
5	2	0.10	0.13	0.112	0.01	0.01
6	2	0.13	0.15	0.112	0.01	0.04
7	2	0.15	0.18	0.225	0.08	0.05
8	2	0.18	0.20	0.225	0.05	0.03
9	2	0.20	0.23	0.225	0.03	0.00
10	2	0.23	0.25	0.225	0.00	0.02
11	2	0.25	0.28	0.225	0.02	0.05
12	2	0.28	0.30	0.225	0.05	0.07
13	2	0.30	0.33	0.364	0.06	0.04
14	2	0.33	0.35	0.364	0.04	0.01
15	2	0.35	0.38	0.364	0.01	0.01
16	2	0.38	0.40	0.364	0.01	0.04
17	2	0.40	0.43	0.364	0.04	0.06
18	2	0.43	0.45	0.364	0.06	0.09
19	2	0.45	0.48	0.364	0.09	0.11
20	2	0.48	0.50	0.364	0.11	0.14
21	2	0.50	0.53	0.364	0.14	0.16
22	2	0.53	0.55	0.506	0.02	0.04
23	2	0.55	0.58	0.506	0.04	0.07
24	2	0.58	0.60	0.506	0.07	0.09
25	2	0.60	0.63	0.635	0.03	0.01
26	2	0.63	0.65	0.635	0.01	0.02
27	2	0.65	0.68	0.635	0.02	0.04
28	2	0.68	0.70	0.635	0.04	0.07
29	2	0.70	0.73	0.740	0.04	0.02
30	3	0.73	0.75	0.821	0.10	0.07
31	3	0.75	0.78	0.821	0.07	0.05
32	3	0.78	0.80	0.880	0.11	0.08
33	3	0.80	0.83	0.880	0.08	0.06
34	3	0.83	0.85	0.880	0.06	0.03
35	3	0.85	0.88	0.880	0.03	0.01
36	3	0.88	0.90	0.921	0.05	0.02
37	3	0.90	0.93	0.921	0.02	0.00
38	3	0.93	0.95	0.949	0.02	0.00
39	3	0.95	0.98	0.949	0.00	0.03
40	3	0.98	1.00	0.968	0.01	0.03
průměr	2.30					KH 0.16
sm. odchylka	0.29					

		Exponenciální				
i	x	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl	
1	6	0.00	0.03	0.439	0.44	0.41
2	6	0.03	0.05	0.439	0.41	0.39
3	6	0.05	0.08	0.439	0.39	0.36
4	7	0.08	0.10	0.491	0.42	0.39
5	7	0.10	0.13	0.491	0.39	0.37
6	7	0.13	0.15	0.491	0.37	0.34
7	8	0.15	0.18	0.537	0.39	0.36
8	8	0.18	0.20	0.537	0.36	0.34
9	8	0.20	0.23	0.537	0.34	0.31
10	8	0.23	0.25	0.537	0.31	0.29
11	8	0.25	0.28	0.537	0.29	0.26
12	8	0.28	0.30	0.537	0.26	0.24
13	9	0.30	0.33	0.580	0.28	0.25
14	9	0.33	0.35	0.580	0.25	0.23
15	9	0.35	0.38	0.580	0.23	0.20
16	9	0.38	0.40	0.580	0.20	0.18
17	9	0.40	0.43	0.580	0.18	0.15
18	9	0.43	0.45	0.580	0.15	0.13
19	9	0.45	0.48	0.580	0.13	0.10
20	9	0.48	0.50	0.580	0.10	0.08
21	9	0.50	0.53	0.580	0.08	0.05
22	10	0.53	0.55	0.619	0.09	0.07
23	10	0.55	0.58	0.619	0.07	0.04
24	10	0.58	0.60	0.619	0.04	0.02
25	11	0.60	0.63	0.654	0.05	0.03
26	11	0.63	0.65	0.654	0.03	0.00
27	11	0.65	0.68	0.654	0.00	0.02
28	11	0.68	0.70	0.654	0.02	0.05
29	12	0.70	0.73	0.685	0.01	0.04
30	13	0.73	0.75	0.714	0.01	0.04
31	13	0.75	0.78	0.714	0.04	0.06
32	14	0.78	0.80	0.741	0.03	0.06
33	14	0.80	0.83	0.741	0.06	0.08
34	14	0.83	0.85	0.741	0.08	0.11
35	14	0.85	0.88	0.741	0.11	0.13
36	15	0.88	0.90	0.764	0.11	0.14
37	15	0.90	0.93	0.764	0.14	0.16
38	16	0.93	0.95	0.786	0.14	0.16
39	16	0.95	0.98	0.786	0.16	0.19
40	17	0.98	1.00	0.806	0.17	0.19
průměr	10.38					KH 0.44
sm. odchylka	3.05					
počet	40					

### Vrtání - Výrobek 5\_7

Třída	Četnost
4	19
5	6
7	4
9	2
10	5
12	4
Další	0



KH při alfa 0.05 **0.21**

		Rovnoměrné					
i	x	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl		
1	2	0.00	0.03	0.000	0.00	0.03	
2	2	0.03	0.05	0.000	0.03	0.05	
3	2	0.05	0.08	0.000	0.05	0.08	
4	2	0.08	0.10	0.000	0.08	0.10	
5	2	0.10	0.13	0.000	0.10	0.13	
6	2	0.13	0.15	0.000	0.13	0.15	
7	3	0.15	0.18	0.100	0.05	0.08	
8	3	0.18	0.20	0.100	0.08	0.10	
9	3	0.20	0.23	0.100	0.10	0.13	
10	3	0.23	0.25	0.100	0.13	0.15	
11	3	0.25	0.28	0.100	0.15	0.18	
12	3	0.28	0.30	0.100	0.18	0.20	
13	3	0.30	0.33	0.100	0.20	0.23	
14	3	0.33	0.35	0.100	0.23	0.25	
15	3	0.35	0.38	0.100	0.25	0.28	
16	3	0.38	0.40	0.100	0.28	0.30	
17	3	0.40	0.43	0.100	0.30	0.33	
18	3	0.43	0.45	0.100	0.33	0.35	
19	3	0.45	0.48	0.100	0.35	0.38	
20	4	0.48	0.50	0.200	0.28	0.30	
21	4	0.50	0.53	0.200	0.30	0.33	
22	4	0.53	0.55	0.200	0.33	0.35	
23	4	0.55	0.58	0.200	0.35	0.38	
24	4	0.58	0.60	0.200	0.38	0.40	
25	5	0.60	0.63	0.300	0.30	0.33	
26	6	0.63	0.65	0.400	0.23	0.25	
27	6	0.65	0.68	0.400	0.25	0.28	
28	6	0.68	0.70	0.400	0.28	0.30	
29	7	0.70	0.73	0.500	0.20	0.23	
30	8	0.73	0.75	0.600	0.13	0.15	
31	8	0.75	0.78	0.600	0.15	0.18	
32	9	0.78	0.80	0.700	0.08	0.10	
33	9	0.80	0.83	0.700	0.10	0.13	
34	10	0.83	0.85	0.800	0.02	0.05	
35	10	0.85	0.88	0.800	0.05	0.08	
36	10	0.88	0.90	0.800	0.08	0.10	
37	11	0.90	0.93	0.900	0.00	0.03	
38	12	0.93	0.95	1.000	0.08	0.05	
39	12	0.95	0.98	1.000	0.05	0.03	
40	12	0.98	1.00	1.000	0.03	0.00	
průměr	5.30						KH <b>0.40</b>
sm. odchylka	3.29						
počet	40						

		Logaritmicke normální					
i	ln(x)	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl		
1	1	0.00	0.03	0.156	0.16	0.13	
2	1	0.03	0.05	0.156	0.13	0.11	
3	1	0.05	0.08	0.156	0.11	0.08	
4	1	0.08	0.10	0.156	0.08	0.06	
5	1	0.10	0.13	0.156	0.06	0.03	
6	1	0.13	0.15	0.156	0.03	0.01	
7	1	0.15	0.18	0.333	0.18	0.16	
8	1	0.18	0.20	0.333	0.16	0.13	
9	1	0.20	0.23	0.333	0.13	0.11	
10	1	0.23	0.25	0.333	0.11	0.08	
11	1	0.25	0.28	0.333	0.08	0.06	
12	1	0.28	0.30	0.333	0.06	0.03	
13	1	0.30	0.33	0.333	0.03	0.01	
14	1	0.33	0.35	0.333	0.01	0.02	
15	1	0.35	0.38	0.333	0.02	0.04	
16	1	0.38	0.40	0.333	0.04	0.07	
17	1	0.40	0.43	0.333	0.07	0.09	
18	1	0.43	0.45	0.333	0.09	0.12	
19	1	0.45	0.48	0.333	0.12	0.14	
20	1	0.48	0.50	0.492	0.02	0.01	
21	1	0.50	0.53	0.492	0.01	0.03	
22	1	0.53	0.55	0.492	0.03	0.06	
23	1	0.55	0.58	0.492	0.06	0.08	
24	1	0.58	0.60	0.492	0.08	0.11	
25	2	0.60	0.63	0.618	0.02	0.01	
26	2	0.63	0.65	0.712	0.09	0.06	
27	2	0.65	0.68	0.712	0.06	0.04	
28	2	0.68	0.70	0.712	0.04	0.01	
29	2	0.70	0.73	0.782	0.08	0.06	
30	2	0.73	0.75	0.834	0.11	0.08	
31	2	0.75	0.78	0.834	0.08	0.06	
32	2	0.78	0.80	0.873	0.10	0.07	
33	2	0.80	0.83	0.873	0.07	0.05	
34	2	0.83	0.85	0.901	0.08	0.05	
35	2	0.85	0.88	0.901	0.05	0.03	
36	2	0.88	0.90	0.901	0.03	0.00	
37	2	0.90	0.93	0.923	0.02	0.00	
38	2	0.93	0.95	0.939	0.01	0.01	
39	2	0.95	0.98	0.939	0.01	0.04	
40	2	0.98	1.00	0.939	0.04	0.06	
průměr	1.49						KH <b>0.18</b>
sm. odchylka	0.60						

Parametry pro hypotézu dle vypočtených intervalů spolehlivosti

průměr	1.40
sm. odchylka	0.70

Intervaly spolehlivosti ln x  
 střední hodnota 0.29 2.69  
 sm. odchylka 0.50 0.73

		Exponenciální					
i	x	(i-1)/n	i/n	F(x)	rozdíl		
1	2	0.00	0.03	0.314	0.31	0.29	
2	2	0.03	0.05	0.314	0.29	0.26	
3	2	0.05	0.08	0.314	0.26	0.24	
4	2	0.08	0.10	0.314	0.24	0.21	
5	2	0.10	0.13	0.314	0.21	0.19	
6	2	0.13	0.15	0.314	0.19	0.16	
7	3	0.15	0.18	0.432	0.28	0.26	
8	3	0.18	0.20	0.432	0.26	0.23	
9	3	0.20	0.23	0.432	0.23	0.21	
10	3	0.23	0.25	0.432	0.21	0.18	
11	3	0.25	0.28	0.432	0.18	0.16	
12	3	0.28	0.30	0.432	0.16	0.13	
13	3	0.30	0.33	0.432	0.13	0.11	
14	3	0.33	0.35	0.432	0.11	0.08	
15	3	0.35	0.38	0.432	0.08	0.06	
16	3	0.38	0.40	0.432	0.06	0.03	
17	3	0.40	0.43	0.432	0.03	0.01	
18	3	0.43	0.45	0.432	0.01	0.02	
19	3	0.45	0.48	0.432	0.02	0.04	
20	4	0.48	0.50	0.530	0.05	0.03	
21	4	0.50	0.53	0.530	0.03	0.00	
22	4	0.53	0.55	0.530	0.00	0.02	
23	4	0.55	0.58	0.530	0.02	0.05	
24	4	0.58	0.60	0.530	0.05	0.07	
25	5	0.60	0.63	0.611	0.01	0.01	
26	6	0.63	0.65	0.678	0.05	0.03	
27	6	0.65	0.68	0.678	0.03	0.00	
28	6	0.68	0.70	0.678	0.00	0.02	
29	7	0.70	0.73	0.733	0.03	0.01	
30	8	0.73	0.75	0.779	0.05	0.03	
31	8	0.75	0.78	0.779	0.03	0.00	
32	9	0.78	0.80	0.817	0.04	0.02	
33	9	0.80	0.83	0.817	0.02	0.01	
34	10	0.83	0.85	0.848	0.02	0.00	
35	10	0.85	0.88	0.848	0.00	0.03	
36	10	0.88	0.90	0.848	0.03	0.05	
37	11	0.90	0.93	0.875	0.03	0.05	
38	12	0.93	0.95	0.896	0.03	0.05	
39	12	0.95	0.98	0.896	0.05	0.08	
40	12	0.98	1.00	0.896	0.08	0.10	
průměr	1.49						KH <b>0.31</b>
sm. odchylka	0.60						

Příloha - Tabulka 6:

Porovnání kalkulačních a simulačních dat (validace sim. modelu)

První čtyři výrobky

	ODLITEK											
	ARENA			Kalkulace			Rozdíl od kalkulace					
	VA	NákladyOdlitek	Celkem	VA	NákladyOdlitek	Celkem	VA	Náklady	Odlitek	Celkem	Dle Kalkulace	Rozdíl %
8042016100	1.8945	1.5444	3.4389	1.8945	1.5445	3.4390	0.0000	-0.0001	-0.0001	3.44	-0.03%	-0.0011
8042020200	1.6504	2.0921	3.7425	1.6504	2.0922	3.7426	0.0000	-0.0001	-0.0001	3.74	0.07%	0.0025
8061151400	3.4223	7.0193	10.4416	3.4223	7.0174	10.4397	0.0000	0.0019	0.0019	10.43	0.11%	0.0116
8085093600	11.2095	5.7149	16.9244	11.2096	5.7148	16.9244	-0.0001	0.0001	0.0000	16.92	0.03%	0.0044
	FINAL											
	ODLITEK											
	ARENA			Kalkulace			Rozdíl od kalkulace					
	OtherCost	NákladyFinál	Celkem	OtherCost	NákladyFinál	Celkem	OtherCost	NákladyFinál	Celkem	Dle Kalkulace	Rozdíl %	Rozdíl Kč
7042057659	0.4365	5.1388	5.5753	0.4365	5.1390	5.5755	0.0000	-0.0002	-0.0002	5.57	0.10%	0.0053
7042050345	0.4365	6.4890	6.9255	0.4365	6.4892	6.9257	0.0000	-0.0002	-0.0002	6.9248	0.01%	0.0007
7061151401	6.1898	3.0459	9.2357	6.1898	3.0458	9.2356	0.0000	0.0001	0.0001	9.2356	0.00%	0.0001
7085093601	5.9715	4.1629	10.1344	5.9716	4.1626	10.1342	-0.0001	0.0003	0.0002	10.1342	0.00%	0.0002

Maximální odchylka výrobků 1-4		
	Kč	Procenta
Odlitek	0.012	0.111%
Finál	0.005	0.095%
Výrobek	0.012	0.073%

	Celkem Výrobek	Dle Kalkulace	Rozdíl %	Rozdíl Kč
	12.4531	12.4554	-0.02%	-0.0023
	14.4105	14.4	0.07%	0.0105
	19.6773	19.6656	0.06%	0.0117
	27.0588	27.05	0.03%	0.0088

Pátý výrobek

	ODLITEK											
	ARENA			Kalkulace			Rozdíl od kalkulace					
	VA	NákladyOdlitek	Celkem	VA	NákladyOdlitek	Celkem	VA	Náklady	Odlitek	Celkem	Dle Kalkulace	Rozdíl %
8085120600 /1	0.8145	1.0848	1.8993	0.8145	1.0848	1.8993	0.0000	0.0000	0.0000	1.9	-0.04%	-0.0007
8085120700 /2	0.9068	1.4852	2.3920	0.9068	1.4852	2.3920	0.0000	0.0000	0.0000	2.39	0.08%	0.0020
8085120800 /3	0.9405	1.3127	2.2532	0.7405	1.3127	2.0532	0.2000	0.0000	0.2000	2.25	0.14%	0.0032
8085120900 /4	0.8145	1.5861	2.4006	0.8145	1.5861	2.4006	0.0000	0.0000	0.0000	2.4	0.02%	0.0006
8085121000 /5	3.0195	8.5995	11.6190	2.9408	8.5992	11.5400	0.0787	0.0003	0.0790	11.54	0.68%	0.0790
8085121100 /6	3.5179	5.9788	9.4967	3.5179	5.9786	9.4965	0.0000	0.0002	0.0002	9.5	-0.03%	-0.0033
8085121300 /7	1.0328	1.7936	2.8264	1.0328	1.7936	2.8264	0.0000	0.0000	0.0000	2.83	-0.13%	-0.0036
	FINAL											
	ODLITEK											
	ARENA			Kalkulace			Rozdíl od kalkulace					
	Other+Transfer+WaitCost	NákladyFinál	Celkem	OtherCost	NákladyFinál	Celkem	OtherCost	NákladyFinál	Celkem	Dle Kalkulace	Rozdíl %	Rozdíl Kč
7085115505	8.9277	31.1575	40.0852	8.9280	31.1587	40.0867	-0.0003	-0.0012	-0.0015	40.0867	0.00%	-0.0015

Maximální odchylka výrobku 5		
	Kč	Procenta
Odlitek	0.079	0.685%
Finál	0.00	-0.004%
Výrobek	-0.16	-0.193%

	Celkem Výrobek	Dle Kalkulace	Rozdíl %	Rozdíl Kč
	82.5404	82.70	-0.19%	-0.1596

Výpočet nákladů Other+Transfer+Wait

Komplet	Other	Wait	Transfer	
K1	0.1757	0.2494		
K1	0.1757	0.2494		
K1	0.1757	0.2494		
K2	0.615	0.873		
K3	0.615	0.873		
K2	0.615	0.873		
K3	0.615	0.873		
<b>Výpočetm</b>	3.69	5.238	0.000	8.93
Dle kalkulace	3.69	5.238	0.000	8.93

První čtyři výrobky

ODLITEK													
ARENA S/D			ARENA Det.			Rozdíl Det. Od S/D							
VA	Náklady	Odlitek	Celkem	VA	Náklady	Odlitek	Celkem	VA	Náklady	Odlitek	Celkem	Rozdíl %	Rozdíl Kč
8042016100	1.8945	1.3996	3.2941	1.8945	1.5444	3.4389	0.0000	-0.1448	-0.1448	-4.21%	-0.1448		
8042020200	1.6504	1.9327	3.5831	1.6504	2.0921	3.7425	0.0000	-0.1594	-0.1594	-4.26%	-0.1594		
8061151400	3.4223	6.0197	9.4420	3.4223	7.0193	10.4416	0.0000	-0.9996	-0.9996	-9.57%	-0.9996		
8085093600	11.2095	4.2856	15.4951	11.2095	5.7149	16.9244	0.0000	-1.4293	-1.4293	-8.45%	-1.4293		
FINÁL													
ARENA S/D			ARENA Det.			Rozdíl Det. Od S/D							
OtherCost	Náklady	Finál	Celkem	OtherCost	Náklady	Finál	Celkem	OtherCost	Náklady	Finál	Celkem	Rozdíl %	Rozdíl Kč
7042057659	0.4365	5.1388	5.5753	0.4365	5.1388	5.5753	0.0000	0.0000	0.0000	0.00%	0.0000		
7042050345	0.4365	6.4890	6.9255	0.4365	6.4890	6.9255	0.0000	0.0000	0.0000	0.00%	0.0000		
7061151401	6.1898	3.0459	9.2357	6.1898	3.0459	9.2357	0.0000	0.0000	0.0000	0.00%	0.0000		
7085093601	5.9715	4.1629	10.1344	5.9715	4.1629	10.1344	0.0000	0.0000	0.0000	0.00%	0.0000		

Maximální odchylka výrobků 1-4		
	Kč	Procenta
Odlitek	-1.429	-9.573%
Finál	0.000	0.000%
Výrobek	-1.421	-5.251%

Celkem Výrobek	Dle Kalkulace	Rozdíl %	Rozdíl Kč
12.1635	12.4554	-2.34%	-0.2919
14.0917	14.4	-2.14%	-0.3083
18.6777	19.6656	-5.02%	-0.9879
25.6295	27.05	-5.25%	-1.4205

Pátý výrobek

ODLITEK													
ARENA S/D			ARENA Det.			Rozdíl Det. Od S/D							
VA	Náklady	Odlitek	Celkem	VA	Náklady	Odlitek	Celkem	VA	Náklady	Odlitek	Celkem	Rozdíl %	Rozdíl Kč
8085120600 /1	0.8145	0.9838	1.7983	0.8145	1.0848	1.8993	0.0000	-0.1010	-0.1010	-5.32%	-0.1010		
8085120700 /2	0.8173	1.3696	2.1869	0.9068	1.4852	2.3920	-0.0895	-0.1156	-0.2051	-8.57%	-0.2051		
8085120800 /3	0.9405	1.1675	2.1080	0.9405	1.3127	2.2532	0.0000	-0.1452	-0.1452	-6.44%	-0.1452		
8085120900 /4	0.8145	1.4409	2.2554	0.8145	1.5861	2.4006	0.0000	-0.1452	-0.1452	-6.05%	-0.1452		
8085121000 /5	3.0195	6.9265	9.9460	3.0195	8.5995	11.6190	0.0000	-1.6730	-1.6730	-14.40%	-1.6730		
8085121100 /6	3.2464	4.5246	7.7710	3.5179	5.9788	9.4967	-0.2715	-1.4542	-1.7257	-18.17%	-1.7257		
8085121300 /7	0.9432	1.5396	2.4828	1.0328	1.7936	2.8264	-0.0896	-0.2540	-0.3436	-12.16%	-0.3436		
FINÁL													
ARENA S/D			ARENA Det.			Rozdíl Det. Od S/D							
Other+Tran	Náklady	Finál	Celkem	OtherCost	Náklady	Finál	Celkem	OtherCost	Náklady	Finál	Celkem	Rozdíl %	Rozdíl Kč
7085115505	8.9277	31.1575	40.0852	8.9277	31.1575	40.0852	0.0000	0.0000	0.0000	0.00%	0.0000		

Maximální odchylka výrobku 5		
	Kč	Procenta
Odlitek	-1.726	-18.172%
Finál	0.00	0.000%
Výrobek	-5.32	-6.431%

Celkem Výrobek	Dle Kalkulace	Rozdíl %	Rozdíl Kč
77.3812	82.70	-6.43%	-5.3188

Výpočet nákladů Other+Transfer+Wait

Komplet	Other	Wait	Transfer	
K1	0.1757	0.2494	0	
K1	0.1757	0.2494	0	
K1	0.1757	0.2494	0	
K2	0.615	0.873	0	
K3	0.615	0.873	0	
K2	0.615	0.873	0	
K3	0.615	0.873	0	
<b>Výpočet</b>	<b>3.69</b>	<b>5.238</b>	<b>0.000</b>	<b>8.93</b>
Dle kalkulac	3.69	5.238	0.000	8.93

**Příloha - Tabulka 8:**  
Kalkulace odlitku 8042 0161 00 (1)

**Bohemian Jewelry spol. s r.o.**

Rok: 2006

Dne: 14.07.2006

Kalkulační list odlitku: **8042 0161 00**  
Název odlitku: **pro 7042 0576 59**

MJ: ks

	CENA	MJC	SPOTŘEBA MJSP	HODNOTA	HODN+%
<b>HUTNÍ MATERIÁL</b>					
slitina SU = slitina č. 4 181 340 00101	260.00	kg	0.07 g	0.0182	0.0200
				<b>0.0182</b>	<b>0.0200</b>
<b>KOVOVÉ DÍLY NAKUPOVANÉ</b>					
Post 735-406060 64789800901000000000	31.51	100 ks	1.00 ks	0.3151	0.3466
				<b>0.3151</b>	<b>0.3466</b>
<b>MZDOVÉ NÁKLADY</b>	<b>Kč/H</b>	<b>TS</b>	<b>NMIN</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
vsunutí kovodílu do formy T 120	52.20	01	8.00 min	0.0696	0.0940
odlévání T 150	97.00	06	10.00 min	0.1617	0.2183
odlamování a kontrola T 200	56.00	02	6.00 min	0.0560	0.0756
šábrování T 210	56.00	02	40.00 min	0.3733	0.5040
broušení T 250	85.50	05	40.00 min	0.5700	0.7695
omílání T 350	69.00	04	40.00 min	0.4600	0.6210
				<b>1.6906</b>	<b>2.2823</b>
<b>FORMY</b>	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
náklady na pořízení formy forma 001	0.79		1.00 ks	0.7900	0.7900
				<b>0.7900</b>	<b>0.7900</b>

( NKD = 0,1 )  
( HM = 0,1 )  
( MZD = 0,35 )

Přímé náklady na MJ (ks): 3.44 Kč

**Příloha - Tabulka 9:**  
Kalkulace výrobku 7042 0576 59 (1)

Bohemian Jewelry spol. s r.o. Rok: 2006 Dne: 14.07.200

Kalkulační list finálu: **7042 0576 59** MJ: pár  
Název finálu: **PE kulatá/35999/sv.ametyst SW/motylek**

<b>KOVOVÉ DÍLY NAKUPOVANÉ</b>	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
křídélko-motylek (místo puzeťového disku) 647 818 31014 00 0000000	124.50	1000 ks	2.00 ks	0.2490	0.2739
				<b>0.2490</b>	<b>0.2739</b>
<b>ŠATONY</b>	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
art.1100 saton ss 17 color foiled 647 431 11111 90 1000170 01000 98521	672.00	1440 ks	2.00 ks	0.9333	1.0267
				<b>0.9333</b>	<b>1.0267</b>
<b>GALVANIZACE</b>	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
zlato pravé žluté, NIF 35999	1030.00	kg	0.17 kg	1.7510	1.9261
				<b>1.7510</b>	<b>1.9261</b>
<b>MZDOVÉ NÁKLADY</b>	<b>Kč/H</b>	<b>TS</b>	<b>NMIN</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
kontrola před galvanizací T 480	97.00	06	10.00 min	0.1617	0.2183
kontrola po galvanizaci T 680	97.00	06	10.00 min	0.1617	0.2183
lepení kamenů T 800	56.00	02	40.00 min	0.3733	0.5040
nasunutí disku na puzeťu T 860	52.20	01	50.00 min	0.4350	0.5873
konečná výstupní kontrola T 880	97.00	06	20.00 min	0.3233	0.4365
balení T 900	82.00	05	10.00 min	0.1367	0.1845
				<b>1.5917</b>	<b>2.1488</b>
<b>ODLITKY</b>	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
pro 7042 0197 8042 0161 00	344.00	100ks	2.00 ks	6.8800	6.8800
				<b>6.8800</b>	<b>6.8800</b>
<b>BALÍCÍ MATERIÁL</b>			<b>NÁKLADY</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
balící materiál			0.20	0.2000	0.2000
				<b>0.2000</b>	<b>0.2000</b>

( NKD = 0,1 ) ( MZD = 0,35 )  
( PU = 0,1 ) ( SPR = 0,65 )  
( BL = 0,1 ) ( ZISK = 0,1 )

( LEP = 0,1 )

( OSD = 0,1 )  
( SAT = 0,1 )

Přímé náklady na MJ (ks): 12.46 Kč  
Úplné náklady na MJ (ks): 20.55 Kč

Podniková kalkulační cena na MJ (ks): 21.00 Kč



**Příloha - Tabulka 10:**  
Kalkulace odlitku 8042 0202 00 (2)

Bohemian Jewelry spol. s r.o.

Rok: 2006

Dne: 14.07.2006

Kalkulační list odlitku: **8042 0202 00**  
Název odlitku: **pro PE 7042 0256**

MJ: ks

<b>HUTNÍ MATERIÁL</b>	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
slitina SU = slitina č. 4 181 340 00101	260.00	kg	0.12 g	0.0312	0.0343
				<b>0.0312</b>	<b>0.0343</b>
<b>KOVOVÉ DÍLY NAKUPOVANÉ</b>	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
Post 735 406060 - titan 647 898 00901 00 000000000	80.00	100 ks	1.00 ks	0.8000	0.8800
				<b>0.8000</b>	<b>0.8800</b>
<b>MZDOVÉ NÁKLADY</b>	<b>Kč/H</b>	<b>TS</b>	<b>NMIN</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
vsunutí kovodílu do formy T 120	52.20	01	8.00 min	0.0696	0.0940
odlévání T 150	97.00	06	10.00 min	0.1617	0.2183
odlamování a kontrola T 200	56.00	02	6.00 min	0.0560	0.0756
šábrování T 210	56.00	02	30.00 min	0.2800	0.3780
broušení T 250	85.50	05	50.00 min	0.7125	0.9619
omílání T 350	69.00	04	20.00 min	0.2300	0.3105
				<b>1.5098</b>	<b>2.0382</b>
<b>FORMY</b>	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
náklady na pořízení formy forma 001	0.79		1.00 ks	0.7900	0.7900
				<b>0.7900</b>	<b>0.7900</b>

( NKD = 0,1 )  
( HM = 0,1 )  
( MZD = 0,35 )

Přímé náklady na MJ (ks): 3.74 Kč

**Příloha - Tabulka 11:**  
Kalkulace výrobku 7042 0503 45 (2)

Bohemian Jewelry spol. s r.o.

Rok: 2006

Dne: 14.07.2006

Kalkulační list finálu: **7042 0503 45**

MJ: pár

Název finálu: **PE na šaton ss 28/35999/rosa**

**KOVOVÉ DÍLY NAKUPOVANÉ**

	CENA	MJC	SPOTŘEBA	MJSP	HODNOTA	HODN+%
post cover 1/2" 273 009 11000 00 0000000	350.00	1000	ks	2.00	ks	0.7000 0.7700
Bullet clutch DG 126 647 898 00902 00 0000000	83.00	1000	ks	2.00	ks	0.1660 0.1826

**0.8660 0.9526**

**ŠATONY**

	CENA	MJC	SPOTŘEBA	MJSP	HODNOTA	HODN+%
Šaton SS 28 color gold foiled 647 431 11111 00 1000280 01000 98521	1482.00	1440	ks	2.00	ks	2.0583 2.2642

**2.0583 2.2642**

**GALVANIZACE**

	CENA	MJC	SPOTŘEBA	MJSP	HODNOTA	HODN+%
zlato pravé žluté, NIF 35999	1030.00		kg	0.12	kg	1.2360 1.3596

**1.2360 1.3596**

**MZDOVÉ NÁKLADY**

	Kč/H	TS	NMIN	HODNOTA	HODN+%
kontrola před galvanizací T 480	97.00	06	10.00 min	0.1617	0.2183
kontrola po galvanizaci T 680	97.00	06	10.00 min	0.1617	0.2183
lepení kamenů T 800	56.00	02	40.00 min	0.3733	0.5040
nasunutí disku na puzetu T 860	52.20	01	50.00 min	0.4350	0.5873
konečná výstupní kontrola T 880	97.00	06	20.00 min	0.3233	0.4365
balení T 900	82.00	05	10.00 min	0.1367	0.1845

**1.5917 2.1488**

**ODLITKY**

	CENA	MJC	SPOTŘEBA	MJSP	HODNOTA	HODN+%
pro PE 7042 0256 8042 0202 00	374.00	100ks		2.00	ks	7.4800 7.4800

**7.4800 7.4800**

**BALÍCÍ MATERIÁL**

	NÁKLADY	HODNOTA	HODN+%
balící materiál	0.20	0.2000	0.2000
		<b>0.2000</b>	<b>0.2000</b>

(NKD = 0,1) (MZD = 0,35)  
(PU = 0,1) (SPR = 0,65)  
(BL = 0,1) (ZISK = 0,1)

Přímé náklady na MJ (ks): 14.41 Kč  
Úplné náklady na MJ (ks): 23.77 Kč

(LEP = 0,1)

Podniková kalkulační cena na MJ (ks): 24.00 Kč

(OSD = 0,1)  
(SAT = 0,1)

**Příloha - Tabulka 12:**  
Kalkulace odlitku 8061 1514 00 (3)

**Bohemian Jewelry spol. s r.o.**      IČ: 14869161      Rok: 2004      Dne: 14.07.2006

Kalkulační list odlitku: **8061 1514 00**      MJ: ks  
Název odlitku: **pro 7061 1514**

<b>HUTNÍ MATERIÁL</b>	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
slitina SU = slitina č. 4 181 340 00101	260.00	kg	1.96 g	0.5096	0.5606
				<b>0.5096</b>	<b>0.5606</b>
<b>KOVOVÉ DÍLY NAKUPOVANÉ</b>	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
Pin stem N 101x1 7/16 (36,5) 647 815 61927 00 0000000	85.40	100 ks	1.00 ks	0.8540	0.9394
Catch N 90L (háček) 647 818 12901 00 0000000	156.00	100 ks	1.00 ks	1.5600	1.7160
Joint 101 (šanyr) 647 818 61903 00 0000000	65.00	100 ks	1.00 ks	0.6500	0.7150
				<b>3.0640</b>	<b>3.3704</b>
<b>MZDOVÉ NÁKLADY</b>	<b>Kč/H</b>	<b>TS</b>	<b>NMIN</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
odlévání T 150	97.00	06	55.00 min	0.8892	1.2004
odlamování a kontrola T 200	56.00	02	10.00 min	0.0933	0.1260
šábrování T 210	56.00	02	210.00 min	1.9600	2.6460
bodování odporové T 230	60.00	03	60.00 min	0.6000	0.8100
omílání T 350	69.00	04	50.00 min	0.5750	0.7763
				<b>4.1175</b>	<b>5.5586</b>
<b>FORMY</b>	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
náklady na pořízení formy forma 002	0.95		1.00 ks	0.9500	0.9500
				<b>0.9500</b>	<b>0.9500</b>

( NKD = 0,1 )  
( HM = 0,1 )  
( MZD = 0,35 )

Přímé náklady na MJ (ks):      10.44 Kč

**Příloha - Tabulka 13:**  
Kalkulace výrobku 7061 1514 01 (3)

Bohemian Jewelry spol. s r.o.

Rok: 2006

Dne: 14.07.2006

Kalkulační list finálu: **7061 1514 01**

MJ: ks

Název finálu: **brož strom s ptáčky/35800/malba dle vzorku**

<b>BARVY LAKY</b>	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA</b>	<b>MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
epox + pigmenty pro malbu 00199	679.00	1 kg	0.04 kg		0.2716	0.2988
					<b>0.2716</b>	<b>0.2988</b>
<b>GALVANIZACE</b>	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA</b>	<b>MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
zlato pravé žluté, NIF 35999	1030.00	kg	0.17 kg		1.7510	1.9261
					<b>1.7510</b>	<b>1.9261</b>
<b>MZDOVÉ NÁKLADY</b>	<b>Kč/H</b>	<b>TS</b>	<b>NMIN</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>	
kontrola před galvanizací T 480	97.00	06	20.00 min	0.3233	0.4365	
kontrola po galvanizaci T 680	97.00	06	10.00 min	0.1617	0.2183	
malování T 750	82.00	05	300.00 min	4.1000	5.5350	
konečná výstupní kontrola T 880	97.00	06	20.00 min	0.3233	0.4365	
balení T 900	82.00	05	10.00 min	0.1367	0.1845	
				<b>5.0450</b>	<b>6.8108</b>	
<b>ODLITKY</b>	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA</b>	<b>MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
pro 7060 1514 8061 1514 00	1044.00	100ks	1.00 ks		10.4400	10.4400
					<b>10.4400</b>	<b>10.4400</b>
<b>BALÍCÍ MATERIÁL</b>			<b>NÁKLADY</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>	
balící materiál			0.20	0.2000	0.2000	
				<b>0.2000</b>	<b>0.2000</b>	

( NKD = 0,1 ) ( MZD = 0,35 )  
( PU = 0,1 ) ( SPR = 0,65 )  
( BL = 0,1 ) ( ZISK = 0,1 )

( LEP = 0,1 )

( OSD = 0,1 )  
( SAT = 0,1 )

Přímé náklady na MJ (ks): 19.68 Kč  
Úplné náklady na MJ (ks): 32.46 Kč

Podniková kalkulační cena na MJ (ks): 33.00 Kč

**Příloha - Tabulka 14:**  
Kalkulace odlitku 8085 0936 00 (4)

Bohemian Jewelry spol. s r.o.

Rok: 2006

Dne: 14.07.2006

Kalkulační list odlitku: **8085 0936 00**  
Název odlitku: **pro 7085 0936**

MJ: ks

**HUTNÍ MATERIÁL**

zinek	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
181 340 00201	101.00	kg	0.012 kg	1.2120	1.3332

**KOVOVÉ DÍLY NAKUPOVANÉ**

šroub M3	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
647 309 80010 00 0000000	48.00	100 ks	2.00 ks	0.9600	1.0560

**MZDOVÉ NÁKLADY**

vsunutí kovodílu do formy	<b>Kč/H</b>	<b>TS</b>	<b>NMIN</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
T 120	52.20	01	40.00 min	0.3480	0.4698
odlévání	97.00	06	70.00 min	1.1317	1.5278
T 150					
odlamování a kontrola	56.00	02	30.00 min	0.2800	0.3780
T 200					
šábrování	56.00	02	40.00 min	0.3733	0.5040
T 210					
broušení	85.50	05	250.00 min	3.5625	4.8094
T 250					
leštění	85.50	05	250.00 min	3.5625	4.8094
T 300					
omílání	69.00	04	70.00 min	0.8050	1.0868
T 350					

**FORMY**

náklady na pořízení formy	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
forma 002	0.95		1.00 ks	0.9500	0.9500
				<b>10.0630</b>	<b>13.5851</b>
				<b>0.9500</b>	<b>0.9500</b>

( NKD = 0,1 )  
( HM = 0,1 )  
( MZD = 0,35 )

Přímé náklady na MJ (ks): 16.92 Kč

**Příloha - Tabulka 15:**  
Kalkulace výrobku 7085 0936 01 (4)

Bohemian Jewelry spol. s r.o.

Rok: 2006

Dne: 14.07.2006

Kalkulační list finálu: **7085 0936 01**

MJ: ks

Název finálu: **AGA**  
**stítek AGA/35830/cerna m./celolite/Zn**

<b>BARVY LAKY</b>	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
epox + pigmenty pro malbu 00199	679.00	kg	3.00 g	2.0370	2.2407
				<b>2.0370</b>	<b>2.2407</b>
<b>GALVANIZACE</b>	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
nikl lesklý 37810	338.00	kg	0.120 kg	0.4056	0.4462
				<b>0.4056</b>	<b>0.4462</b>
<b>MZDOVÉ NÁKLADY</b>	<b>Kč/H</b>	<b>TS</b>	<b>NMIN</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
kontrola před galvanizací T 480	97.00	06	10.00 min	0.1617	0.2183
kontrola po galvanizaci T 680	97.00	06	10.00 min	0.1617	0.2183
malování T 750	82.00	05	300.00 min	4.1000	5.5350
konečná výstupní kontrola T 880	97.00	06	50.00 min	0.8083	1.0912
balení T 900	82.00	05	10.00 min	0.1367	0.1845
				<b>5.3684</b>	<b>7.2473</b>
<b>ODLITKY</b>	<b>CENA</b>	<b>MJC</b>	<b>SPOTŘEBA MJSP</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
pro 7085 0936 8085 0936 00	1692.00	100ks	1.00 ks	16.9200	16.9200
				<b>16.9200</b>	<b>16.9200</b>
<b>BALÍCÍ MATERIÁL</b>			<b>NÁKLADY</b>	<b>HODNOTA</b>	<b>HODN+%</b>
balící materiál			0.20	0.2000	0.2000
				<b>0.2000</b>	<b>0.2000</b>

( NKD = 0,1 ) ( MZD = 0,35 )  
( PU = 0,1 ) ( SPR = 0,65 )  
( BL = 0,1 ) ( ZISK = 0,1 )

Přímé náklady na MJ (ks): 27.05 Kč  
Úplné náklady na MJ (ks): 44.64 Kč

Podniková kalkulační cena na MJ (ks): 45.00 Kč

( LEP = 0,1 )

( OSD = 0,1 )

( SAT = 0,1 )

**Příloha - Tabulka 16:**  
Kalkulace odlitku 8085 1206 00 (5\_1)

Bohemian Jewelry spol. s r.o.

Rok: 2006

Dne: 14.07.2006

Kalkulační list odlitku: **8085 1206 00**  
Název odlitku: **pro 7085 1155**

MJ: ks

HUTNÍ MATERIÁL	CENA	MJC	SPOTŘEBA MJSP	HODNOTA	HODN+%
slitina SU = slitina č. 4 181 340 00101	260.00	kg	0.20 g	0.0520	0.0572
				<b>0.0520</b>	<b>0.0572</b>
MZDOVÉ NÁKLADY	Kč/H	TS	NMIN	HODNOTA	HODN+%
odlévání	97.00	06	8.00 min	0.1293	0.1746
T 150					
odlamování a kontrola	56.00	02	5.00 min	0.0467	0.0630
T 200					
šábrování	56.00	02	40.00 min	0.3733	0.5040
T 210					
omílání	69.00	04	20.00 min	0.2300	0.3105
T 350					
FORMY	CENA	MJC	SPOTŘEBA MJSP	HODNOTA	HODN+%
náklady na pořízení formy	0.79		1.00 ks	0.7900	0.7900
forma 001					
				<b>0.7793</b>	<b>1.0521</b>
				<b>0.7900</b>	<b>0.7900</b>

( NKD = 0,1 )  
( HM = 0,1 )  
( MZD = 0,35 )

Přímé náklady na MJ (ks): 1.90 Kč

**Příloha - Tabulka 17:**  
Kalkulace odlitku 8085 1207 00 (5\_2)

Bohemian Jewelry spol. s r.o.

Rok: 2006

Dne: 14.07.2006

Kalkulační list odlitku: **8085 1207 00**  
Název odlitku: **pro 7085 1155**

MJ: ks

HUTNÍ MATERIÁL	CENA	MJC	SPOTŘEBA MJSP	HODNOTA	HODN+%
slitina SU = slitina č. 4 181 340 00101	260.00	kg	1.60 g	0.4160	0.4576
				<b>0.4160</b>	<b>0.4576</b>
MZDOVÉ NÁKLADY	Kč/H	TS	NMIN	HODNOTA	HODN+%
odlévání	97.00	06	8.00 min	0.1293	0.1746
T 150					
odlamování a kontrola	56.00	02	5.00 min	0.0467	0.0630
T 200					
šábrování	56.00	02	40.00 min	0.3733	0.5040
T 210					
omílání	69.00	04	20.00 min	0.2300	0.3105
T 350					
vrtání otvoru	82.00	05	5.00 min	0.0683	0.0923
T 360					
FORMY	CENA	MJC	SPOTŘEBA MJSP	HODNOTA	HODN+%
náklady na pořízení formy	0.79		1.00 ks	0.7900	0.7900
forma 001					
				<b>0.8477</b>	<b>1.1444</b>
				<b>0.7900</b>	<b>0.7900</b>

( NKD = 0,1 )  
( HM = 0,1 )  
( MZD = 0,35 )

Přímé náklady na MJ (ks): 2.39 Kč

**Příloha - Tabulka 18:**  
Kalkulace odlitku 8085 1208 00 (5\_3)

Bohemian Jewelry spol. s r.o.

Rok: 2006

Dne: 14.07.2006

Kalkulační list odlitku: **8085 1208 00**  
Název odlitku: **pro 7085 1155**

MJ: ks

HUTNÍ MATERIÁL	CENA	MJC	SPOTŘEBA MJSP	HODNOTA	HODN+%
slitina SU = slitina č. 4 181 340 00101	260.00	kg	0.80 g	0.2080	0.2288
				<b>0.2080</b>	<b>0.2288</b>
MZDOVÉ NÁKLADY	Kč/H	TS	NMIN	HODNOTA	HODN+%
odlévání	97.00	06	10.00 min	0.1617	0.2183
T 150					
odlamování a kontrola	56.00	02	6.00 min	0.0560	0.0756
T 200					
šábrování	56.00	02	50.00 min	0.4667	0.6300
T 210					
omílání	69.00	04	20.00 min	0.2300	0.3105
T 350					
				<b>0.9143</b>	<b>1.2344</b>
FORMY	CENA	MJC	SPOTŘEBA MJSP	HODNOTA	HODN+%
náklady na pořízení formy	0.79		1.00 ks	0.7900	0.7900
forma 001					
				<b>0.7900</b>	<b>0.7900</b>

( NKD = 0,1 )  
( HM = 0,1 )  
( MZD = 0,35 )

Přímé náklady na MJ (ks): 2.25 Kč

**Příloha - Tabulka 19:**  
Kalkulace odlitku 8085 1209 00 (5\_4)

Bohemian Jewelry spol. s r.o.

Rok: 2006

Dne: 14.07.2006

Kalkulační list odlitku: **8085 1209 00**  
Název odlitku: **pro 7085 1155**

MJ: ks

HUTNÍ MATERIÁL	CENA	MJC	SPOTŘEBA MJSP	HODNOTA	HODN+%
slitina SU = slitina č. 4 181 340 00101	260.00	kg	1.80 g	0.4680	0.5148
				<b>0.4680</b>	<b>0.5148</b>
MZDOVÉ NÁKLADY	Kč/H	TS	NMIN	HODNOTA	HODN+%
odlévání	97.00	06	10.00 min	0.1617	0.2183
T 150					
odlamování a kontrola	56.00	02	5.00 min	0.0467	0.0630
T 200					
šábrování	56.00	02	40.00 min	0.3733	0.5040
T 210					
omílání	69.00	04	20.00 min	0.2300	0.3105
T 350					
				<b>0.8117</b>	<b>1.0958</b>
FORMY	CENA	MJC	SPOTŘEBA MJSP	HODNOTA	HODN+%
náklady na pořízení formy	0.79		1.00 ks	0.7900	0.7900
forma 001					
				<b>0.7900</b>	<b>0.7900</b>

( NKD = 0,1 )  
( HM = 0,1 )  
( MZD = 0,35 )

Přímé náklady na MJ (ks): 2.40 Kč



**Příloha - Tabulka 20:**  
Kalkulace odlitku 8085 1210 00 (5\_5)

Bohemian Jewelry spol. s r.o.

Rok: 2006

Dne: 14.07.2006

Kalkulační list odlitku: **8085 1210 00**  
Název odlitku: **pro 7085 1155**

MJ: ks

HUTNÍ MATERIÁL	CENA	MJC	SPOTŘEBA MJSP	HODNOTA	HODN+%
slitina SU = slitina č. 4 181 340 00101	260.00	kg	20.20 g	5.2520	5.7772
				<b>5.2520</b>	<b>5.7772</b>
MZDOVÉ NÁKLADY	Kč/H	TS	NMIN	HODNOTA	HODN+%
odlévání	97.00	06	80.00 min	1.2933	1.7460
T 150					
odlamování a kontrola	56.00	02	10.00 min	0.0933	0.1260
T 200					
šábrování	56.00	02	50.00 min	0.4667	0.6300
T 210					
broušení	82.00	05	100.00 min	1.3667	1.8450
T 250					
omílání	69.00	04	30.00 min	0.3450	0.4658
T 350					
				<b>3.5650</b>	<b>4.8128</b>
FORMY	CENA	MJC	SPOTŘEBA MJSP	HODNOTA	HODN+%
náklady na pořízení formy 2 forma 002	0.95		1.00 ks	0.9500	0.9500
				<b>0.9500</b>	<b>0.9500</b>

( NKD = 0,1 )  
( HM = 0,1 )  
( MZD = 0,35 )

Přímé náklady na MJ (ks): 11.54 Kč

**Příloha - Tabulka 21:**  
Kalkulace odlitku 8085 1211 00 (5\_6)

Bohemian Jewelry spol. s r.o.

Rok: 2006

Dne: 14.07.2006

Kalkulační list odlitku: **8085 1211 00**  
Název odlitku: **pro 7085 1155**

MJ: ks

HUTNÍ MATERIÁL	CENA	MJC	SPOTŘEBA MJSP	HODNOTA	HODN+%
slitina SU = slitina č. 4 181 340 00101	260.00	kg	11.80 g	3.0680	3.3748
				<b>3.0680</b>	<b>3.3748</b>
MZDOVÉ NÁKLADY	Kč/H	TS	NMIN	HODNOTA	HODN+%
odlévání	97.00	06	70.00 min	1.1317	1.5278
T 150					
odlamování a kontrola	56.00	02	10.00 min	0.0933	0.1260
T 200					
šábrování	56.00	02	40.00 min	0.3733	0.5040
T 210					
broušení	85.50	05	110.00 min	1.5675	2.1161
T 250					
omílání	69.00	04	40.00 min	0.4600	0.6210
T 350					
vrtání otvoru	82.00	05	15.00 min	0.2050	0.2768
T 360					
				<b>3.8308</b>	<b>5.1716</b>
FORMY	CENA	MJC	SPOTŘEBA MJSP	HODNOTA	HODN+%
náklady na pořízení formy 2 forma 002	0.95		1.00 ks	0.9500	0.9500
				<b>0.9500</b>	<b>0.9500</b>

( NKD = 0,1 )  
( HM = 0,1 )  
( MZD = 0,35 )

Přímé náklady na MJ (ks): 9.50 Kč

**Příloha - Tabulka 22:**  
Kalkulace odlitku 8085 1213 00 (5\_7)

Bohemian Jewelry spol. s r.o.

Rok: 2006

Dne: 14.07.2006

Kalkulační list odlitku: **8085 1213 00**  
Název odlitku: **pro 7085 1155**

MJ: ks

**HUTNÍ MATERIÁL**

slitina SU = slitina č. 4  
181 340 00101

CENA	MJC	SPOTŘEBA MJSP	HODNOTA	HODN+%
260.00	kg	2.10 g	0.5460	0.6006
			<b>0.5460</b>	<b>0.6006</b>

**MZDOVÉ NÁKLADY**

odlévání  
T 150  
odlamování a kontrola  
T 200  
šábrování  
T 210  
omílání  
T 350  
vrtání otvoru  
T 360

Kč/H	TS	NMIN	HODNOTA	HODN+%
97.00	06	15.00 min	0.2425	0.3274
56.00	02	6.00 min	0.0560	0.0756
56.00	02	50.00 min	0.4667	0.6300
69.00	04	20.00 min	0.2300	0.3105
82.00	05	5.00 min	0.0683	0.0923

**FORMY**

náklady na pořízení formy  
forma 001

CENA	MJC	SPOTŘEBA MJSP	HODNOTA	HODN+%
0.79		1.00 ks	0.7900	0.7900
			<b>0.7900</b>	<b>0.7900</b>

( NKD = 0,1 )  
( HM = 0,1 )  
( MZD = 0,35 )

Přímé náklady na MJ (ks): 2.83 Kč

**Příloha - Tabulka 23:**  
Kalkulace výrobku 7085 1155 05 (5)

Bohemian Jewelry spol. s r.o. Rok: 2006 Dne: 14.07.2006

Kalkulační list finálu: **7085 1155 05** MJ: ks  
Název finálu: **auto bez podstavce a letopočtu**  
**31905+daisi galv/krystal/siam/cervena polos.m.**

ŠATONY	CENA	MJC	SPOTŘEBA	MJSP	HODNOTA	HODN+%
saton ss 2 crystal gold foiled	382.46	1440 ks	2.00 ks		0.5312	0.5843
647 431 11111 00 1000020 00000 98521		1440 ks				
saton ss 4,5 crystal gold foiled	383.47	1440 ks	7.00 ks		1.8641	2.0505
647 431 11111 00 1000045 00000 98521						
saton ss 15,5 crystal gold foiled	610.99	1440 ks	2.00 ks		0.8486	0.9335
647 431 11111 00 1000155 00000 98521						
saton ss 4,5 color gold foiled	487.01	1440 ks	1.00 ks		0.3382	0.3720
647 431 11111 00 1000045 01000 98521						
					<b>3.5821</b>	<b>3.9403</b>
BARVY LAKY	CENA	MJC	SPOTŘEBA	MJSP	HODNOTA	HODN+%
epox + pigmenty pro malbu	679.00	kg	3.00 g		2.0370	2.2407
00199						
					<b>2.0370</b>	<b>2.2407</b>
LEPIDLA	CENA	MJC	SPOTŘEBA	MJSP	HODNOTA	HODN+%
epox lepidlo	910.00	kg	2.00 g		1.8200	2.0020
00198						
					<b>1.8200</b>	<b>2.0020</b>
GALVANIZACE	CENA	MJC	SPOTŘEBA	MJSP	HODNOTA	HODN+%
antracit	436.00	kg	20.2000 g		8.8072	9.6879
39800						
kyselá měď	349.00	kg	11.8000 g		4.1182	4.5300
39423						
stříbro lesklé NIF, klírované	882.00	kg	2.9000 g		2.5578	2.8136
31905						
					<b>15.4832</b>	<b>17.0315</b>
MZDOVÉ NÁKLADY	Kč/H	TS	NMIN		HODNOTA	HODN+%
bodování plamenem - letování	82.00	05	10.00 min		0.1367	0.1845
T 240						
kontrola před galvanizací	97.00	06	120.00 min		1.9400	2.6190
T 480						
kontrola po galvanizaci	97.00	06	120.00 min		1.9400	2.6190
T 680						
malování	82.00	05	200.00 min		2.7333	3.6900
T 750						
lepení kamenů	56.00	02	240.00 min		2.2400	3.0240
T 800						
lepení kovodílů	56.00	02	100.00 min		0.9333	1.2600
T 810						
konečná výstupní kontrola	97.00	06	50.00 min		0.8083	1.0912
T 880						
balení	82.00	05	10.00 min		0.1367	0.1845
T 900						
					<b>10.8683</b>	<b>14.6722</b>
ODLITKY	CENA	MJC	SPOTŘEBA	MJSP	HODNOTA	HODN+%
pro 7085 1155	190.00	100ks	1.00 ks		1.9000	1.9000
8085 1206 00						
pro 7085 1155	239.00	100ks	5.00 ks		11.9500	11.9500
8085 1207 00						
pro 7085 1155	225.00	100ks	1.00 ks		2.2500	2.2500
8085 1208 00						
pro 7085 1155	240.00	100ks	1.00 ks		2.4000	2.4000
8085 1209 00						
pro 7085 1155	1154.00	100ks	1.00 ks		11.5400	11.5400
8085 1210 00						
pro 7085 1155	950.00	100ks	1.00 ks		9.5000	9.5000
8085 1211 00						
pro 7085 1155	283.00	100ks	1.00 ks		2.8300	2.8300
8085 1213 00						
					<b>42.3700</b>	<b>42.3700</b>
BALÍCÍ MATERIÁL		NÁKLADY			HODNOTA	HODN+%
balící materiál		0.20			0.2000	0.2000
					<b>0.2000</b>	<b>0.2000</b>

(NKD = 0,1) (MZD = 0,35)  
(PU = 0,1) (SPR = 0,65)  
(BL = 0,1) (ZISK = 0,1)

Přímé náklady na MJ (ks): 82.46 Kč  
Úplné náklady na MJ (ks): 136.05 Kč

Podniková kalkulační cena na MJ (ks): 137.00 Kč

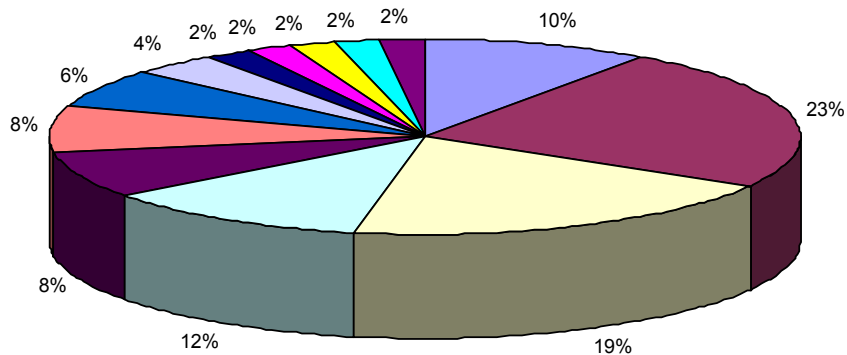
(LEP = 0,1)

(OSD = 0,1)

(SAT = 0,1)

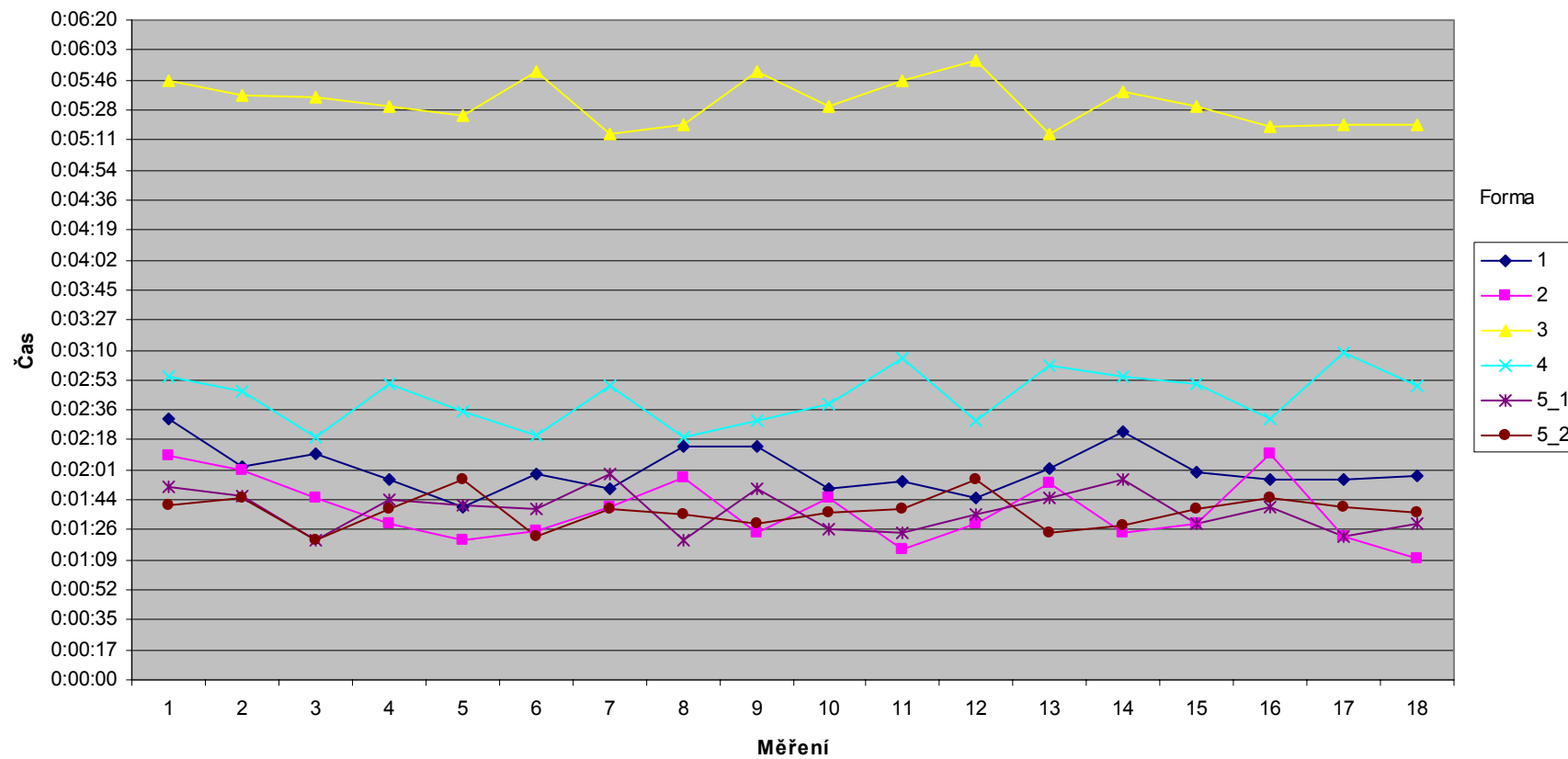
**Příloha - Graf 1**  
Procentuelní rozdělení zaměstnanců dle jednotlivých oddělení

**Procentuelní rozdělení zaměstnanců dle jednotlivých oddělení**

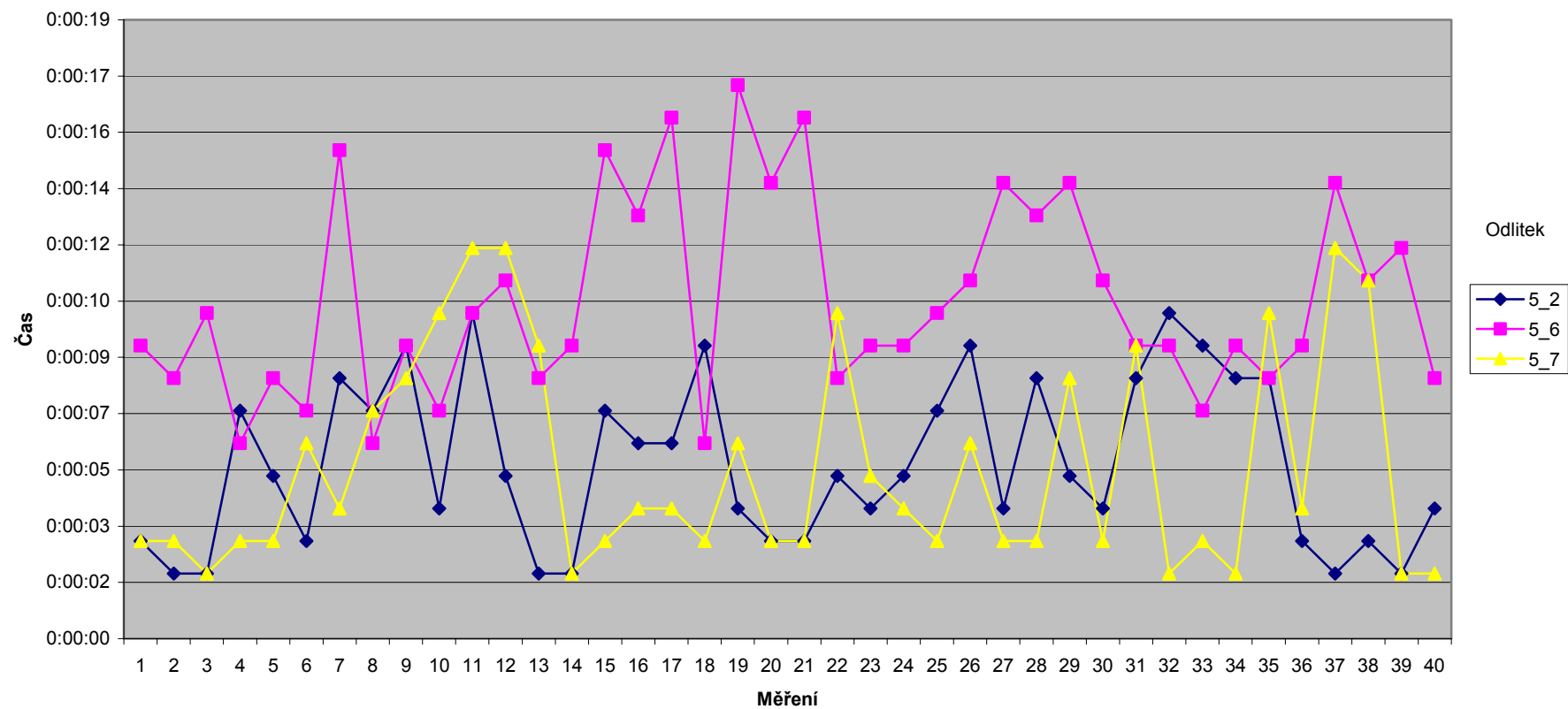


- |   |  |
|---|--|
| Modelář                                   | Šabrování, broušení, leštění, omlání                       |
| Lepení (díů, kamenů, kompletování), malba | Navazování   |
| Vrtání                                    | Pomocné práce (úklid, údržba, čištění rámečků, manipulace) |
| Galvanizace, kontrola                     | Lití + odlamování + kontrola                               |
| Formování                                 | Montování díů  |
| Kontrola                                  | Kontrola balení  |
| Laborantka                                |  |

Naměřené časy - odlévání



Naměřené časy - vrtání



## Implementační dokumentace

### Zdroje

Název	Kapacita	Náklad při použití/hod
resBrouseniLesteni	8	115,425
resGalvanizace	3	0
resKonecnaKontrola_baleni	1	0
resKontrolaGalvanizace	1	130,95
resLepeni_dilu_kamenu_kompletovani	5	0
resLetovaniBodovani	1	0
resMalovani	5	110,70
resManipulant	1	0
resMontovani	1	70,47
resNavazovani_Svesovani	3	0
resOmilani	1	93,15
resSabrovani	3	75,6
resVrtani	1	110,70
resVsunOdlevOdlam	2	0

### Entity

Název	Popis
entSignaly	entita potřebná pro logický chod simulačního modelu
entVyrobek1	entita symbolizující výrobek č.1
entVyrobek2	entita symbolizující výrobek č.2
entVyrobek3	entita symbolizující výrobek č.3
entVyrobek4	entita symbolizující výrobek č.4
entVyrobek5_1	entita symbolizující výrobek č.5 odlitek 1
entVyrobek5_2	entita symbolizující výrobek č.5 odlitek 2
entVyrobek5_3	entita symbolizující výrobek č.5 odlitek 3
entVyrobek5_4	entita symbolizující výrobek č.5 odlitek 4
entVyrobek5_5	entita symbolizující výrobek č.5 odlitek 5
entVyrobek5_6	entita symbolizující výrobek č.5 odlitek 6
entVyrobek5_7	entita symbolizující výrobek č.5 odlitek 7

### Atributy entit získané v generátoru vstupních entit

Atribut	Popis
atrVyrobek	Výrobek (1-5)
atr_davkaLiti	počet výrobků ve formě při odlévání (předáváno z proměnné varVyroba(varVyroba(číslo výrobku,4), ,3); u výrobku 7085 je 6 a 5
atrOdlitek	číslo odlitku (1-7); (použito pouze u výrobku číslo 7085, jelikož se skládá z vícero odlitků)
atrForma	odlitky výrobku 7085 se odlévají ve dvou formách; definuje, který odlitek je ve které formě (1-2)
atrKomplet	číslo kompletu; u odlitků ve výrobku 7085 je nastaveno číslo odlitku z varKompletovani7085

**Atributy entit získané v průběhu simulace**

Atribut	Popis
atrCasBaleniIN	čas vstupu do procesu prBaleni
atrCasBaleniOUT	čas výstupu z procesu prBaleni
atrCasBodovaniIN	čas vstupu do procesu prBodovani
atrCasBodovaniOUT	čas výstupu z procesu prBodovani
atrCasKKIN	čas vstupu do procesu prKonecnaKontrola
atrCasKKOUT	čas výstupu z procesu prKonecnaKontrola
atrCasKompletovaniIN	čas vstupu do procesu prKompletovani
atrCasKompletovaniOUT	čas výstupu z procesu prKompletovani
atrCasLepeniIN	čas vstupu do procesu prLepeni
atrCasLepeniOUT	čas výstupu z procesu prLepeni
atrCasLepeniKamenuIN	čas vstupu do procesu prLepKam
atrCasLepeniKamenuOUT	čas výstupu z procesu prLepKam
atrCasLetovaniIN	čas vstupu do procesu prLetovani
atrCasLetovaniOUT	čas výstupu z procesu prLetovani
atrCasOdlamIN	čas vstupu do procesu delOdlamAkontr
atrCasOdlamOUT	čas výstupu z procesu delOdlamAkontr
atrCasOdlevIN	čas vstupu do procesu delLiti
atrCasOdlevOUT	čas výstupu z procesu delLiti
atrCasVsunIN	čas vstupu do procesu delVsunKdoFormy
atrCasVsunOUT	čas výstupu z procesu delVsunKdoFormy
atrZdrojVOO	přídělené číslo zdroje resVsunOdlevOdlam

**Proměnné**

Proměnná	Řádků	Sloupců
varForma1	6	1
varKalkulaceFinal	11	6
varKalkulaceOdlitky	11	3
varKompletovani7085	7	4
varKonec	5	1
varNaklady final	5	7
varNaklady odlitek	11	5
varNaklady_VsunOdlevOdlam	11	3
varNavazovani	4	2
varOperaceCasy	4	22
varOperaceCasy7085	7	22
varPocetForemOdlitku7085	4	4
varPocetVyroby	7	7
varPoradiVyroby	5	1
varPredchoziForma	1	1
varPrepinaniLiti	2	4
varProm	4	1
varProm2	3	1
varRozdeleniOdl *	6	2
varRozdeleniVrtani *	7	2
varTarifniMzdy	34	1
varVyroba	5	9
varVyroba7085	7	1



## Popis proměnných

### varPocetVyrobku

- definice počtu výrobků a odlitků a jejich průběžná evidence

- pole 7 x 7

1. - 5.řádek = výrobky 1-5

- |            |                                   |
|------------|-----------------------------------|
| 1. sloupec | celkový počet vyráběných výrobků  |
| 2. sloupec | počet výrobků v systému           |
| 3. sloupec | počet výrobků ve výrobním procesu |
| 4. sloupec | počet odlitých výrobků            |
| 5. sloupec | počet vyrobených odlitků          |
| 6. sloupec | počet vyrobených výrobků          |

1. - 7.sloupec = odlitky 1-7 výrobku 5

- |          |                                     |
|----------|-------------------------------------|
| 6. řádek | počty odlitků ve výrobku 5          |
| 7. řádek | počet kompletních odlitků výrobku 5 |

### varVyroba

- pole 5 x 9 pro definici postupu výroby

1.-5. řádek = výrobky 1-5

- |            |  |
|------------|--|
| 1. sloupec | signály výrobků zasílané na holdy pro vstup entit do výroby  |
| 2. sloupec | množství výrobků v jedné sérii (nutno aby byl násobkem 3.sloupce);<br>(definuje střídání na odlévacím stroji dle technických možností výroby)  |
| 3. sloupec | velikost dávky pro odlévání (výrobků v 1 formě)<br><i>Pozn: Sloupec 2 / Sloupec 3 = počet disponibilních forem (počet odlévacích cyklů)</i><br><i>Pozn2: U pátého výrobku jsou hodnoty ve sloupci 2,3 nastaveny na stejné hodnoty. Množství výrobků v jedné sérii vyplývá z proměnné varPocetForemOdlitku7085 a atributu atr_davkaLiti, který definuje počet odlitků v jedné formě (Forma 1 = 6ks odlitků, Forma 2 = 5ks odlitků).<br/>Hodnoty ve sloupci 2 a 3 pro pátý výrobek definují počet forem.</i> |
| 4. sloupec | počet výrobků potřebných pro nashromáždění, aby byly přeneseny do procesu šabrování atd.   |
| 5. sloupec | počet výrobků potřebných pro nashromáždění, aby byly přeneseny do procesu omílání  |
| 6. sloupec | počet výrobků potřebných pro nashromáždění, aby byly přeneseny do procesu letování, bodování, montování  |
| 7. sloupec | počet výrobků potřebných pro nashromáždění, aby byly přeneseny do procesu navazování, galvanizace, svěšování   |
| 8. sloupec | počet výrobků potřebných pro nashromáždění, aby byly přeneseny do procesu konečné úpravy   |
| 9. sloupec | počet výrobků potřebných pro nashromáždění, aby byly přeneseny do procesu konečná kontrola a balení  |

### **varVyroba7085**

- pole 7 x 1 pro definici postupu výroby výrobku č. 5

1. - 7. řádek = odlitky 1 - 7

1. sloupec počet odlitků potřebných pro nashromáždění, aby byly přeneseny do procesu navazování, galvanizace, svěšování (každý odlitek musí být vázán zvlášť)

### **varPoradiVyroby**

- pole 5 x 1 pro definici pořadí vyráběných výrobků

1. 5. řádek = výrobek 1 - 5

1. sloupec pořadí jednotlivých výrobků, které mají vstupovat do výrobního procesu

### **varOperaceCasy**

- pole 4 x 22 pro definici časů operací pro jednotlivé výrobky

1. - 4. řádek = výrobky 1-4

1. sloupec vsunutí  
2. sloupec odlévání  
3. sloupec odlamování kontrola  
4. sloupec šábrování  
5. sloupec vrtání  
6. sloupec broušení  
7. sloupec leštění  
8. sloupec omílání  
9. sloupec letování  
10. sloupec bodování  
11. sloupec montování dílů  
12. sloupec kontrola před galvanizací  
13. sloupec navazování  
14. sloupec galvanizace  
15. sloupec kontrola po galvanizaci  
16. sloupec svěšování  
17. sloupec lepení kovodílů  
18. sloupec lepení kamenů  
19. sloupec malba  
20. sloupec kompletování  
21. sloupec konečná kontrola  
22. sloupec balení

### **varOperaceCasy7085**

- pole 7 x 22 pro definici časů operací pro výrobek 7085

1. - 7. řádek = odlitek 1 -7

Sloupce jsou totožné se sloupci v proměnné varOperaceCasy.

**varProm**

- pole 4 x 1 slouží k ukládání proměnných spojených s „generátorem“ vstupů do výroby

1. řádek navyšování pořadového čísla (pořadové číslo slouží k prohledávání v proměnné varPoradiVyroby – tzn. odkaz na daný řádek)  
hodnoty: 1 - 5
2. řádek Pořadí vypuštění výrobku do výroby  
hodnoty: 1-5
3. řádek Pořadí výrobku z proměnné varPoradiVyroby  
hodnoty: 1-5
4. řádek signál  
hodnoty: 11-15

Ukázka změn hodnot dle jednotlivých kroků (sloupce = řádky varProm)

Řádek	Aktuální pořadí	Pořadí Výrobku	Signál
1	1	3	0
2	1	2	0
3	1	5	0
4	1	4	0
5	1	1	15
1	2	3	0
2	2	2	12

V okamžiku, kdy aktuální pořadí = pořadí výrobku, převezme se hodnota signálu a pošle se do výroby

**varProm2**

- pole 3 x 1 pro vytváření finálního výrobku skládajícího se ze tří kompletů

1. – 3. řádek = komplet 1-3

1. sloupec booleovské hodnoty symbolizující, zda daný komplet byl již do finálního výrobku vložen

*(V submodelu subOddelKomplety2 u přenosu odlitků do KU jsou komplety rozdělovány do front. Jakmile lze spojit 3 různé komplety do jednoho výrobku jsou z fronty uvolněny a je tak vytvořena dávka o velikosti 3. Tak aby tato dávka mohla vždy být tvořena třemi ROZDÍLNÝMI komplety, musel jsem stanovit tuto proměnnou. Do ní se ukládají booleovské hodnoty pro jednotlivé komplety, které do dávky již vstoupili. V okamžiku vytvoření dávky jsou hodnoty nastaveny na 0.)*

**varPocetForemOdlitku7085**

- pole 2 x 1 definující počet forem pro výrobek 7085

- 1.řádek kolikrát se může forma č. 1 opakovat v jedné sérii (odlitky 1206, 1208, 1209, 1210, 1211, 1213 po 1 ks)
- 2.řádek kolikrát se může forma č. 2 opakovat v jedné sérii (odlitek 1207 5ks)

### **varKompletovani7085**

- pole 7 x 4 – definování kompletů (které odlitky tvoří který komplet)

1. – 7. řádek = odlitky výrobku 7085

1. sloupec číslo kompletu  
*hodnoty: 1-3*

2. sloupec Počet ks odlitku vstupující do kompletu

4. sloupec Proměnné, které se používají při kompletování. V tomto sloupci se na každém řádku navyšují hodnoty až do okamžiku, kdy jsou rovny sloupci 2. Jsou-li všechny odlitky v daném množství připraveny, je vytvořen komplet (submodel prLetovani7085)

1. – 3. řádek = číslo komplet

3. sloupec Celkový počet ks v 1 kompletu

4. – 6. řádek = komplet 1-3

3. sloupec Počet vyrobených kompletů

### **varPredchoziForma**

- 1 hodnota

- proměnná používaná pro logiku zasílání signálu u výrobku č. 5 (v submodelu subOdlitky5) pro uvolnění dávky do výroby odlitků. Mění se hodnoty 1-2 (tzn. forma 1,2).

### **varForma1**

- pole 6 x 1

1. – 6. řádek = odlitek vstupující do formy č.1

U výrobku 7085 se používají 2 formy. V jedné formě (tedy Forma1) se odlévá 6 různých odlitků. V druhé formě se odlévá 5ks jednoho druhu odlitku. Tak aby mohla být vytvořena korektní dávka šesti druhů entit, je vytvořena tato proměnná o 6 řádcích. V okamžiku, kdy do dávky, která bude symbolizovat 1 formu o šesti odlitcích, vstoupí jeden typ entity, je na daném řádku této proměnné nastavena hodnota 1 (true). Jakmile je dávka kompletní (tzn. všechny řádky jsou rovny 1), tak je tato proměnná kompletně nastavena na 0.

### **varPrepinaniLiti**

- pole 2 x 4, které zajišťuje doplňuje logiku přepínání odlévacího stroje

1. – 2. řádek = zdroj práce (resVsunOdlevOdlam) pracující na stroji 1-2

1. sloupec následující výrobek

2. sloupec následující forma

3. sloupec předchozí výrobek

4. sloupec předchozí forma

Jsou-li hodnoty předchozích a následujících výrobků na jednotlivých odlévacích strojích rozdílné provede se přepnutí odlévacího stroje

*Pozn: Kdyby se zvýšil počet zdrojů VOO – nutno rozšířit varPrepinaniLiti o 1 řádek*

**varNaklady\_Odlitek**

- pole 11 x 5 používané k ukládání dopočítávaných nákladů při výrobě odlitků

1. – 4. řádek	= odlitky 1 – 4
<u>5. – 11. řádek</u>	= odlitky 1– 7 pro výrobek č.5
sloupce	= náklady
1. sloupec	vsunování
2. sloupec	odlévání
3. sloupec	odlamování
4. sloupec	letování
5. sloupec	bodování

*Pozn.: V okamžiku, kdy vstoupí výrobek do jednoho z procesů se zaznamenává do proměnné (např. varCasVsunIN) čas vstupu do procesu po zpracování se zaznamená čas výstupu (např. varCasVsunOUT). Po té se vypočítá časový rozdíl (tzn. jak dlouho byl výrobek v procesu) a vynásobí se příslušnou tarifní mzdou, která je získána z proměnné varTarifniMzdy. Tato hodnota se ukládá do proměnné varNaklady\_VsunOdlevOdlam. Na úplném konci modelu je umístěn blok Recordů. Do tohoto bloku projdou pouze výrobky, které jsou posledními v celkové výrobě (pro každý typ výrobku). V těchto recordech je provedeno uložení všech hodnot ve varNaklady\_VsunOdlevOdlam, čímž jsou hodnoty zobrazeny v Reportu.*

**varKalkulaceOdlitky**

- pole 11 x 3 definující konstantní náklady, které vstupují do odlitků.

<u>1. – 11. řádek</u>	= odlitky
sloupce	= náklady
1. sloupec	hutní materiál
2. sloupec	kovové díly nakupované
3. sloupec	náklady na pořízení formy

**varKalkulaceFinal**

- pole 6 x 5, které definuje konstantní náklady, vstupující do finálního výrobku (kovové díly nakupované, šatony, galvanizace...)

<u>1. – 5. řádek</u>	= výrobek 1-5
sloupce	= náklady
1. sloupec	kovové díly nakupované
2. sloupec	šatony
3. sloupec	barvy laky
4. sloupec	lepidla
5. sloupec	galvanizace
6. sloupec	balící materiál

**varNaklady\_final**

- pole 5 x 7 do kterého se ukládají hodnoty vypočítaných nákladů na výrobu finálních výrobků

1. – 5. řádek = výrobek 1-5

sloupce = náklady

- |            |                 |
|------------|-----------------|
| 1. sloupec | letování        |
| 2. sloupec | bodování        |
| 3. sloupec | lepení kovodílů |
| 4. sloupec | lepení kamenů   |
| 5. sloupec | kompletování    |
| 6. sloupec | kontrola        |
| 7. sloupec | balení          |

*Pozn.: Sloupce pro náklady vynaložené v procesu letování a bodování jsou použity i v poli varNaklady\_Odlitek. Tyto 2 specifické operace mohou být použity jak při výrobě odlitku, tak při výrobě finálního výrobku.*

**varNavazovani**

- pole 4 x 2 definující počet výrobků na všech rámečcích, které vstupují do jedné galvanické lázně

1. sloupec

1. – 4. řádek = výrobky 1 – 4

2. sloupec

1. – 3. řádek = komplety výrobku 5

**varKonec**

- pole 6x1 do něž se ukládají booleovské hodnoty pro jednotlivé výrobky (hodnota 1= výroba daného výrobku je ukončena)

1. – 6. řádek = výrobky

**varRozdeleniOdl**

- proměnná je použita v kombinovaném modelu (deterministicko-stochastickém)

- pole 6x2 určené pro parametry logaritmicko-normálního rozdělení k procesu Odlévání

1. – 6. řádek = formy 1-4, 5 1, 5 2

1. sloupec = 1. parametr - průměr

2. sloupec = 2. parametr - směrodatná odchylka

**varRozdeleniVrtání**

- proměnná je použita v kombinovaném modelu (deterministicko-stochastickém)

- pole 7x2 určené pro parametry logaritmicko-normálního rozdělení k procesu Vrtání

1. – 7. řádek = odlitky výrobku 5 – tzn. 1-7

1. sloupec = 1. parametr - průměr

2. sloupec = 2. parametr - směrodatná odchylka

## **varTarfiniMzdy**

- pole 34 x 1 definující tarifní mzdy

1. řádek	T 120	vsunutí kovodílu do formy
2. řádek	T 150	odlévání
3. řádek	T 200	odlamování a kontrola
4. řádek	T 210	šábrování
5. řádek	T 230	bodování odporové
6. řádek	T 240	bodování plamenem - letování
7. řádek	T 250	broušení
8. řádek	T 252	kopačka
9. řádek	T 260	frézování
10. řádek	T 300	leštění
11. řádek	T 350	omílání
12. řádek	T 360	vrtání otvorů
13. řádek	T 370	ruční dotvarování
14. řádek	T 430	jehlování
15. řádek	T 440	nýtování
16. řádek	T 470	svěšování před galvanizací ruční
17. řádek	T 471	montáž před galvanizací (montování dílů)
18. řádek	T 480	kontrola před galvanizací
19. řádek	T 680	kontrola po galvanizaci
20. řádek	T 690	olej. a rozhyb broží a klipsů
21. řádek	T 701	ohyb nýtů
22. řádek	T 702	ohyb drátů
23. řádek	T 750	malování
24. řádek	T 800	lepení kamenů
25. řádek	T 810	lepení kovodílů
26. řádek	T 820	montáž po galvanizaci
27. řádek	T 830	návlek náhrdelníku
28. řádek	T 850	vložení gumové podložky ke klipsu
29. řádek	T 860	nasunutí dílů na puzetu (kompletování)
30. řádek	T 870	násun stisk. krytky na sc. pin
31. řádek	T 871	násun krytky na jehlici
32. řádek	T 875	kalibrování (prstenů)
33. řádek	T 880	konečná výstupní kontrola
34. řádek	T 900	balení

## Detailní popis modelu

Při pročitání této části textu bych doporučoval paralelně spolupracovat s obecným popisem modelu, kde jsou umístěny ilustrativní náhledy modelu. Lepší variantou by ovšem bylo nahlížet do modelu, který je umístěn na příloženém CD.

Součástí diplomové práce jsou 2 základní modely – deterministický a kombinovaný (deterministicko-stochastický). V určité části jsou tyto modely odlišné a v popisu tyto odlišnosti naleznete pod zkratkou D/S).

### Generátor vstupních entit

Princip generování vstupních entit je založen na základě výrobních zvyklostí. Prostřednictvím pole `varPocetVyrobku` je definován požadavek výroby (tzn. počet vyráběných výrobků: `varPocetVyrobku(m,1)`  $m$  = číslo výrobku,  $1$  = požadavek výroby). Generátor vytváří entity, které symbolizují odlitky jednotlivých výrobků (`entVyrobek1 ... entVyrobek4`, `entVyrobek5_1 ... entVyrobek5_7`). Následovně každá entita projde procesem `assign`, který přiřazuje základní vlastnosti výrobkům (`atrVyrobek 1-5`, ) a zároveň počítá kolik výrobků již do našeho systému vstoupilo jako požadavek na výrobu (`varPocetVyrobku(m,2)`). Po vygenerování všech vstupujících entit do systému jsou zařazeny do procesu `Hold` (`hReady1 ... hReady5`), který všechny entity drží do okamžiku, kdy je mu zaslán určitý signál (definoval jsem pro výrobky 1 až 5 signály s hodnotou 11...15). Tímto je zaručena koordinační vlastnost systému tak, aby vstupující entity do výrobního procesu dodržely stanovené podnikové zvyklosti.

### Subsystém UvolnovaniDoVyroby

Tento subsystém se stará o zasílání signálů jednotlivým holdům `hReady1` až `hReady5`. V subsystému je zprvu generován určitý počet entit, které zastupují počet potřebných signálů, které budou vyslány do systému. Na základě těchto signálů budou entity zastupující výrobky vstupovat do výrobního procesu. V okamžiku, kdy je signál vyslán, zároveň tato entita zanikne. Ovšem logika celého subsystému je poněkud složitější.

Prvním procesem, kterým vygenerovaný signál prochází je proces **Decision `decUvolnitNaVsunutí`**. Jedná se o logický proces, který na základě podmínky propustí entitu signál na jednu z jeho větví (`true` nebo `false`).

Podmínka tohoto procesu zní:

1.  $(NQ(sezVOO.Queue) == 0) \ \&\&$
2.  $(NR(resVsunOdlevOdlam) < 2) \ \&\&$
3.  $(NQ(hF_1doVyroby.Queue) == 0) \ \&\&$
4.  $(NQ(hF_2doVyroby.Queue) == 0)$

$NQ$  = počet entit ve frontě;  $NR$  = počet využitých zdrojů;  $\&\&$  = a zároveň

1. Fronta v procesu, který odebírá zdroj `resVsunOdlevOdlam` je prázdná.
2. Aktuální využití zdroje `resVsunOdlevOdlam` je menší než 2. ( $\rightarrow$  jeden zdroj je určitě nevyužitý)
3. Fronta v procesu `hold hF_1doVyroby` je prázdná (jedná se o proces, který je umístěn v submodelu `subOdlitky5`. Tento hold pozdržuje „připravené“ odlitky ve formě č. 1. Formy u tohoto výrobku jsou totiž 2 a každá z nich obsahuje určitý počet odlitků. Forma č. 1 obsahuje odlitky č. 1, 3, ... 7.
4. Fronta v procesu `hold hF_2doVyroby` je prázdná. Forma č. 2 obsahuje odlitky č. 2, kterých je 5.



Není-li alespoň v jednom bodě podmínka splněna, pokračuje signál po větvi **false**:

Na této větvi následuje proces hold `hNaUvolneniDoVyroby`, který stále skenuje situaci v modelu, která je založena na stejné podmínce jako `decUvolnitNaVsunutí`. Nastane-li totiž okamžik výše zmíněný, uvolní tento hold signál, který opět projde logickým procesem, ve kterém by již měl následovat na větvi **true**.

Větev **true**:

Entita signál prochází procesem `Assign asRadek1`, který vloží do proměnné `varProm(1)` hodnotu 1. (Tato hodnota funguje jako počítadlo od 1 do 5 a slouží k vyhledávání v tabulce `varPoradiVyroby`.) Dále pokračuje do procesu `asPrirad`, ve kterém do `varProm(3)` přiřadí hodnotu `varPoradiVyroby(varProm(1))`. (viz. `varProm`). Dále pokračuje do logického procesu `decPoradiRovnoVyrobek`, který se opět dělí na dvě cesty (**true**, **false**). Tento proces kontroluje, zda je splněna podmínka:

`varProm(2) == varProm(3)`

Jedná se o podmínku, která když je splněna, symbolizuje následující stav:

Pořadí vypuštění výrobku do výroby je roven pořadí výrobku z proměnné `varPoradiVyroby` (v této proměnné jsou uloženy pořadí 1..5 pro jednotlivé výrobky). Jinými slovy, nastala situace, kdy je na řadě uvolnit jeden z výrobků do výroby.

Nastane-li stav **true**:

Signál projde procesem `asNavys`, který navýší `varProm(2)` o jedničku. Dále nastaví hodnotu `varProm(4)` na hodnotu `varVyroba(varProm(1),1)` (hodnota signálu, který se bude vysílat pro holdy `hReady 1..5`).

Následuje logický proces `decSigProVyr5`, který pouze přepošle signál na určitou větev. Je zde umístěn z toho důvodu, že výrobek č. 5 se skládá ze 7 odlítků a abychom mohli uvolnit z jednotlivých holdů všechny odlítky v určeném počtu, je zapotřebí vyslat vícero signálů než jenom jeden. Tzn. že každý odlitek má svůj daný signál (15-21).

Dalším procesem, kterým signál projde je tedy `sigDoVyroby` (nebo subproces: `sigDoVyroby7085`). Tento proces vyšle do systému signál, na který reagují holdy. Hodnota signálu je rovna `varProm(4)` (tedy hodnotě signálu uloženou v `asNavys`). Další vlastností tohoto procesu je limit, který definuje počet uvolněných entit z holdu (tzn. počet výrobků uvolněných do výroby). Tento limit je stanoven na hodnotu `varVyroba(varProm(1),2)`.

Stav **false**:

Tato situace nastane v okamžiku, kdy hodnoty proměnných si nejsou rovny. Tzn. že nenastal takový okamžik, abychom mohli přecházet hodnotu vysílaného signálu a pokračovat uvolňování dalšího výrobku. Musí se tedy provést následující:

Signal pokračuje do procesu `asNavys2`, kde provede navýšení proměnné `varProm(1)+1`. Tedy v následujícím procesu vyhledávání ve `varPoradiVyroby` se budeme díky této hodnotě odkazovat na další řádek.

Dalším procesem, kterým signál prochází, je logické dělení **decPrekrocenLimit**. Ten kontroluje, zda hodnoty proměnných **varProm(1)**, **varProm(2)** jsou ve stanovených limitech.

První podmínka:

$\text{varProm}(1) > 5$ : když tato situace nastane, nemohli bychom se v dalších krocích odkazovat na hodnoty z tabulky **varPoradiVyroby**. Je tedy zapotřebí tuto hodnotu opět nastavit na 1. Signál je tedy vyslán znovu do procesu **asRadek1**.

Druhá podmínka:

$\text{varProm}(2) > 5$ : Pořadí vypouštění výrobků překročilo limit. Tímto je zapotřebí tuto hodnotu opět nastavit na 1, což se provede v procesu **asRadek2**. Dále se navazuje na **asPrirad**.

*(Původní generátor, který jsem sestavil, vytvářel entity pouze jako zástupce za celkové výrobky (tzn. finální výrobky), ovšem v závěrečné fázi projektu jsem si uvědomil, že je zapotřebí, aby entity zastupovaly jednotlivé odlitky. Toto zjištění jsem získal ve fázi počítání nákladů. V další kapitole podrobněji popíši princip počítání nákladů, ovšem teď bych rád upřesnil důvod výše zmíněného řešení.*

*Tedy stručně řečeno: Náklady v Areně jsou děleny u odlitku na dvě části: automaticky počítané náklady na základě doby strávené v jednotlivých procesech, ve kterých vykonává určitý zdroj práce svou danou činnost. Tento zdroj je určitým způsobem ohodnocen a tím pádem se jeho práce projeví ve výsledné ceně odlitku. Bohužel, výrobek č. 7085.... se skládá ze 7 odlitků, a proto jsem nemohl generátor použít, tak jak byl původně vystaven. Tyto automaticky počítané náklady byly totiž počítané celkově jako suma k výrobku č. 5. Kdežto já jsem potřeboval, aby výrobek č. 5 měl do detailu zachycené náklady pro každý ze 7 odlitků. Tím pádem bylo zapotřebí provést změnu generátoru na podobu již výše zmíněnou.)*

## subOdlitky5

Tento subsystém je napojen přímo za generátorem pátého výrobku. Jeho funkcí je logicky oddělit odlitky, definovat jejich vlastnosti a seskupit je do daných dávek, které jsou zapotřebí pro vkládání do forem. Odlitky tohoto výrobku nejsou vytvářeny v jedné formě, ale používají se dvě formy. První forma je určena pro odlitky (1206, 1208, 1209, 1210, 1211, 1213) a druhá forma se používá pro odlitky 1207 (kterých se vyrábí po 5 ks).

Prvním článkem tohoto submodelu je proces **separate sepVyrSig**. Tento proces duplikuje, nebo-li rozděluje, jednu vstupní entitu na dvě. Jedna z nich v systému figuruje jako odlitek a ta druhá jako signál, který je potřebný pro uvolňování vytvořených dávek do výroby. První větev (original) pokračuje do logického **decOdlitky7085**, který rozřadí vstupující entity dle vlastnosti **atrVyrobek5\_1...atrVyrobek5\_7**. Každý z nich je tedy vyslán na určenou větev (celkem tedy 7) a na každé z nich jsou mu nadefinované základní vlastnosti v procesech **asOdl\_1206**, **asOdl\_1207**, **asOdl\_1208**, **asOdl\_1209**, **asOdl\_1210**, **asOdl\_1211**, **asOdl\_1213**. Vlastnosti jsou následující: **atrOdlitek** (1-7), **atrForma** (1-2), **atrKomplet** (**varKompletovani7085(1-7,1)**), obrázek symbolizující daný odlitek.

Všechny entity, které spadají pod první formu jsou zaslány na své holdy **h1206...h1213**. Tyto holdy skenují situaci v modelu, kdy **varFormal(1-6) == 0**. Holdy jsou vytvořeny z následujícího důvodu. Odlitky 1,3-7 se vyrábějí v jedné formě. Je tedy zapotřebí vytvořit dávku těchto entit 1, 3-7, která může postoupit do procesu odlévání. Tak aby dávka byla vytvořena právě z těchto entit, bylo zapotřebí vytvořit tyto holdy, které

reagují na výše zmíněný stav v modelu. Tento stav je definován jako proměnná `varForma(x)`, do níž se ukládají logické hodnoty (1;0). V případě, že hodnota je rovna 1 pro určitý řádek (1-6), značí to situaci, kdy jedna z šesti entit je již připravena v dávce. Není tedy zapotřebí již do dávky tuto entitu vkládat.

Tato dávka 6 entit se vytváří v batchi **bDavkaLiti\_forma1**, který tedy dočasně seskupuje šest entit dle atributu `atrForma`. Po vytvoření dávky v procesu `bDavkaLiti_forma1` jsou procesem **asNulujForma1** vynulovány všechny hodnoty v proměnné `varForma1`. Tímto je tedy zkompletována celá 1. forma a může se vytvářet další seskupení.

U odlitku **1207** žádný hold použit není a přechází rovnou do procesu `separate sep5ks1207`. Tento odlitek je ve výrobku 7085 totiž použit 5x. Tzn. že z jedné vstupující entity jsou vytvořeny ihned 4 duplikáty. Tyto duplikáty jsou pak vkládány do dočasné dávky **bDavkaLiti\_forma2** o 5 kusech opět podle atributu.

Skupiny odlitků `forem 1` a `2` jsou nadále přesunuty do holdu `hF_1doVyroby`, `hF_2doVyroby`, kde čekají na signál (151 nebo 152), který je zasílán v první části tohoto submodelu, jež byl oddělen duplikováním v `sepVyrSig`.

Tento oddělený signál ovšem není vysílán okamžitě. Musí projít logickým procesem, který rozhodne v jakém okamžiku může být vyslán.

První proces, který signál projde je hold **hSignaly**. Tento hold drží signály do okamžiků, které vystihuje tento vzorec:

1. `((NQ(hF_1doVyroby.Queue) >= varPocetForemOdlitku7085(1)) && (varPredchoziForma == 2)) ||`
2. `((NQ(hF_2doVyroby.Queue) >= varPocetForemOdlitku7085(2)) && (varPredchoziForma == 1))`

1. Fronta holdu `hF_1doVyroby` je větší nebo rovna Počtu `forem č. 1` v jedné sérii (každá forma má nastavený maximální počet opakování).

A ZÁROVEŇ

Předchozí forma byla 2

NEBO

2. Fronta holdu `hF_2doVyroby` je větší nebo rovna Počtu `forem č. 2` v jedné sérii

A ZÁROVEŇ

Předchozí forma byl 1

Je-li jedna z těchto podmínek splněna, může být vyslán signál pro uvolnění urč. počtu `forem`. V dalším procesu `decSignalDoVyroby` je zopakována podmínka 1 a 2. Tyto podmínky usměrní následný chod signálu na jednu ze tří větví (1, 2, false). Nastane-li false, signál se opět vrátí do holdu a čeká. Následné větve jsou si podobny. Liší se pouze tím, že jedna vysílá signál pro první formu a druhá pro formu druhou. Dále je nastavena hodnota `varPredchoziForma`, tak, aby v příštím kroce byla uvolněna fronta jiných `forem` než nyní. Tímto signály zaniknou v našem modelu.

### **Poznatek – počítání nákladů Arenou**

*Dalším poznatkem v souvislosti s automatickým výpočtem nákladů programem Arena, je, že v okamžiku, kdy trvale spojím dvě rozdílné entity, v reportu již nepoznám náklady jednotlivě, ale je zobrazena pouze suma nákladů dílčích entit vystupující pod jedním názvem. Tento problém mě potkal v okamžiku, když jsem potřeboval zjistit OtherCost pro jednotlivé odlitky u výrobku č. 5.*

## Vsunutí kovodílu do formy

Tato operace představuje činnost, při které se určitý kovodíl (např. šroub, jehla, apod.) vsune do lící formy. Po odlití výrobku se tento kovodíl spojí s odlitkem.

Jsou-li dle definovaného pořadí uvolněny do výroby entity, vstupují do tohoto procesu. První čtyři výrobky nejprve vstupují do procesu batch **bDavkyLiti**, které vytvoří dávku představující počet kusů v jedné formě o velikosti atributu **atr\_davkaLiti**, dle atributu **atrVyrobek**. Pro pátý výrobek je tato dávka vytvářena již v submodelu **subOdlitky5**. Dále všechny dávky postupují do procesu **Seize sezVOO** (zkratka seize vsunování odlévání odlamování). Tento proces si uzme 1 ze zdroje **resVsunOdlevOdlam**, který bude až do jeho uvolnění vytižen, tzn. že bude pracovat i nadále s těmito entitymi.

Dále je této dávce přiřazen atribut **atrZdrojVOO** na základě vzorce **3-NR(resVsunOdlevOdlam)** (3 = celkový počet zdroje této práce; **NR(res...)** = aktuální počet přiřazených zdrojů.)

Tímto může být tato dávka již rozdělena, protože potřebujeme, aby byla provedena práce na každém kusu odlitku zvlášť (kvůli definovanému času a nákladům). Rozdělení je provedeno v **separate sepOddelit**.

V celém modelu hojně využívám logické oddělování výrobků 1-4 od výrobků 5. Toto řešení jsem byl nucen použít, protože výrobky 1-4 se skládají pouze z 1 odlitku, zatímco výrobek č. 5 se skládá rovnou ze 7. Tzn. že veškeré proměnné, které v procesech využívám, jsem musel od těchto dvou skupin výrobků oddělit tak, aby mohly být maximálně univerzální. Logický proces **decOddelVyrOd5\_1** rozdělí entity do dvou větví na základě podmínky **atrVyrobek <> 5** (větev **true** je pro výrobky 1-4; větev **false** pro výrobky 5).

Jelikož je zdroj práce **resVOO** určen pro výkon tří různých aktivit, které jsou ke všemu různě cenově ohodnoceny, bylo zapotřebí vymyslet mechanismus, který bude dopočítávat náklady na výrobu pro každý proces zvlášť a vyhnout se tak automatickému počítání nákladů **Arenou**. Tento problém jsem vyřešil následujícím způsobem. Entita, která vstupuje do procesu, ve kterém na ní bude prováděna práce, nejprve projde procesem **assign asCasVsunIN(7085)**, která přiřadí entitě atribut času vstupu do procesu (**atrCasVsunIN=TNOW**). Dále vstupuje do procesu **delay delVsunKdoFormy(7085)**, který pouze entitu pozdrží určitý časový okamžik (**varOperaceCasy(atrVyrobek,1)** nebo **varOperaceCasy7085(atrOdlitek,1)**). Po vypršení tohoto časového kvanta, entita postupuje do procesu **asNakladyVsunuti(7085)**, kde je zjištěn aktuální simulační čas (**atrCasVsunOUT=TNOW**) a prostřednictvím vzorce **varNaklady\_Odlitek(atrVyrobek,1) + (atrCasVsunOUT- atrCasVsunIN) \* varTarifniMzdy(1) \* 1.35** je vypočítán a uložen náklad spojený se vsunutím kovodílu do formy do proměnné **varNaklady\_odlitek(atrVyrobek,1)**.

U pátého výrobku je vzorec pozměněn na toto znění **varNaklady\_odlitek(atrOdlitek+4,1) = varNaklady\_odlitek(atrOdlitek+4,1) + (atrCasVsunOUT-atrCasVsunIN) \* varTarifniMzdy(1) \* 1.35**.

V tomto procesu se také navýší hodnota počtu výrobků ve výrobním procesu

1-4: **varPocetVyrobek(atrVyrobek,3)+1**

5: **varPocetVyrobek(atrVyrobek,3) + 1 / exprPocetOdlitkuV7085**

(přičemž **exprPocetOdlitkuV7085 = varKompletovani7085(1,2) + varKompletovani7085(2,2) + varKompletovani7085(3,2) + varKompletovani7085(4,2) + varKompletovani7085(5,2) + varKompletovani7085(6,2) + varKompletovani7085(7,2)**)

Entity z obou větví dále postupují do submodelu **SubZpetDavka**, kde jsou entity opět spojeny do dávky, která představuje počet odlitků v jedné lící formě. Jsou zde použity

batche (bZpetDavka, bZpetDavka2) jako na začátku. U pátého výrobku je znovu přiřazen obrázek, charakterizující formu 1 a 2.

### Přepnutí odlévacího stroje

Licí stroj, jehož princip je popsán v kapitole 2.2.2, je zapotřebí v okamžiku změny odlévání přepnout. Tzn. mění-li se druh odlévací formy, mění se i podmínky odlévání, které se nastaví přepnutím. Tato operace ovšem vyžaduje určité zbrždění pracovníka ve výrobě a toto je vyjádřeno následným modelem.

První proces **asDalsi** přiřadí do proměnné `varPrepinaniLiti(atrZdrojVOO,1)` hodnotu `atrVyrobek`. Dále do `varPrepinaniLiti(atrZdrojVOO,2)` hodnotu `atrForma`. Atribut `atrZdrojVOO` byl nastaven v okamžiku, kdy této entitě byl přidělen zdroj `resVsunOdlevOdlam` v procesu `asZdroj`. Tyto hodnoty jsou důležité proto, abychom mohli určit, zda ten samý pracovník pracující na daném stroji bude měnit licí formy.

Další logický proces **decPrepinani** řeší právě ten problém, je-li zapotřebí licí stroj přepnout, dle následujícího vzorce:

1. `(varPrepinaniLiti(atrZdrojVOO,1) == varPrepinaniLiti(atrZdrojVOO,3)) &&`
2. `(varPrepinaniLiti(atrZdrojVOO,2) == varPrepinaniLiti(atrZdrojVOO,4))`

Tento vzorec bychom mohli charakterizovat následovně:

1. Je-li stávající výrobek stejný jako předchozí A ZÁROVENĚ
2. Je stávající forma stejná jako předchozí

→ Tak nedochází k přepínání licí mašiny a pokračuje se ve výrobě.

Není-li jedna z těchto podmínek splněna, je zapotřebí licí mašinu přepnout a tudíž entita je vyslána z logického procesu na větev `false`. Na obou větvích (`true` i `false`) je provedeno další přiřazení nových hodnot do proměnných v procesech **asPredchozi** nebo `asPrechozi_`. Ukládané proměnné: `varPrepinaniLiti(atrZdrojVOO,3) == atrVyrobek`; `varPrepinaniLiti(atrZdrojVOO,4) == atrForma`. Tyto hodnoty se tedy týkají předchozích výrobků – tzn. těch, které vystoupily z této části systému. Další které do tohoto systému vstoupí, budou opět porovnávány právě s těmito.

Na větvi `false` je kromě přiřazení nových hodnot do proměnných provedeno ještě ono důležité pozdržení zdroje práce `resVsunOdlevOdlam`, které je cca 6 sekund.

### Odlévání, odlamování a kontrola

Tato část modelu se již věnuje samotnému procesu odlévání a po něm prováděných následujících operací. Dle kalkulace jsou opět tyto procesy vyčísleny pro jeden výrobek. Tímto je na samém začátku provedeno rozdělení dávky na samostatné entity v pr. **sepOddelit2**, přičemž každé entitě z rozdělované dávky je přiřazen, prostřednictvím tohoto procesu, atribut `atrZdrojVOO`. Další proces opět oddělí 1.-4.-té výrobky od 5-tého. Stejně jako u vsunutí kovodílů do formy, i tyto operace jsou prováděny jedním zdrojem práce a za různé tarifní mzdy. Proto jsou zde použity přídatné moduly, které vypočítávají náklady na těchto operacích. Prvotně se přiřadí entitě čas vstupu (v **asCasOdlevIN(7085)**) do procesu **delLiti(7085)**, následovně se v tomto procesu pozdrží stanovený čas (`varOperaceCasy(atrVyrobek,2)`; `varOperaceCasy7085(atrOdlitek,2)`).

---

**D/S:** V deterministicko-stochastickém modelu byl proces `delLiti(7085)` nahrazen procesem **prLiti(7085)**, jelikož bylo zapotřebí definovat čas, který se řídí pravděpodobnostním rozdělením logaritmicke-normálním. Parametry pro toto rozdělení jsou uloženy v proměnné `varRozdeleniOdl`.

---

Čas tedy odpovídá těmto hodnotám:  
 $\text{LOGN}(\text{varRozdeleniOdl}(\text{atrVyrobek},1),\text{varRozdeleniOdl}(\text{atrVyrobek},2))/60$ . Čas je dělen 60, jelikož je vyžadován převod na minuty.  
 Pro pátý výrobek je čas:  
 $\text{LOGN}(\text{varRozdeleniOdl}(\text{atrForma},1),\text{varRozdeleniOdl}(\text{atrForma},2))/60$ .

Před těmito procesy jsou zároveň holdy hLiti(7085), které entity pozdrží do okamžiku uvolnění licího stroje. Je to z toho důvodu, aby nevzrostl čas strávený v procesu časem stráveným ve frontě.

Dále projde procesem **asNakladyLiti(7085)**, kde je zaznamenán a přiřazen entitě čas, ve kterém entita vystoupila z procesu delLiti. Také je zde dopočítán cenový náklad vyčíslený na provedení této operace vzorcem:

$$\begin{aligned} & \text{varNaklady\_odlitek}(\text{atrVyrobek},2) \\ & + (\text{atrCasOdlevOUT}-\text{atrCasOdlevIN}) \\ & * \text{varTarifniMzdy}(2) \\ & * 1.35 \end{aligned}$$

Následující proces **delOdlamKontr(7085)** opět pozdrží zdroj resVsunOdlevOdlam časové kvantum varOperaceCasy(atrVyrobek,3) nebo varOperaceCasy7085(atrOdlitek,3). Poté je tento čas změněn a jsou dopočítány náklady v **asNakladyOdlamKontr(7085)** vzorcem:

$$\begin{aligned} & \text{varNaklady\_odlitek}(\text{atrVyrobek},3) \\ & + (\text{atrCasOdlamOUT}-\text{atrCasOdlevOUT}) \\ & * \text{varTarifniMzdy}(3) \\ & * 1.35 \end{aligned}$$

Všechny operace, které zdroj práce resVsunOdlevOdlam měl vykonat, již vykonal a je čas na jeho uvolnění a zpřístupnění dalším nastupujícím entitám. Jelikož zdroj práce byl korektně rozdělován pro celou dávku, která symbolizuje jednu odlévací formu a nyní je tato dávka rozdělena na jednotlivé entity, je zapotřebí tyto entity opět seskupit do dávky, aby byl zdroj práce ekvivalentně uvolněn. Opětné spojení je provedeno v submodelu subZpetDavka. Následně je tedy provedeno uvolnění zdroje procesem Release resVOO(7085).

Pro výrobky 1-4 je dávka opět rozdělena (**sepVyndaniZformy**) a následovně jsou sčítány počty odlitých výrobků v asPocetOdlitych vzorcem:

$$\text{varPocetVyroбку}(\text{atrVyrobek},4) == \text{varPocetVyroбку}(\text{atrVyrobek},4)+1$$

U 5.-tého výrobku je navýšen stav jen o 0,5 (poněvadž 1 forma = 1/2 výrobku) a teprve pak je dávka rozdělena.

## **Přenos odlitků na šábrování, vrtání, broušení, leštění**

....obecně....

Ve výrobním procesu je s polotovary z jednotlivých pracovišť manipulováno na jiná pracoviště. Tyto stavy jsou právě zachyceny obdobnými systémy, které jsou nazvány přenos ..kam... . V podstatě se jedná o místo, kde se nashromáždí odlité, opracované a jinak upravené polotovary. Jakmile se na těchto místech sejde určité množství polotovarů, má smysl je přenést do dalších výrobních procesů.

S těmito částmi systému je úzce spojen subsystém (s tímto subSignalyPrenosOdlitku), který je umístěn na začátku celého modelu. Tyto subsystémy mají za úkol kontrolovat stavy front, které symbolizují ono hromadění výrobků připravených pro přenos. Je-li splněn počet, který je možný přenést do dalšího pracoviště,

je vyslán signál danému holdu, který tuto frontu přidržoval. Tímto je fronta uvolněna a výrobky vyslány do dalšího zpracování.

....detailně....

Zpočátku je provedeno oddělení výrobků na jednotlivé větve logickým procesem **decRozdeleniVyrobku** dle atrVyrobek. Na každé větvi následuje hold hPrenos1-5, který čeká na signál 211-215. Tyto signály jsou vyslány z submodelu subSignalyPrenosOdlitku (viz. „zasílání signálů pro přenos odlitků“).

Po uvolnění výrobků z holdu postupují do dočasného batche bPrenos1\_4 nebo bPrenos5. Kde jsou vytvořeny dávky o velikosti 1-4: varVyroba(atrVyrobek,4), 5: varVyroba(atrVyrobek,4)\*11 symbolizující jeden přenos. Poté je proveden přenos prPrenosOdlitku a dále je dávka opět rozdělena na samostatné entity, které již mohou vstoupit do procesů šábrování, vrtání, broušení, leštění.

### Zasílání signálů pro přenos odlitků

Nejprve je generován určitý počet signálů. Tyto signály jsou pozdrženy v holdu hSignalyPrenos, který kontroluje stav vyjádřený tímto vzorcem:

1.  $(NQ(hPrenos1.Queue) \geq varVyroba(1,4)) \parallel$
2.  $(NQ(hPrenos2.Queue) \geq varVyroba(2,4)) \parallel$
3.  $(NQ(hPrenos3.Queue) \geq varVyroba(3,4)) \parallel$
4.  $(NQ(hPrenos4.Queue) \geq varVyroba(4,4)) \parallel$
5.  $((NQ(hPrenos5.Queue)/11) \geq varVyroba(5,4))$

Obecně:

1. Fronta na holdu hPrenos1 je větší nebo rovna než námi požadovaný počet odlitků potřebných pro přenesení NEBO
- 2-5. opakuje se pro 2., 3., 4., 5. (přičemž 5. se skládá z 11ks odlitků → proto je děleno 11).

Nastane-li jeden z těchto stavů, logický proces přepošle signál na danou větev, které jsou definované stejnými podmínkami. Na každé větvi je umístěn proces signal sigPrenos1-5. Tyto procesy vyšlou signál o hodnotě 211-215 s limitem varVyroba(X,4). X=1..5

### Šábrování, Vrtání, Broušení, Leštění

Naprostě triviální část z celého modelu, kde jsou liniově seřazeny procesy, které jsou či nejsou prováděny na jednotlivých odlitcích.

Před každým procesem je umístěn logický proces decPresNazevProcesu, který kontroluje (na základě hodnoty z proměnné varOperaceCasy(7085)), zda daná entita má do následujícího procesu vstoupit. Není-li tomu tak, přeskočí tento proces do následujícího logického procesu.

Časy, které v daném procesu stráví, jsou opět určeny z proměnné:

pro šábrování:

varOperaceCasy(atrVyrobek,4) nebo varOperaceCasy7085(atrOdlitek,4)

pro vrtání:

varOperaceCasy(atrVyrobek,5) nebo varOperaceCasy7085(atrOdlitek,5)

pro broušení:

varOperaceCasy(atrVyrobek,6) nebo varOperaceCasy7085(atrOdlitek,6)

pro leštění

varOperaceCasy(atrVyrobek,7) nebo varOperaceCasy7085(atrVyrobek,7)

Jelikož každý z těchto procesů má svůj vlastní zdroj práce není zapotřebí dopočítávat náklady vynaložené na provedení dílčích operací. Náklady jsou počítány automaticky. Přidělení automaticky počítávaných nákladů odlitků jsem nastavil na nákladovou složku „Value Added“.

---

**D/S:** Jediná změna, která v tomto modelu nastala, je čas pro proces prVrtani7085. Tento čas je řízen logaritmickeo-normálním rozdělením s parametry, které jsou uloženy v proměnné varRozdelniVrtani. Čas tedy odpovídá hodnotě:

LOGN(varRozdeleniVrtani(atrOdlitek,1),varRozdeleniVrtani(atrOdlitek,2))/60.

Dělen je opět kvůli převodu na minuty.

---

## Omílání

Proces omílání není prováděn jednotlivě na každém odlitku, ale je zapotřebí opět seskupit určité množství odlitků, které se omílá dohromady v jednom omílacím stroji.

Tato logika věci je zachycena hned v počátku a je řešena obdobným způsobem jako části modelů zaměřené na přenosy na jiná pracoviště.

Opět jsou entity rozděleny logickým procesem decRozdeleniVyrobu2 na jednotlivé větve dle svého původu (tzn. výrobek 1-5). Všechny větve jsou směřovány do holdů hOmilani1...hOmilani5, které pozdržují odlitky do okamžiku, kdy je vytvořena dávka, kterou je možno vložit do omílacího stroje. Tuto situaci kontroluje subsystém **subSignalyOmilani** (viz. kapitola Zasílání signálů pro Omílání) a holdy čekají na signály z něj vyslané (signály 311-315).

Jakmile je kvantum odlitků vpuštěno do odlévacího stroje, jsou spojeny do jedné dočasné dávky bOmilani(7085) o velikosti varVyroba(atrVyrobek,5) dle atributu atrVyrobek.

Dále projdou omítacím procesem, jehož délka je definována varOperaceCasy(atrVyrobek,8) \* varVyroba(atrVyrobek,5). Jelikož výrobek 5 se skládá ze 7 odlitků, jeho omílací čas je definován jako varOperaceCasy7085(atrOdlitek,8). Náklady spadají opět do složky „Value Added“. Následně je dávka rozdělena a omléte odlitky mohou pokračovat ve výrobě.

V modelu jsem použil proces rout rtDolu. V tomto procesu dojde pouze k přesunu všech entit na danou „station“ – stDole bez jakéhokoliv časového zdržení. Pouze vizuálně modelovaný problém pokračuje opět zleva na 2. řádku doprava.

## Zasílání signálů pro Omílání

Princip je opět stejný jako u předchozího submodelu pro zasílání signálů. Liší se pouze podmínkou, kdy jsou signály zaslány a hodnotou signálů.

(NQ(hOmilani1.Queue) >= varVyroba(1,5)) ||

(NQ(hOmilani2.Queue) >= varVyroba(2,5)) ||

(NQ(hOmilani3.Queue) >= varVyroba(3,5)) ||

(NQ(hOmilani4.Queue) >= varVyroba(4,5)) ||

(NQ(hOmilani5.Queue) >= varVyroba(5,5))

Význam vzorce:

---



Fronta v holdu hOmilani1...až...hOmilani5 je větší nebo rovna hodnotě uložené ve varVyroba(atrVyrobek,5), která je definovaná jako minimum potřebných odlitků, které lze vložit do omílacího stroje.

Po splnění jedné z podmínek je entita signál přeposlán do logického procesu, který opět rozdělí, pro který výrobek se signál má vyslat.

Hodnoty signálů: 311...315

Limit: varVyroba(X,5) (X = atrVyrobek)

### **Přenos odlitků na Letování, bodování, montování dílů**

Tato část modelu je opět stejná jako předchozí dvě, které se zabývají přenosem odlitků. Jediný rozdíl v tomto případě je, že samotný přenos trvá poněkud déle, poněvadž se jedná o přenos mezi vzdálenějšími pracovišti. Toto pracoviště je umístěno v druhém patře a časová vzdálenost je cca 90 sec.

Dávky vytvořené pro přenesení: varVyroba(atrVyrobek,6)

Spřízněný submodel k tomuto modelu je **subSignalyPrenosDoLBM**.

Vzorec v holdu signálů (hSignalyPrenosLBM):

(NQ(hPrenosLBM1.Queue) >= varVyroba(1,6)) ||

(NQ(hPrenosLBM2.Queue) >= varVyroba(2,6)) ||

(NQ(hPrenosLBM3.Queue) >= varVyroba(3,6)) ||

(NQ(hPrenosLBM4.Queue) >= varVyroba(4,6)) ||

(NQ(hPrenosLBM5.Queue) >= varVyroba(5,6))

Vysílané signály: 411 – 415

Limity: varVyroba(atrVyrobku,6)

### **Letování, bodování, montování dílů**

Tyto operace jsou již prováděny na vzdálenějším pracovišti od předchozích. Jelikož operace Letování a bodování mají stejný zdroj práce (resLetovaniBodovani), opět s rozdílnými tarifními mzdami, bylo zapotřebí u těchto dvou postavit jednotlivé procesní moduly tak, aby se náklady vynaložené na těchto operacích dopočítávali.

Před každým procesem je umístěn logický proces decPresNazevProcesu, který stejně jako u bloku šábrování, vrtání, broušení a leštění kontroluje, zda daná entita má do následujícího procesu vstoupit.

#### **prLetovani\_sub; prLetovani7085\_sub**

Subproces je tvořen obdobně jako předchozí procesy u nichž se dopočítávali náklady. Jediná změna, která byla použita, je prvotní proces hold hLetovani (hLetovani7085), ve kterém se kontroluje, zda zdroj práce resLetovaniBodovani je volný ( $NR(resLetovaniBodovani) < 1$ ). Je-li tomu tak, je entita vpuštěna do procesu letování, přičemž se zaznamená čas vstupu do procesu (asCasLetovaniIN). Samotný proces prLetovani vyžaduje časové kvantum varOperaceCasy(atrVyrobek,9). Nákladová složka procesů, u nichž se náklady dopočítávají je „Non-Value Added“. V dalším procesu asNakladyLetovani se zaznamená čas výstupu z procesu a vypočítá se příslušný náklad, který se uloží do proměnné varNaklady\_odlitek(atrVyrobek,4).

Vzorec výpočtu:

varNaklady\_odlitek(atrVyrobek,4)

+ (atrCasLetovaniOUT- atrCasLetovaniIN)

\* varTarifniMzdy(6)

\* 1.35

U submodelu prLetovani7085\_sub to je obdobné, až na odkazování na proměnné, které jsou:

Čas letování:  $\text{varOperaceCasy7085}(\text{atrVyrobek},9) / 11$   
Náklady:  $\text{varNaklady\_final}(\text{atrVyrobek},1)$   
 $+ (\text{atrCasLetovaniOUT} - \text{atrCasLetovaniIN})$   
 $* \text{varTarifniMzdy}(6)$   
 $* 1.35$

U výrobku č.5 jsou totiž náklady letování zahrnuty až v ceně finálního výrobku.

#### **prBodovani sub; prBodovani7085 sub**

Tyto procesy jsou podobného charakteru jako předchozí, se změnou odkazu na proměnné.

prBodovani sub:

Čas:  $\text{varOperaceCasy}(\text{atrVyrobek},10)$   
Náklad:  $\text{varNaklady\_odlitek}(\text{atrVyrobek},5)$   
 $+ (\text{atrCasBodovaniOUT} - \text{atrCasBodovaniIN})$   
 $* \text{varTarifniMzdy}(5)$   
 $* 1.35$

prBodovani7085\_sub:

Čas:  $\text{varOperaceCasy7085}(\text{atrVyrobek},10)/11$   
Náklad:  $\text{varNaklady\_Final}(\text{atrVyrobek},2)$   
 $+ (\text{atrCasBodovaniOUT} - \text{atrCasBodovaniIN})$   
 $* \text{varTarifniMzdy}(5)$   
 $* 1.35$

#### **prMontovani; prMontovani7085**

Tento proces vyžaduje zdroj práce resMontovani. Či-li zdroj, který je přímo určen pro jednu operaci, a tím pádem jsou náklady počítány automaticky a ukládány do složky Other a pro 7085 Transfer.

Čas:  $\text{varOperaceCasy}(\text{atrVyrobek},11)$   
Čas(7085):  $\text{varOperaceCasy7085}(\text{atrVyrobek},11)/7$

Děleno sedmi, protože v jednom výrobku je 7 odlitků.

Procesy letování, bodování a montování v případě 5. výrobku vytvoří určitý komplet, který dále pokračuje ve výrobě jako určitý celek. Tato skutečnost je ovšem provedena až v následujícím submodelu. Důvod tohoto řešení je potřeba zaznamenat celkové náklady odlitku, které se dopočítávaly. Tzn. že všechny entity musí být oddělené. Záznam je proveden v následující části systému.

## Celkové náklady odlitku

Nejprve je submodelem subOddeleni provedeno oddělení výrobků 1-4 od 5 pr. decRozdeleniVyrobků9. Jedná-li se o výrobky 1-4, pokračují po větvi true, čímž se dostanou z tohoto submodulu.

V popisu ale budu pokračovat na větvi false, tedy pro výrobky č. 5. Proces assign **asPocetVyrobenychOdlitku7085** provede uložení hodnoty varPocetVyrobků(7,atrOdlitek)+1, čímž je navýšen počet hotových odlitků pro výrobek 5.

Další logický proces **decKonecVyrobyOdlitku2** kontroluje, zda entita, která do něj vstoupila, je již posledním odlitkem z celkového počtu vyráběných. Tato kontrola proběhne na základě podmínky: varPocetVyrobků(7,atrOdlitek) == varPocetVyrobků(6,atrOdlitek). Nejedná-li se o poslední odlitek (větve false), pokračuje do subsystému subSletovaneOdlitky.

Jedná-li se o poslední, pokračuje po větvi true, kde se v **decRozdeleniOdlitku2** pošle každý odlitek na svou danou větev a na ní přejde do subsystému **subNakladyOdlitky**. V tomto subsystému je umístěno 7 recordů (\_recNakladyOdlitek5\_1 až \_recNakladyOdlitek5\_7), které provedou ono uložení celkových nákladů vynaložených na daném odlitku, které byly ručně dopočítávané.

Vzorec:

```
(varNaklady_odlitek(atrOdlitek+4,1)
+ varNaklady_odlitek(atrOdlitek+4,2)
+ varNaklady_odlitek(atrOdlitek+4,3)
+ varNaklady_odlitek(atrOdlitek+4,4)
+ varNaklady_odlitek(atrOdlitek+4,5))
/ varPocetVyrobků(atrVyrobek,1)
+ varKalkulaceOdlitky(atrOdlitek+4,1)
+ varKalkulaceOdlitky(atrOdlitek+4,2)
+ varKalkulaceOdlitky(atrOdlitek+4,3)
```

Výrazem atrOdlitek+4 se budeme odkazovat tedy na řádky 5-11 (podle odlitků).

Z tohoto submodulu pokračují odlitky do submodulu **subSletovaneOdlitky**, stejně jako ty, které nebyly ve výrobě posledními.

V tomto submodulu jsou nyní vytvořeny komplety, které vznikly důsledkem předchozích procesů bodování, letování a montování. Prvotní proces **decRozdeleniOdlitku** oddělí odlitky na příslušnou větev a na každé větvi je umístěn hold hOdlitek1 až hOdlitek7. Holdy skenují situaci, která je vystižena tímto vzorcem:

1. (NQ(hOdlitek1.Queue) >= 1) &&
2. (varKompletovani7085(atrOdlitek,4) < varKompletovani7085(atrOdlitek,2))

1. Fronta na daném holdu je větší nebo rovna 1 A ZÁROVENĚ
2. Počet kusů odlitků v kompletu je menší než počet již vložených odlitků do kompletu

(Ekvivalentně je vzorec upraven pro ostatní odlitky).

Je-li podmínka splněna z holdu, je uvolněn odlitek, který následuje do procesu **asPocetOdlitku**. Zde se provede výpočet varKompletovani7085(atrOdlitek,4)+1, čímž se navýší počet odlitků do kompletu vložených. Dále se logickým procesem **decKomplet** oddělí odlitky dle svého atributu atrKomplet. Na každé větvi je umístěn dočasný batch

bKomplet1 až bKomplet3, který slučuje varKompletovani7085(atrKomplet,3) odlitků. Jakmile je komplet vytvořen, projde assignem **asNuluj1** až **asNuluj3**, kde jsou hodnoty proměnných nastaveny tak, aby mohla být zpracována další dávka kompletů. Zároveň je jim přiřazen příslušný obrázek tak, aby v modelu bylo poznat o jakou entitu se jedná.

$$\begin{aligned} \text{asNuluj1} &= \text{varKompletovani7085}(1,4) = 0 \\ &\quad \text{varKompletovani7085}(2,4) = 0 \\ &\quad \text{varKompletovani7085}(3,4) = 0 \\ \text{asNuluj2} &= \text{varKompletovani7085}(4,4) = 0 \\ &\quad \text{varKompletovani7085}(6,4) = 0 \\ \text{asNuluj3} &= \text{varKompletovani7085}(5,4) = 0 \\ &\quad \text{varKompletovani7085}(7,4) = 0 \end{aligned}$$

Další proces, do kterého vstoupí již hotové komplety, je **asPocetKompletu**, ve kterém se navýší celkový počet již vytvořených kompletů.

Vzorec:  $\text{varKompletovani7085}(3+\text{atrKomplet},3)+1$

Nyní se vrátím na úplný začátek části modelu „Celkové náklady odlitku“, kde z submodelu subOddeleni entity prošly po větvi true. Tato větev vyústila z tohoto submodelu a pokračuje procesem **asPocetVyrobenychOdlitku**, ve kterém se navýší počet vyrobených odlitků vzorcem  $\text{varPocetVyrobu}(atrVyrobu,5)+1$ . Nadále pokračuje procesem, který rozhodne, zda se opět jedná o poslední odlitek daného výrobku a je-li tomu tak, rozdělí odlitky dle svého původu. Nadále je proveden record `_recNakladyOdlitek1..._recNakladyOdlitek4`.

Vzorec:

$$\begin{aligned} &(\text{varNaklady\_odlitek}(atrVyrobu,1) \\ &+ \text{varNaklady\_odlitek}(atrVyrobu,2) \\ &+ \text{varNaklady\_odlitek}(atrVyrobu,3) \\ &+ \text{varNaklady\_odlitek}(atrVyrobu,4) \\ &+ \text{varNaklady\_odlitek}(atrVyrobu,5)) \\ &/ \text{varPocetVyrobu}(atrVyrobu,1) \\ &+ \text{varKalkulaceOdlitky}(atrVyrobu,1) \\ &+ \text{varKalkulaceOdlitky}(atrVyrobu,2) \\ &+ \text{varKalkulaceOdlitky}(atrVyrobu,3) \end{aligned}$$

Není-li podmínka splněna, pokračují odlitky do části modelu – Přenos odlitků na navazování.

### **Přenos odlitků na navazování**

Tuto část modelu není zapotřebí nijak podrobně komentovat. Opět se jedná o stejnou část jako u předchozích přenosů. Jediný rozdíl, který v této části vznikl, je u pátého výrobku.

Nalezneme ho v submodelu **subOddelKomplety**. Jelikož následujícími operacemi jsou navazování, galvanizace atd. je zapotřebí komplety seskupit tak, aby navazování výrobků na rámečky před galvanizací probíhalo dle definovaných technologických postupů. V tomto submodelu jsou komplety odděleny na jednotlivé holdy `hPrenosNGS5_1`, `hPrenosNGS5_2`, `hPrenosNGS5_3` a vyčkávají na zaslaný signál ze submodelu `subPrenosNGS` (5151, 5152, 5153) stejně jako holdy na vyšší úrovni modelu `hPrenosNGS1` – `hPrenosNGS4` (511-514).

## subPrenosNGS

Opět vygenerovaný počet signálů čeká na holdu **hSignalyPrenosNavaz**, který kontroluje situaci definovanou tímto vzorcem:

1.  $(NQ(hPrenosNGS1.Queue) \geq \text{varVyroba}(1,7)) \parallel$
2.  $(NQ(hPrenosNGS2.Queue) \geq \text{varVyroba}(2,7)) \parallel$
3.  $(NQ(hPrenosNGS3.Queue) \geq \text{varVyroba}(3,7)) \parallel$
4.  $(NQ(hPrenosNGS4.Queue) \geq \text{varVyroba}(4,7)) \parallel$
5.  $(NQ(hPrenosNGS5\_1.Queue) \geq \text{varVyroba7085}(1,1)) \parallel$
6.  $(NQ(hPrenosNGS5\_2.Queue) \geq \text{varVyroba7085}(2,1)) \parallel$
7.  $(NQ(hPrenosNGS5\_3.Queue) \geq \text{varVyroba7085}(3,1)) \parallel$

Fronta na holdu PrenosNGS1 je větší nebo rovna než potřebný počet odlitků pro samotný přenos. ekvivalentně ostatní odlitky

ř.5-7: Fronta na holdech je větší nebo rovna než potřebný počet kompletů pro samotný přenos. ekvivalentně pro ostatní komplety

Splněním jedné z podmínky projde signál, který je přiřazen na určitou větev do procesu sigPrenosNavaz1 ... sigPrenosNavaz4, sigPrenosNavaz5\_1 ... sigPrenosNavaz5\_3.

Zde jsou vyslány signály 511-514, 5151-5153.

Limity:  $\text{varVyroba}(X,7)$   $X = 1-4$   
 $\text{varVyroba7085}(Y,1)$   $Y = 1-3$

## Navazování, Galvanizace, Svěšování

V prvotní části jsou opět odděleny výrobky 1-4 od výrobku 5. Před samotným navazováním, probíhá kontrola výrobků – v procese **prKontrolaPG(7085)** (PG = před galvanizací), kterou vykonává samostatný zdroj práce resKontrolaGalvanizace. Časové vyjádření  $\text{varOperaceCasy}(\text{atrVyrobek},12)$ ; 5.:  $\text{varOperaceCasy7085}(\text{atrVyrobek},12)/3$  (3 komplety). Nákladová složka Other u 7085 Wait.

Poté probíhá operace navazování výrobků na rámečky v procesu **prNavazovani(7085)**  $\text{varOperaceCasy}(\text{atrVyrobek},13)$ , na které se podílí zdroj práce resNavazovani\_Svesovani po dobu  $\text{varOperaceCasy}(\text{atrVyrobek},13)$ ; 5:  $\text{varOperaceCasy7085}(\text{atrKomplet},13)/3$ . Náklady na této operaci nejsou součástí samotného výpočtu, či-li je zde nastavena složka „Non-Value Added“. Náklady spojené s touto operací jsou propočteny v ceně galvanizace a vstupují do výrobku konstantně dle kalkulace (viz. SubZaznamDoReportu).

Jakmile je proveden návaz výrobků na rámečky, jsou všechny výrobky spojené do dočasné dávky (**bRamy1\_4**, **bRamy5**), která symbolizuje kompletní dávku rámečků, které vstupují do jedné galvanické lázně. Tyto dávky jsou definovány skrze proměnnou varNavazovani(atrVyrobek,1) výrobků, u pátého varNavazovani(atrKomplet,2).

Dále proběhne samostatná galvanizace v **prGalvanizace(7085)**. Čas pro 1-4:  $\text{varOperaceCasy}(\text{atrVyrobek},14)$ ; 5:  $\text{varOperaceCasy7085}(\text{atrKomplet},14)/3$ . Nákladová složka: „Non-Value Added“.

Tímto může být dávka rozdělena na samostatné výrobky (**sepRamy1\_4**, **sepRamy5**), které nadále jsou zkontrolovány **prKontrolaPoGalv(2)**. Čas:  $\text{varOperaceCasy}(\text{atrVyrobek},15)$ ;  $\text{varOperaceCasy7085}(\text{atrVyrobek},15)/3$ . Nákladová složka Wait.

Po provedené kontrole jsou všechny výrobky svěřeny z rámečků. Tuto operaci vystihuje proces **prSvesovani**(7085). Cas: varOperaceCasy(atrVyrobek,16); varOperaceCasy7085(atrKomplet,16)/3.

### **Přenos odlitků na konečnou úpravu**

Po provedení galvanizace jsou výrobky opět shromažďovány na určitý počet a dále přeneseny na pracoviště, kde je provedena konečná úprava. Principiálně je tato část modelu opět stejná jako předchozí přenosy.

U pátého výrobku je provedeno v submodelu **subSpojKomplety** spojení kompletů do jednoho výrobku. Tato skutečnost je provedena v následujících procesech, a proto do nich bude vyslán již kompletní výrobek, na kterém bude pouze provedena daná operace.

Principiálně funguje tento submodel následovně. V logickém procesu **decRozdeleniKompletu2** se rozdělí komplety na 3 větve. Na každé z nich je hold **hPrenosKU5\_1** až **hPrenosKU5\_3**. Ty pozdrží jednotlivé komplety do okamžiku:

1.  $(NQ(hPrenosKU5\_X.Queue) \geq 1) \ \&\& \quad X=1,2,3$
2.  $(varProm2(X,1)==0)$

1. Fronta holdu je větší nebo rovna jedné A ZÁROVEŇ
2. hodnota proměnné varProm2 v prvním sloupci je rovna 0 (tzn. že daný komplet ještě nebyl vložen do dávky, která je tvořena 3 komplety)

Jsou-li tyto podmínky splněny, je jeden z kompletů z holdu uvolněn a postupuje do procesu **asPridanKX** ( $X=1-3$ ), ve kterém se proměnná varProm2(X,1) nastaví na 1. Což znamená, že již jeden komplet byl do výrobku vložen. Dále z těchto assignů pokračují do dávky **bVyrobek**, kde se jednotlivé komplety spojí do jednoho celku. Když jsou přidány všechny 3 komplety a spojeny v této dávce, postupují do assignu **asNulujProm2**, který všechny hodnoty v proměnné varProm2 vynuluje a může tak vznikat nová dávka.

Ze submodelu subSpojKomplety již vystupují tedy výrobky tvořené třemi komplety, které se skládají ze sedmi odlitků v celkovém počtu 11ks. Tyto výrobky jsou pozdrženy v holdu hPrenosKU5, tak jako i ostatní výrobky čekají na hPrenosKU1-hPrenosKU4 na zaslaný signál z níže popsáního submodelu.

### **subSignalyPrenosKU**

Název submodelu, který vysílá signály je **subSignalyPrenosKU**. Je-li opět splněna jedna z pomínek:

- $(NQ(hPrenosKU1.Queue) \geq varVyroba(1,8)) \ ||$
- $(NQ(hPrenosKU2.Queue) \geq varVyroba(2,8)) \ ||$
- $(NQ(hPrenosKU3.Queue) \geq varVyroba(3,8)) \ ||$
- $(NQ(hPrenosKU4.Queue) \geq varVyroba(4,8)) \ ||$
- $(NQ(hPrenosKU5.Queue) \geq varVyroba(5,8))$

je vyslán signál v rozmezí: 611-615 s limitem varVyroba(X,8) X=1-5.

Všechny výrobky tedy pokračují do dalšího výrobního procesu, který visuelně pokračuje na dalším řádku modelu. Všechny entity jsou tedy pomocí rtDolu2 přesunuty na další řádek, tzn. na stanici stDole2.

## Konečná úprava

Část modelu nazvaná konečná úprava v sobě zahrnuje 4 elementární operace na výrobku: Lepení kovodílů, Lepení kamenů, Malbu a Kompletování. Operace Lepení a kompletování vykonává opět jeden zdroj práce za rozdílné tarifní mzdy a z tohoto důvodu jsou tyto 3 procesy udělány jako subprocessy. Opět jsou zde odděleny výrobky 1-4 od pátého a dále výrobky pokračují do vlastních výrobních procesů.

Stejně jako u předchozích bloků (např. letování, bodování, montování) i zde jsou umístěné logické bloky, které kontrolují zda entita má vstoupit do daného procesu či nikoliv.

### **prLepeni\_sub; prLepeni7085\_sub**

První proces v tomto subprocessu je hold **hLepeni**. Tento hold drží výrobky před samotným vstupem do procesu. Toto řešení je zavedeno z toho důvodu, neboť jsou náklady vynaložené v této operaci dopočítávány a zároveň zdroj práce je sdílen hned pro 3 operace. Tento hold zamezuje tomu, aby nevznikla situace, kdy by se do procesu dostal výrobek a musel čekat na přidělení zdroje.

Kdyby tomu tak bylo a v daném procesu by výrobek čekal na přidělení zdroje, čas strávený v tomto procesu by neodpovídal času, který je vynaložený na samotnou práci provedenou na výrobku. Tímto by se náklad zvýšil. Aby k této anomálii nedocházelo, je tedy zaveden tento hold, který této situaci zamezí. Hold skenuje situaci:

1. (NR(resLepeni\_dilu\_kamenu\_Kompletovani) < 5) &&
2. (NQ(prLepeni.Queue) == 0) &&
3. (NQ(prLepKamen.Queue) == 0) &&
4. (NQ(prKompletovani.Queue) == 0) &&
5. (prLepeni.WIP == 0) &&
6. (prLepKamen.WIP == 0) &&
7. (prKompletovani.WIP == 0)

1. Počet aktuálně využitých zdrojů práce resL... je menší než pět A ZÁROVEŇ
2. Fronta v procesu Lepeni je prázdná A ZÁROVEŇ
3. Fronta v procesu Lepení kamenů je prázdná A ZÁROVEŇ
4. Fronta v procesu Kompletování je prázdná A ZÁROVEŇ
5. Počet entit v procesu Lepení je nula A ZÁROVEŇ
6. Počet entit v procesu Lepení kamenů je nula A ZÁROVEŇ
7. Počet entit v procesu Kompletování je nula

Jsou-li všechny tyto podmínky splněny, může být výrobek vpuštěn do procesu aniž by mohla nastat výše zmíněná situace. Tak jako i u předchozích „ručně“ dopočítávaných nákladů je i zde zaznamenán čas vstupu, dále výrobek vstoupí do prLepeni(7085), kde stráví určený čas  $\text{varOperaceCasy}(\text{atrVyrobek}, 17)$  (5:  $\text{varOperaceCasy7085}(\text{atrVyrobek}, 17)$ ). Následně je zaznamenán čas výstupu z procesu a dopočítán náklad

```
varNaklady_final(atrVyrobek,3)
+ (atrCasLepeniOUT- atrCasLepeniIN)
* varTarifniMzdy(25) * 1.35
```

### **prLepeniKam\_sub; prLepeniKam7085\_sub**

Proces lepení kamenů je proveden stejným způsobem jako předchozí.

Čas procesu: 1-4: varOperaceCasy(atrVyrobek,18)  
 5: varOperaceCasy7085(atrVyrobek,18)  
 Náklad: varNaklady\_final(atrVyrobek,4)  
 + (atrCasLepeniKamenuOUT- atrCasLepeniKamenuIN)  
 \* varTarifniMzdy(24) \* 1.35

Poté výrobky vstupují do procesu **prMalba(7085)**, který má určen samostatný zdroj práce resMalba.

Čas vynaložený na tuto operaci: 1-4 varOperaceCasy(atrVyrobek,19)  
 5 varOperaceCasy7085(atrVyrobek,19)

Nákladová složka Other.

### **prKomplet\_sub; prKomplet7085\_sub**

Poslední operací v konečné úpravě je kompletování. Provedení tohoto subprocessu je obdobný jako u prLepeni, prLepeniKam.

Čas procesu: 1-4 varOperaceCasy(atrVyrobek,20)  
 5 varOperaceCasy7085(atrVyrobek,20)

Náklad: varNaklady\_final(atrVyrobek,5)  
 + (atrCasKompletovaniOUT- atrCasKompletovaniIN)  
 \* varTarifniMzdy(29)  
 \* 1.35

## **Přenos výrobků na konečnou kontrolu a balení**

Část modelu výše nazvaná je obdobná jako předchozí části zabývající se přenosem. Holdy zde čekají na signály vyslané ze submodelu subSignalyPrenosDoKKB.

Kontrola stavu: (NQ(hPrenosKKB1.Queue) >= varVyroba(1,9)) ||  
 (NQ(hPrenosKKB2.Queue) >= varVyroba(2,9)) ||  
 (NQ(hPrenosKKB3.Queue) >= varVyroba(3,9)) ||  
 (NQ(hPrenosKKB4.Queue) >= varVyroba(4,9)) ||  
 (NQ(hPrenosKKB5.Queue) >= varVyroba(5,9))

Signály: 711-715

Limit: varVyroba(X,9) X=1-5

Po uvolnění jsou vytvořeny dávky, které budou přenášeny.

Velikost dávky: varVyroba(atrVyrobek,9)

Doba přenosu: 30s

Následně jsou dávky opět rozděleny na výrobky.

## **Konečná kontrola & Balení**

Konečnou kontrolu a balení opět provádí jeden zdroj práce nazvaný resKonecnaKontrola\_Baleni. Před samotným vstupem do této části modelu jsou výrobky pozdrženy prostřednictvím **hKKaB**. Je-li podmínka NR(resKonecnaKontrola\_Baleni) < 1 splněna, je tento zdroj práce volný a výrobek může být vpuštěn do tohoto procesu. Výrobky 1-4 jsou opět odděleny od 5-tého. Následují do subprocessu **prKonecnaKontrola\_sub(7085)\_sub**, kde se zaznamená čas vstupu do procesu kontroly, následně je přiřazen výše zmíněný zdroj práce v procesu **prKonecnaKontrola(7085)** po dobu varOperaceCasy(atrVyrobek,21); varOperaceCasy7085(atrVyrobek,21). Tento zdroj není uvolněn (použito seize delay), tzn. že v procesu balení bude na tomto výrobku



pracovat ten samý zdroj. Po kontrole je opět zaznamenán čas výstupu z procesu a dopočten náklad.

```
varNaklady_final(atrVyrobek,6)
+ (atrCasKKOUT- atrCasKKIN)
* varTarifniMzdy(33)
* 1.35
```

Další subproces je tedy **prBaleni\_sub**(7085). Zde je opět zaznamenán čas vstupu, v procesu **prBaleni**(7085) je výrobek pozdržen **varOperaceCasy**(atrVyrobek,22) u pátého výrobku **varOperaceCasy7085**(atrVyrobek,22). Po dokončení operace je zdroj práce uvolněn (Delay Release) a výrobek pokračuje do assignu, kde se dopočte náklad vynaložený na provedení operace balení.

```
varNaklady_final(atrVyrobek,7)
+ (atrCasBaleniOUT- atrCasBaleniIN)
* varTarifniMzdy(34)
* 1.35
```

Tímto končí výrobní proces a výrobek je připraven na expedici. V našem modelu ovšem entita výrobek ještě nezaniká, poněvadž s její pomocí je provedeno ještě několik záznamů do proměnných a tiskového reportu.

## Záznamy do tiskového reportu

Jelikož je výrobní proces kompletní, prochází entita assignem **asVyrobenych**(2), který navýší proměnnou **varPocetVyrobku**(atrVyrobek,6)+1, čímž se aktualizuje celkový počet vyrobených výrobků.

Tak abychom mohli z tiskového reportu zjistit všechny skutečnosti, které jsou nezbytné pro správné určení ceny výrobku, musí entity projít tzv. Recordem. Jelikož se jedná o záznam hodnot z proměnných, které se v průběhu chodu modelu mění, je nezbytné, aby těmito recordy procházeli až poslední entity (výrobky). Máme-li tedy výslednou hodnotu proměnné, můžeme jí zprůměrovat a provést její uložení.

Když by recordem procházela každá entita, znamenalo by to, že bude automaticky počítán průměr aktuálního proměnné. Jenomže mi potřebujeme zjistit celkový náklad, který je vydělen počtem výrobků (viz. příklad)

### Příklad:

Výrobek	Hodnoty proměnné
1	1
2	6
3	8
4	10
5	12
6	14
7	16
8	18
9	20
10	22
Celkem	127
Počet výrobků	10
Průměr z hodnot	12.7

Náš příklad (celkové náklady/počet vyr.)	
Cena na výrobek	2.2

Princip je tedy následovný. Logický proces **decKonecVyroby** rozhodne, zda entita do něj vstupující je již posledním výrobkem svého druhu na základě podmínky:

$$1. \text{ varPocetVyrobu(atrVyrobu,1) == varPocetVyrobu(atrVyrobu,6)}$$

1. Celkový počet vyráběných výrobků je roven počtu již vyrobených

Tato podmínka bude v průběhu simulace splněna tedy celkem pětkrát. Projde do rozdělení **decRozdeleniVyrobu**, který přiřadí výrobek na správnou větev, na které se budou provádět jednotlivé záznamy. Tyto záznamy jsou umístěny v submodelu **subZaznamDoReportu**. V tomto subsystému se provádí záznamy:

recNakladyVsun1-4;  
 recNakladyOdlev1-4;  
 recNakladyOdlam1-4;  
 recNakladyLetovani1-5;  
 recNakladyBodovani1-5;  
 recNakladyLepKov1-5;  
 recNakladyLepKam1-5;  
 recNakladyKomplet1-5;  
 recNakladyKontrola1-5;  
 recNakladyBaleni1-5;  
 \_recNakladyFinal1-5  
 \_recCenaCelkem1-5

Vzorce, které náklady dopočítávají:

$$\frac{\sum \text{varNaklady\_odlitek(atrVyrobu,X)} \quad X=1-5}{\text{varPocetVyrobu(atrVyrobu,1)}}$$

$$\frac{\sum \text{varNaklady\_final(atrVyrobu,Y)} \quad Y=1-7}{\text{varPocetVyrobu(atrVyrobu,1)}}$$

Po provedení všech záznamů entita vstoupí do assignu **Konec1-5**, ve kterém do proměnné **varKonec**, vloží booleovskou hodnotu 1, čímž označí, že výroba tohoto výrobku je ukončena. Tato proměnná má vliv na záznam do reportu před samotným koncem simulačního modelu.

U vsunování, odlévání a odlamování se provádí záznam pouze pro odlitky výrobků 1-4. Pro pátý výrobek je záznam proveden až v dalším subsystému **subZaznamOdlitky5**.

Po provedení všech záznamů projdou entity rozdělovacím procesem **sepVyrobu** a **sepKomplet**. Tyto procesy rozdělí dávky, které byly vytvořeny u pátého výrobku. Nejprve rozdělí výrobek na 3 komplety a poté každý komplet rozdělí na 11 ks odlitků.

Jelikož v předchozím logickém dělení **decKonecVyroby** byl pátý výrobek již vpuštěn do této části, je zapotřebí ještě zkontrolovat a do subsystému záznamu odlitků pět vpustit jen odlitky poslední. Odlitek č.2 je totiž ve výrobku 5x.

Všechny odlitky tedy projdou opět logickým procesem **decKonecVyroby2**, který opět kontroluje, zda entity do něj vstupující jsou posledními svého druhu. Je-li tomu tak, jsou vpuštěny do subsystému **subZaznamOdlitky5**, kde jsou provedeny záznamy nákladů, týkajících se těchto odlitků.

Záznamy:

recNakladyVsun5\_1 – 5\_7

recNakladyOdlev5\_1 – 5\_7

recNakladyOdlam5\_1 – 5\_7

recNakladyLetovani5\_1 – 5\_7

recNakladyBodovani5\_1 – 5\_7

Před samotným koncem jsou všechny entity kontrolovány a je zjišťován stav v logickém procesu decKonec. Stav, který naznačuje kompletně dokončenou výrobu, je  $\text{varKonec}(X) == 1$  pro  $X = 1-5$ . Jsou-li tedy vyrobeny všechny výrobky, uloží se v recordu recSimulacniCas aktuální simulační čas a v následujícím recordu \_recUplneNaklady se dopočte celková cena všech vyráběných výrobků v kompletním množství.

Po provedení všech záznamů jsou již entity vpuštěny do procesu dispose (odstranění) a tímto zanikají v našem simulačním programu.

## Seznam procesů

Proces	Zdroj	Akce	Čas	Náklady
dellLiti	resVsunOdlevOdlam z procesu sezVOO	Delay	varOperaceCasy(atrVyrobek,2)	Non-Value Added
dellLiti7085	resVsunOdlevOdlam z procesu sezVOO	Delay	varOperaceCasy7085(atrOdlitek,2)	Non-Value Added
delOdlamAkontr	resVsunOdlevOdlam z procesu sezVOO	Delay	varOperaceCasy(atrVyrobek,3)	Non-Value Added
delOdlamAkontr7085	resVsunOdlevOdlam z procesu sezVOO	Delay	varOperaceCasy7085(atrOdlitek,3)	Non-Value Added
delPrepnuti	resVsunOdlevOdlam z procesu sezVOO	Delay	6	Non-Value Added
delVsudKdoFormy	resVsunOdlevOdlam z procesu sezVOO	Delay	varOperaceCasy(atrVyrobek,1)	Non-Value Added
delVsudKdoFormy7085	resVsunOdlevOdlam z procesu sezVOO	Delay	varOperaceCasy7085(atrOdlitek,1)	Non-Value Added
prBaleni	resKonecnaKontrola_Baleni	Delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,22)	Non-Value Added
prBaleni7085	resKonecnaKontrola_Baleni	Delay-release	varOperaceCasy7085(atrVyrobek,22)	Non-Value Added
prBodovani	resLetovaniBodovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,10)	Non-Value Added
prBodovani7085	resLetovaniBodovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy7085(atrVyrobek,10)/11	Non-Value Added
prBrouseni	resBrouseniLesteni	Seize-delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,6)	Value Added
prBrouseni7085	resBrouseniLesteni	Seize-delay-release	varOperaceCasy7085(atrOdlitek,6)	Value Added
prGalvanizace	resGalvanizace	Seize-delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,14)	Non-Value Added
prGalvanizace7085	resGalvanizace	Seize-delay-release	varOperaceCasy7085(atrVyrobek,14)/3	Non-Value Added
prKompletovani	resLepeni_dilu_kamenu_Kompletovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,20)	Non-Value Added
prKompletovani7085	resLepeni_dilu_kamenu_Kompletovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy7085(atrVyrobek,20)	Non-Value Added
prKonecnaKontrola	resKonecnaKontrola_Baleni	Seize-delay	varOperaceCasy(atrVyrobek,21)	Non-Value Added
prKonecnaKontrola7085	resKonecnaKontrola_Baleni	Seize-delay	varOperaceCasy7085(atrVyrobek,21)	Non-Value Added
prKontrolaPG	resKontrolaGalvanizace	Seize-delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,12)	Other
prKontrolaPG7085	resKontrolaGalvanizace	Seize-delay-release	varOperaceCasy7085(atrVyrobek,12)/3	Wait
prKontrolaPoGalv	resKontrolaGalvanizace	Seize-delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,15)	Other
prKontrolaPoGalv2	resKontrolaGalvanizace	Seize-delay-release	varOperaceCasy7085(atrVyrobek,15)/3	Wait
prLepeni	resLepeni_dilu_kamenu_Kompletovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,17)	Non-Value Added
prLepeni7085	resLepeni_dilu_kamenu_Kompletovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy7085(atrVyrobek,17)	Non-Value Added
prLepKam	resLepeni_dilu_kamenu_Kompletovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,18)	Non-Value Added
prLepKam7085	resLepeni_dilu_kamenu_Kompletovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy7085(atrVyrobek,18)	Non-Value Added
prLesteni	resBrouseniLesteni	Seize-delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,7)	Value Added
prLesteni7085	resBrouseniLesteni	Seize-delay-release	varOperaceCasy7085(atrOdlitek,7)	Value Added
prLetovani	resLetovaniBodovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,9)	Non-Value Added
prLetovani7085	resLetovaniBodovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy7085(atrVyrobek,9) / 11	Non-Value Added
prMalba	resMalovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,19)	Other
prMalba7085	resMalovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy7085(atrVyrobek,19)	Other
prMontovani	resMontovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,11)	Other
prMontovani7085	resMontovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy7085(atrVyrobek,11)/7	Transfer
prNavazovani	resOmilani	Seize-delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,8) * varVyroba(atrVyrobek,5)	Value Added
prNavazovani7085	resNavazovani_Svesovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy7085(atrVyrobek,13)/3	Non-Value Added
prOmilani	resOmilani	Seize-delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,8) * varVyroba(atrVyrobek,5)	Value Added
prOmilani7085	resOmilani	Seize-delay-release	varOperaceCasy7085(atrOdlitek,8)	Value Added
prPrenosOdlitku	resManipulant	Seize-delay-release	30	Non-Value Added
prPrenosOdlitkuKKB	resManipulant	Seize-delay-release	30	Non-Value Added
prPrenosOdlitkuKU	resManipulant	Seize-delay-release	30	Non-Value Added
prPrenosOdlitkuLBM	resManipulant	Seize-delay-release	90	Non-Value Added
prPrenosOdlitkuNGS	resManipulant	Seize-delay-release	30	Non-Value Added
prSabrovani	resSabrovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,4)	Value Added
prSabrovani7085	resSabrovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy7085(atrOdlitek,4)	Value Added
prSvesovani	resNavazovani_Svesovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,16)	Non-Value Added
prSvesovani7085	resNavazovani_Svesovani	Seize-delay-release	varOperaceCasy7085(atrVyrobek,16)/3	Non-Value Added
prVrtani	resVrtani	Seize-delay-release	varOperaceCasy(atrVyrobek,5)	Value Added
prVrtani7085	resVrtani	Seize-delay-release	varOperaceCasy7085(atrOdlitek,5)	Value Added
relVOO	resVsunOdlevOdlam	Release	-	-
relVOO7085	resVsunOdlevOdlam	Release	-	-
sezVOO	resVsunOdlevOdlam	Seize	-	Non-Value Added
<b>Subprocesy</b>	<b>Procesy v subprocesu (viz procesy)</b>			
prBaleni_sub	prBaleni			
prBaleni7085_sub	prBaleni7085			
prBodovani_sub	prBodovani			
prBodovani7085_sub	prBodovani7085			
prKomplet_sub	prKompletovani			
prKomplet7085_sub	prKompletovani7085			
prKonecnaKontrola_sub	prKonecnaKontrola			
prKonecnaKontrola7085_sub	prKonecnaKontrola7085			
prLepeni_sub	prLepeni			
prLepeni7085_sub	prLepeni7085			
prLepeniKam_sub	prLepKam			
prLepeniKam7085_sub	prLepKam7085			
prLetovani_sub	prLetovani			
prLetovani7085_sub	prLetovani7085			

## Seznam submodelů

Submodel	Použití	Vstupy	Výstupy
subNaklady_odlitky	záznam celkové ceny odlitků výrobku 5	7	1
subOddeleni	u výpočtu ceny odlitků	1	2
subOddelKomplety	rozdělení kompletů na 3 holdy	1	1
subOdlitky5	rozšíření generátoru vstupních entit pro výrobek č.5	1	2
subSignaly	subsystém pro signálové subsystémy	1	1
subSignalyOmilani	zasílání signálů pro přenos na omílání	1	1
subSignalyPrenosDoKKB	zasílání signálů pro konečnou kontrolu, balení	1	1
subSignalyPrenosDoLBM	zasílání signálů pro přenos na letování, bodování, motnování	1	1
subSignalyPrenosKU	zasílání signálů pro konečnou úpravu	1	1
subSignalyPrenosNGS	zasílání signálů pro navazování, galvanizace, svěšování	1	1
subSignalyPrenosOdlitku	zasílání signálů pro přenos na šábrování, vrtání, broušení, leštění	1	1
subSletovaneOdlitky	vytváření kompletů	1	1
subSpojKomplety	spojení 3 kompletů do jednoho výrobku	1	1
subUvolnovaniDoVyroby	logika uvolňování entit do výrobního procesu	1	1
subZaznamDoReportu	záznam všech dopočítávaných nákladů pro výrobky	5	2
subZaznamOdlitky5	záznam všech dopočítávaných nákladů pro odlitky výrobku 5	1	1
subZpetDavka	vrácení entit do dávky, která představuje počet odlitků v jedné licí formě	2	2

## Zkratky před a v názvu procesů

as	Assign
del	Delay
sez	Seize
rel	Release
res	Resource
b	batch
sep	Separate
sub	Submodel
_sub	Subproces
rt	Route
ent	Entity

## Další zkratky

atr	Atribut
var	Proměnná
expr	Expression

## Použitá literatura

- [1] BANKS, J. *Handbook of Simulation*, New York: John Wiley & Sons, 1998, ISBN: 0-471-13403-1
- [2] KAVIČKA, A. *Diskrétní simulace*. Elektronické přednášky Univerzity Pardubice, 2006
- [3] KELTON, W.; SADOWSKI, R.; STURROCK, D. *Simulation with Arena*, McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 2003, ISBN: 0072919817
- [4] KŘIVÝ, I; KINDLER, E. *Simulace a modelování*. Elektronická skripta Ostravské Univerzity, 2001
- [5] KŮS, Z.; GLOMBÍKOVÁ, V.; HALASOVÁ, A. *Simulace výrobních systémů díl 1.*, Technické univerzity v Liberci, 2002 ISBN: 80-7083-642-3
  
- [6] *Aplikovaná statistika* [online] [cit. 2006-10-11]  
Dostupné z: < [http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid\\_isbn-80-7080-569-2/pages-img/obsah.html](http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_isbn-80-7080-569-2/pages-img/obsah.html)>
- [7] *Pravděpodobnost a statistika hypertextově* [online] [cit. 2006-10-10]  
Dostupné z: < <http://home.zcu.cz/~friesl/hpsb/obs.html>>
- [8] *Simulace na počítačích* [online] [cit 2006-06-01]  
Dostupné z: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Počítačová\\_simulace](http://cs.wikipedia.org/wiki/Počítačová_simulace)>
- [9] *Základní typy rozdělení pravděpodobnosti spojité náhodné veličiny* [online] [cit. 2006-10-06]  
Dostupné z: < <http://homen.vsb.cz/~s1m30/cdpast1/soubory/KAP05/PRAV5.HTM>>
  
- [10] *Interní dokumenty Bohemian Jewelry, s. r. o.*
- [11] *Poznámky z odborných konzultací s Ing. Miloslavem Mastníkem*

## **Zdroje příloh**

Obrázek 18..... pramen 5

Graf 1 – 3..... pramen 3, 6, 7

Ostatní obrázky, tabulky a grafy čerpány z podniku, či vlastní tvorba.

## Obsah přiloženého datového nosiče (CD)

Součástí diplomové práce je přiložený datový nosič CD, jehož struktura je následující:

### <CD>

- <Animace> - *animační soubor simulačního běhu*
  - <Dokumenty> - *diplomová práce v různých formátech*
  - <Excel> - *excelovský soubor provedeného měření + statistika, porovnání kalkulace vs. Arena*
  - <Reporty> - *tiskové reporty generované po ukončení simulačního běhu*
  - <Export & Analýza> - *reporty exportované do excelovských souborů a provedení jejich analýzy*
- 
- ### <Modely\_Arena>
- model.doe - *základní deterministický model*
  - model\_detStoch.doe - *kombinovaný model*
  - model\_rac1.doe - *racionalizační varianta 1*
  - model\_rac2.doe - *racionalizační varianta 2*
  - model\_rac3.doe - *racionalizační varianta 3*
  - model\_rac4.doe - *racionalizační varianta 4*
  - model\_rac5.doe - *racionalizační varianta 5*



## ÚDAJE PRO KNIHOVNICKOU DATABÁZI

Název práce	Simulace výroby firmy Bohemian Jewelry, s. r. o.
Autor práce	Bc. Petr Mišák
Obor	Aplikovaná informatika v dopravě
Rok obhajoby	2006
Vedoucí práce	Ing. Miloslav Mastník
Anotace	<p>Práce je zaměřena na simulaci výroby jabloneckého podniku Bohemian Jewelry, s. r. o., který se zabývá výrobou lité bižuterie. Práce je rozdělena do třech základních částí. Tyto části jsou dále členěny do jednotlivých kapitol.</p> <p>První část práce v sobě zahrnuje popis podniku počínaje jeho historií, organizací, výrobou a způsob kalkulace výrobků. Druhá samostatná část práce je zaměřena na teoretickou oblast simulací, ve které jsou popsány základní pojmy a fáze využívané při simulacích. Třetí a stěžejní část práce je již samotná simulace výroby daného podniku, opírající se o teoretickou část.</p> <p>Na základě poznání výrobního systému je vytvořen simulační model, který je předmětem zkoumání. Simulační výstupy, jsou zpracovány do podoby tabulek a grafů. Na základě těchto dat, je zároveň provedeno několik simulací s alternativními konfiguracemi, které naznačují možnosti racionalizačních opatření.</p>
Klíčová slova	Simulace Výroba Výrobní proces Arena