

Problematika průběžného sledování nákladů odlitků v Českých slévárnách

Závěrečná zpráva

Koordinátor: Doc.ing. Václav KAFKA,CSc.

Řešitelé:

**doc. ing. Jaroslav Šenberger,CSc. , ing. Jan Coufal, ing. Jan
Andres, p. Roman Reška, ing. Eva Štýbnarová, ing. Alena
Ledvoňová, ing. Lenka Blahutová, ing. Jana Vévodová**

listopad 2002

**Práce byla vykonána za finanční podpory České slévárenské
společnosti Brno, GAČR v rámci grantu 106/01/1385, Slévárny
UNEX Uničov a.s., ČKD MOTORY, Hradec Králové a.s. a
METAZ Týnec a .s,Týnec nad Sázavou**

OBSAH

1. ÚVOD	
2. SOUČASNÝ STAV V OBLASTI ŘÍZENÍ, KALKULACÍ A NÁKLADOVOSTI VE SLÉVÁRNÁCH ČESKÉ REPUBLIKY A VE SVĚTĚ	
2.1. Způsoby řízení.....	
2.1.1 Informační software pro řízení ve slévárnách.....	
2.2. Kalkulace nákladů a související aspekty.....	
2.3. Použití controllingových metod.....	
2.4. Sledování a řízení nákladů při výrobě tekutého kovu.....	
2.5. Stanovení skutečných nákladů na odlitek.....	
2.6. Jiné přístupy ke sledování nákladů ze zahraniční literatury.....	
2.7. Shrnutí literárního rozboru	
3. VÝBĚR NÁKLADOVÝCH POLOŽEK K PRŮBĚŽNÉMU SLEDOVÁNÍ NÁKLADŮ	
3.1 Podmínky sledování nákladů a jejich rozdělení do nákladových skupin.....	
3.2 Analýza materiálových nákladů.....	
3.2.1 Analýza významnosti nákladových položek materiálových náklad.....	
3.2.2 Analýza málo významných a nevýznamných nákladových položek materiálových nákladů (tab. 3.3 a 3.4)	
3.2.3 Analýza významných a velmi významných nákladových položek materiálových nákladů (tab. 3.5).....	
3.2.4 Analýza závislosti vybraných položek materiálových nákladů na vnitřních vlivech a možnost kontroly (tab. 3.6 a tab. 3.7).....	
3.2.5 Závislost vybraných nákladových položek materiálových nákladů na vnějších vlivech (tab. 3.8).....	
3.2.6 Vzájemné ovlivnění vybraných nákladových položek materiálových nákladů (tab.3.9).....	
3.3 Analýza mzdových nákladů (tab 3.10 a tab. 3.11).....	
3.4 Analýza nákladů na energie (tab. 3.12 a tab. 3.13).....	
4.ÚVODNÍ PROVOZNÍ SLEDOVÁNÍ NÁKLADŮ	
5. NÁVRH KALKULAČNÍHO SYTÉMU PRO KALKULACI NÁKLADŮ NA ODLITKY ZE SLITIN ŽELEZA LITÝCH GRAVITAČNĚ DO PÍSKOVÝCH FOREM	
5.1 Základní schéma modelu	
5.2 Popis modelu.....	
5.2.1 Využití tekutého kovu (η).....	
5.2.2 Kalkulace nákladů na materiál v odlitku.....	
5.2.3 Náklady na formovací směs.....	

5.2.4	Náklady na jádrovou směs.....	
5.2.5	Náklady na obklady.....	
5.2.6	Náklady na nátěry.....	
5.1.7.	Náklady na tryskací materiál.....	
5.2.8.	Náklady na brusné kotouče.....	
5.2.9	Náklady na zavařovací elektrody.....	
5.2.10	Náklady na kyslík a acetylén.....	
5.2.11.	Náklady na mzdy.....	
5.2.12.	Náklady na energie.....	
6.	OVĚŘENÍ NÁKLADOVÉHO MODELU V TABULKOVÉM PROCESORU EXCEL V PODMÍNKÁCH TŘÍ SLÉVÁREN.....	
6.1	Slévárna ČKD Motory, a.s. Hradec Králové.....	
6.2	Slévárna UNEX a.s. Uničiv.....	
6.3.	Slévárna oceli v a.s. METAZ Týnec n. Sázavou.....	
6.4	Shrnutí zkušeností po ověření modelu ve třech slévárnách.....	
6.4.1	Závěry k vlastnímu nákladovému modelu.....	
6.4.2	Získané výsledky k přesnosti dat.....	
7.	POSOUZENÍ MOŽNOSTÍ VYUŽITÍ NÁKLADOVÉHO MODELU SPOLUPRACUJÍCÍMI SLÉVÁRNAMI	
7.1	METAZ Týnec nad Sázavou.....	
7.2	Přínosy řešení projektu III pro slévárnu ČKD Motory, a.s.....	
7.3	Slévárna UNEX Uničiv.....	
8.	PŘEDPOKLÁDANÉ POUŽITÍ MODELU KALKULAČNÍHO SYSTÉMU VE SLÉVÁRNÁCH.....	
8.1	Provozní aplikace vyvíjeného modelu pro operativní sledování nákladů v našich slévárnách.....	
9.	NÁVRH DALŠÍHO POSTUPU V ŘEŠENÍ OPERATIVNÍHO SLEDOVÁNÍ NÁKLADŮ V NAŠICH SLÉVÁRNÁCH.....	
10.	SHRUTÍ VÝSLEDKŮ A ZÁVĚR.....	
11.	SEZNAM POUŽITÝCH PUBLIKACÍ.....	
12.	Příloha 1 – tabulky	
12.1	Seznam tabulek	
13	Příloha 2 – Úvodní metodický materiál	
13.1	Seznam tabulek	
14.	Příloha 3 – obrázky	
14.1	Seznam obrázků	

1. ÚVOD

O nezbytnosti nákladové kontroly a průběžné snahy o jejich snižování není patrně v roce 2002 v podmínkách českých sléváren pochyb. Je to jeden ze základních přístupů, které mohou vést k přežití českého slévárenství.

V současné době se snad každé slévárny v České republice tento rigorózní požadavek přímo dotkl.

Uveďme si alespoň některé skutečnosti, které jistým způsobem „kvantifikují“ míru požadavku na snižování nákladů.

Snad s první informací tohoto druhu jsme se setkali v roce 1999 při zpracování studie restrukturalizace českého hutnictví (do něhož naše slévárenství v širším pojetí zahrnujeme) nutné pro jednání o vstupu do Evropské unie. Při zpracování této studie byl jeden z autorů zodpovědný za její ekonomickou stránku.

Zahraniční konzultanti z firmy HATCH z Kanady a BEDDOWS z Velké Británie nás informovali, že je naprosto nezbytné **zajistit tak zvané „stlačení“** (price cost squeeze) **nákladů výroby v metalurgii o cca 2,5 % ročně**. Vysvětlení tohoto požadavku bylo velice prozaické.

Lze reálně očekávat, že ceny hotovných výrobků určované konkurencí a zákazníkem budou v zásadě klesat. Totéž však nelze s určitostí tvrdit o vstupních materiálech a surovinách. Tam lze spíše předpokládat jejich nárůst.

Ve výrobním procesu však lze s velkou určitostí spíše počítat se zvyšováním cen u energií. Podobně po vstupu do Evropské unie bude nutné počítat s významným skokem v nákladech na mzdy.

Z této úvahy tedy vyplývá, že jediná cesta jak zachovat výrobní jednotku rentabilní je „uspořít“ vzniklé nákladové „manko“ ve vlastním výrobním procesu.

Další velice vážný signál přišel v roce 2000. Na světové konferenci STEEL 2000 ve dnech 11-12 května v Edinburghu byl vytyčen cíl pro světovou metalurgii **“do roku 2020 snížit náklady na jednu třetinu a snížit výrobní čas na jednu desetinu”**[46].

Je pozoruhodné, že tato vize razantní redukce nákladů nedoznala v českých poměrech náležité odezvy.

V letošním roce (v některých slévárnách již v roce 2001) se setkaly některé slévárny se zajímavou nabídkou od odběratelů. „Vaše výrobky jsou kvalitní, dodávky jsou spolehlivé a servis je odpovídající. Nabízíme vám garantování odběrů vašich odlitků na tři (dokonce až na pět) roků. **Vy se naproti tomu zavázete, že nám snížíte cenu o x % (nebo ji budete každý rok snižovat o y %)**”.

Dokonce uvedená nabídka údajně obsahovala pro jednu slévárnu návrh ne v procentech, ale v hodnotě přesahující 10 %.

Je třeba dalších důkazů o nezbytnosti systematicky řídit nákladovou spotřebu ?

Chceme-li nějakou veličinu řídit (snižovat) musíme ji v první řadě měřit.

V současné době mají české slévárny k dispozici následující „nástroje“ určené k „měření“ spotřeby nákladů.

V prvé řadě je to účetní evidence „ze zákona“ zavedená ve všech slévárnách. Tato nákladová evidence eviduje vynaložené náklady za účetní období – to je jeden rok. Její využití v kratších obdobích (čtvrtletí a měsíc) je méně přesné. Z analýzy nákladové odchylky za rok lze stěží provádět závěry, které budou efektivní v jiném než ročním období.

Sledováním nákladů za kratší období (čtvrtletí, měsíc) se věnují metody nákladového controllingu. Jejich aplikace je v podmínkách českých sléváren málo rozšířená. Dále je třeba připomenout, že i když controlling je bezesporu přínosná metoda, ve zjišťování zejména skutečných nákladů zahrnuje některá negativa účetní evidence. Dále je nutné nepominout, že řada nákladů je stanovována s pomocí rozvrhových základů.

Řešitelský kolektiv hledá (vyvíjí) tedy metodu, která bude náklady výroby odlitků sledovat (posuzovat) v co nejkratší časové jednotce (den, týden). Další požadavek na tuto metodu je stanovení skutečných nákladů „přímým“ způsobem pokud možno bez (nebo s minimem) rozvrhových základů a vztažných veličin a na každý konkrétní odlitek

Je známo, že v oblasti tekuté fáze podobná metoda byla vyvinuta, odzkoušena a ve dvou slévárnách a jedné ocelárně se již několik roků provozně využívá. Náklady na jednotlivé tavby v indukční a obloukové peci se bezprostředně po ukončení tavby poměřují se standardem a vzniklá odchylka se následně analyzuje.

K řešení úkolu vývoje metody průběžného sledování nákladů odlitků, jejich srovnání se standardní (normovanou) hodnotou a analyzování odchylky směřuje odborná komise ekonomická ČSS svými pracemi dlouhodobě.

V první práci řešitelského kolektivu - označované jako PROJEKT I [44] - se v roce 2000 zaměřila pozornost na rozsáhlé porovnání nákladů tekuté fáze (ocel, litina s kuličkovým a lupínkovým grafitem) a zjištění jejich variability.

Následně v roce 2001 se obměněný řešitelský kolektiv v práci označené jako PROJEKT II [45] zaměřil na poměření nákladů odlitků opět z oceli a litiny s kuličkovým a lupínkovým grafitem.

Předkládaná práce prováděná v r. 2002 – označovaná jako PROJEKT III - se proto zaměřuje již na :

- teoretický vývoj metody průběžného sledování nákladů odlitků
- konfrontaci těchto teoretických postulátů s praktickou situací v českých slévárnách
- sestavení nákladového modelu v tabulkovém procesoru
- první ověření modelu v provozních podmínkách českých sléváren

2. SOUČASNÝ STAV V OBLASTI ŘÍZENÍ, KALKULACÍ A NÁKLADOVOSTI VE SLÉVÁRNÁCH ČESKÉ REPUBLIKY A VE SVĚTĚ

V současnosti v oblasti výroby odlitků ve slévárnách vystupuje do popředí názor, že zvyšování efektivnosti a produktivity jsou jediným řešením ke zvýšení produkční síly českého slévárenství. To je dnes silně exportním oborem, který musí čelit konkurenci na globálním trhu s odlitky a vyrovnat se se situací posilování české měny vůči euru a americkému dolaru. Pouze roční export do Německa činí cca 3 miliardy Kč [1]. Celkový export odlitků je možné odhadnout na více než 5 miliard Kč ročně.

2.1. Způsoby řízení

V oblasti vnitropodnikového řízení je zavádění zahraničních zkušeností získaných z literatury obtížnější než je tomu v oblasti techniky. Vývoj a výzkum v oblasti vnitropodnikového řízení byl v ČR po roce 1948 deformován a zanedbáván.

V poslední době se hledají způsoby jak uvedenou situaci zlepšit. Zahraniční metody jako např. Benchmarking, controlling, expertní systémy využívané k řízení jsou aplikovány na domácí podmínky. Uvedené metody se zabývají obecně řízením sléváren, vymezením podniku proti konkurenci, obchodem, výkonností sléváren, investicemi, financováním, lidskými zdroji, vlivem současné legislativy na podmínky podnikání apod. [2-7]. Ve všech výše uvedených oblastech vztahujících se k vnitropodnikové ekonomice ve nutné definovat kritéria, podle kterých bude zvolená oblast řízení hodnocena. Cílem podnikání je zisk. Tato ekonomická kategorie je však pro hodnocení příliš obecná. Jako konkrétnější veličiny pro hodnocení jednotlivých oblastí řízení se nabízejí:

- a) dosažení konkurenceschopných nákladů
- b) dosažení jakosti výrobku, která vyhovuje zákazníkovi a přitom respektuje bod ad.) a.
- c) plnění termínů dodávek.
- d) čestné jednání všech pracovníků, kteří zastupují podnik navenek.

Body ad a) až ad c) těsně souvisí s kalkulací nákladů.

2.1.1 Informační software pro řízení ve slévárnách

Na českém a slovenském trhu působí několik desítek firem nabízejících informační systémy pro řízení sléváren. Informační systémy se odlišují moduly, z nichž jsou sestaveny, tokem informací a procesy, které pokrývají. Charakteristickým znakem je komplexnost informačního systému. Základní úlohou informačního systému je poskytnout managementu slévárny informace nutné pro jejich objektivní rozhodování v rámci procesu řízení slévárenské výroby v reálném čase. Na našem trhu je možné se zmínit o několika známých informačních systémech ve slévárnictví. Jedná se např. o:

- systém *OPTI* – firma NETic CZ, s.r.o.
- systém *SLEVARSYS (nová verze FOUNDSYS)* – ZPS SLÉVÁRNA, a.s.
- systém *CAST info^{WIN}* – firma sd - Software, s.r.o.

Každý software je svým způsobem specifický, záleží na zákazníkovi (slévárně), co od informačního systému očekává a také za jakých podmínek bude systém pořízen a implementován do dané slévárny.

Slévárna případně může mít zaveden vlastní systém a databázi, která v současné době vyhovuje jejich záměrům a využití.

Informační systémy napomáhají při řízení slévárny v mnoha oblastech. Informační software může např. informovat o stavu výroby a sledovat významné položky. Zpracování zakázek může zahrnovat všechny možnosti, počínaje přenosem dat nabídek, automatickou kalkulací a automatickým naplánováním každé součásti v případě obdržení objednávky, přes okamžité zajištění stavu výroby a dodávek až po fakturaci a následnou kalkulaci.

V souvislosti se systémem OPTI je nutné se zmínit o klasifikaci odlitků do tříd dle tzv. Pacynových charakteristik. V tomto případě se využívá systémů vícenásobné regresní analýzy.[8 - 11]

S nabídkou informačních systémů na našem trhu a možnostech, co nabízejí, je možné se seznámit v mnoha uveřejněných publikacích.[9-16]

2.2. Kalkulace nákladů a související aspekty

Za důležité se považuje znát kalkulace nákladů v předvýrobní etapě (během zakázkového řízení) a skutečné náklady v stejné struktuře v okamžiku bezprostředně po ukončení výroby odlitku. Kalkulační systém, který umožňuje co nejpřesněji určit náklady před výrobou má rozhodující význam pro jakékoliv vnitropodnikové plánování od výběru poptávek, přes investiční politiku podniku až po technologickou a technickou specializaci podniku. [2,4]. R. Gorski se zamýšlí na strategii malých a středních sléváren v Německu [1]. Pro dodávky odlitků vidí pro budoucnost dvě cesty. Jednoduché odlitky vyráběné ve velkých sériích. U tohoto sortimentu se mluví o hospodaření s „černou nulou“. Tak hospodaří v Německu většina sléváren s obratem nad 60 mil. DM a jejich zisk z obratu zboží činí 1,7 %. Pouze u výrobců, kteří vyrábějí náročné odlitky se dosahuje zisku z obratu v průměru 6,3 %. Faktor úspěšnosti spočívá ve schopnosti investovat do vývoje a výzkumu a déle ve schopnosti odhadnout riziko inovací [17].

Ve většině sléváren existuje systém kalkulace nákladů, který je založen na odhadu a „změření“ několika položek přímých nákladů. Přirazení ostatních nákladů se provádí pomocí režijní přirážky k jednicovým mzdám. Režijní přirážka je tvořena obvykle na základě rozvrhové základny, která vychází z normované doby jednicových pracovníků pro jednotlivé operace [18].

Kalkulace nákladů je možné spolu s kritérii, které popisují technický pokrok v technologii a technickou úroveň výrobků považovat za nejdůležitější ekonomické kategorie pro hodnocení vnitřní efektivity řízení podniku.

V praxi se můžeme jistě setkat s několika způsoby kalkulace odlitků. Ve slévárnách je zřejmě nejrozšířenější kalkulace metodou úplných vlastních nákladů, často zjednodušená technikou kalkulace přirážkové. Kalkulace metodou úplných vlastních nákladů je poměrně zdoluhavá, vyžaduje náročný informační systém podniku a náklady pomocí ní stanovené mohou být zavádějící. Obchodníci pak často na jejich základě konstatují, že slévárna nedokáže „konkurovat“ cenou. Ceny, které jsou zákazníci „ochotní“ akceptovat jsou pod úrovní takto stanovených nákladů apod. Tím dochází k odmítání i zajímavých zakázek.

Řada publikací [19-24] však ukazuje na jiný přístup kalkulace a to pomocí krycího příspěvku nebo jinak řečeno systematického zjišťování kritických bodů (bodů zvrátů). Zdá se, že tato metoda do praxe sléváren proniká jen pomalu. K zjištění bodu zvrátu je totiž nutné, aby firma systematicky zjišťovala náklady podle kapacitního členění, tj. v rozlišení na variabilní a fixní náklady. Tato kalkulace respektuje skutečnost, že fixní náklady jsou skutečně fixní a nelze je tedy v krátkém období snížit. Mělo by se proto pohlížet na fixní náklady odděleně od jednotlivých zakázek a uvědomit si, že vše, co nám zakázka přinese nad variabilní náklady je v podstatě jakýsi „hrubý zisk“. Krycí příspěvek celé firmy tudíž představuje částku, která musí pokrýt celkové fixní náklady a ještě vytvořit přiměřený zisk. Pro hodnocení výnosnosti jednotlivých zakázek můžeme pak také použít i tzv. index nákladovosti.[19]

Na oblasti kalkulace nákladů je možné pohlížet i z jiného úhlu. Je nutné se zmínit i o tzv. manažerském pohledu na ekonomiku výroby odlitků. „Manažerská ekonomika“ nesleduje stanovení minimálního daňového základu, ale snaží se o přesné popsání nákladů na výrobu odlitků za účelem stanovení optimální technologie výroby a výběru vhodných surovin a materiálů [22]. V tomto případě autor hodnotí zejména kalkulaci kovové vsázky a vlivy na tuto kalkulaci, možnosti ocenění vratného materiálu, či konstatuje, že významným kritériem je také využití tekutého kovu, které přímo ovlivňuje efektivitu výroby odlitků.

Kalkulacím a nákladům na odlitek se věnoval také prof. Jerzy Buzek z Polska. V úvahu bral zejména hmotnost tekutého kovu na odlití 100 kg dobrých odlitků. S tím souvisí hmotnost vsázkových surovin a množství vratného materiálu (nálitky, zmetky apod.), ztráty surovin při tavení, atd. Dále se věnuje způsobům výpočtu výrobních nákladů, vlastních nákladů a stanovení ceny. [25]

2.3. Použití controllingových metod

V této části jsou naznačeny způsoby řízení a kalkulací v některých slévárnách pomocí controllingových metod.

Např. ve slévárnách Třinec, a.s. zavedli do užívání vlastní systém plánové kalkulace nákladů na jednotlivé odlitky. Jeho základem se stal kalkulační systém COST SQL, který využívají od roku 1999 [26].

Celkové náklady odlitku jsou stanoveny jako součet dílčích nákladů jednotlivých středisek. Střediskové náklady jsou přitom kalkulovány pomocí takových vztažných veličin, které nejlépe charakterizují vztah příslušného výrobního stupně a odlitku. Vztažnými veličinami bývají nejčastěji hmotnostní údaje a údaje o spotřebě času. Základem pro fungování programu je vyplněná technologická karta odlitku a číselníky s kalkulačními sazbami.

Také ve slévárně SČA a.s. Ústí nad Labem byl aplikován a zaveden controlling [27]. Aplikace znamenala, že v závislosti na technologické vybavenosti slévárny a organizace slévárenské výroby byla *stanovena nákladová místa*, na něž jsou *veškeré náklady z hlediska příčin jejich vzniku účtovány*. Byl zde proveden rozbor nákladových druhů a byla upravena analytika účetní osnovy z hlediska rozčlenění druhů nákladů na přímé náklady, ostatní materiálové náklady, mzdové náklady a náklady ostatní. Jednotlivé druhy nákladů byly dále rozčleněny na variabilní náklady a náklady fixní.

Controlling slévárny je založen na porovnání plánovaných a skutečných nákladů, plánovaných a skutečně odvedených výkonů a na porovnání kalkulované a skutečné nákladové sazby *na dílčích nákladových místech*. Analyzování příčin růstu nákladů, poklesu výkonu či růstu nákladových sazeb je odpovídajícím prostředkem pro řízení společnosti a realizaci odpovídajících opatření. Podporou a základem pro controllingový způsob řízení je zde zaveden informační systém OPTi firmy NETic CZ s.r.o.

Podobně jako v Ústí nad Labem – tedy sledování nákladovosti dle nákladových míst je také ve slévárně STROJTEX, a.s. Dvůr Králové nad Labem. Zde byl také aplikován informační systém OPTI firmy NETic CZ s.r.o. [28]

2.4. Sledování a řízení nákladů při výrobě tekutého kovu

Ve vztahu k nákladům, jejich plánování a vyhodnocování je jistě také oblast hodnocení nákladovosti výroby tekutého kovu. Nejedná se sice o komplexní pohled – jako je výroba

odliték, ale fáze výroby tekutého kovu je jednou z nejvíce nákladově zatížených. Proto je tato problematika stále aktuální a je zde už několik hmatatelných výsledků. Největší úspěchy ve stanovování nákladů v reálném čase u provedených taveb, kde je možné okamžité opatření při další tavně jsou v podnicích ŽĐAS, a.s. Žďár nad Sázavou a VÍTKOVICE STEEL a.s. Ostrava [29-32]. Také v PSP Přerov a.s. je tato problematika dostatečně rozpracována a výroba tekutého kovu je vyhodnocována [47]. První kroky byly provedeny také ve slévárně VIADRUS ŽĐB a.s. Bohumín a ve slévárně NOVÁ HUŤ a.s. Ostrava.[33,34]

V této oblasti byla také provedena studie na téma Porovnání nákladů a použitých technologií výroby tekuté fáze železných kovů na odlitky, ze které vzešlo mnoho poznatků o nákladovosti výroby tekutého kovu. [35]

2.5. Stanovení skutečných nákladů na odlitek

V oblasti nákladů odlitku je možné se setkat spíše se způsoby kalkulací, vycházející z rozvrhových základů, vztažných veličin a dalších způsobů rozdělování, či přiřazování režijních nákladů. Dané problematice je v současné době blízka např. studie provedena ve slévárně NOVÁ HUŤ a.s. Ostrava, kde bylo provedeno podrobné sledování nákladových položek ve výrobních fázích u několika odlitků různých typů. Z práce vzešlo mnoho poznatků pro další použití v oblasti možnosti stanovení skutečných nákladů na odlitek. [36]

O nákladech na odlitek byla dále zpracována studie Porovnání nákladů na výrobu odlitků ze železných kovů, které se zúčastnilo několik českých sléváren. Dá se říci, že v této oblasti to byla jedna z prvních prací. [37]

Informace ze zahraničního tisku a literatury, konkrétně k této tématice nebyly dostupné.

2.6. Jiné přístupy ke sledování nákladů ze zahraniční literatury

Kolektiv amerických autorů se při hodnocení nákladovosti zaměřil na „zmapování“ vazeb a poměrů nákladů u technologií výroby kovových odlitků od II. světové války [38].

Na dnešním konkurenčním trhu je rozhodující znát každou složku nákladů na odlitky. Bohužel slévači často vyrábějí odlitky bez poznání materiálu, výroby a režijních nákladů nebo znalostí jak tyto náklady ovlivňují rentabilitu. Proto při hledání cesty ke snížení nákladů bez zvýšení ceny je možné využít i tzv. ekonomický modelový program k určení proměnných (materiály, vstupy) tak, že navrhnou nejlepší možnosti pro snížení nákladů v určité slévárně.[39]

Americký odborník D. A. Dallmer ze státu Illinois dále konstatuje, že detailní znalosti skladby nákladů a využití těchto znalostí ke kontrole nákladů povede ke zlepšení rentability slévárny a zvýšení šance na přežití firmy. [38].

Také využití výpočetní techniky, zejména při optimalizačních procesech ve slévárenství není ojedinělé. Můžeme se setkat s oblastmi, kdy výpočetní technika je zaměřena na prognózu nákladů, plánování. Současná doba přináší neustálou modernizaci v různých odvětvích, proto i nové možnosti využití výpočetní techniky jsou neustále aktuální, s cílem usnadnit lidskou práci a zefektivnit výrobu.[40 - 43]

2.7. Shrnutí literárního rozboru

Při shrnutí dostupné literatury je možné konstatovat, že v oblasti řízení, kalkulací a nákladovosti slévárenské výroby publikovalo mnoho tuzemských i zahraničních autorů.

Z daných publikací lze vyčíst zajímavé informace. Zejména otázku kalkulace v tuzemsku lze hodnotit na základě různých zdrojů.

Je ovšem nutno podotknout, že téma dnes natolik aktuální jako je zavedení operativního řízení a sledování skutečných nákladů odlitků v reálném čase nebylo v oblasti výroby odlitků dosud publikováno.

Následně jsme se zaměřili na vlastní řešení tématu a jeho první krok to je výběr nákladových položek k průběžnému sledování nákladů.

3. VÝBĚR NÁKLADOVÝCH POLOŽEK K PRŮBĚŽNÉMU SLEDOVÁNÍ NÁKLADŮ

V podnikové praxi se často nerozlišuje mezi náklady a výdaji. Kalkulační systémy používají často informace o nákladech jak z plánových kalkulací (např. plánové kalkulace tekutého kovu) tak i z účetních podkladů (výsledné kalkulace). Informace z účetních podkladů mají ale spíše charakter výdajů. Záměna nákladů za výdaje vede k některým nepřesnostem jak bude níže uvedeno.

Mají-li se sledovat náklady výroby je nutné analyzovat zdroje informací (zdroj jejich pořízení) zejména z hlediska jejich přesnosti a vhodnosti pro daný účel. V této fázi přípravy kalkulačního systému je nutné rozlišovat mezi náklady a výdaji.

Náklady představují nezbytné vynaložení vstupů do činnosti podniku v hodnotovém vyjádření v okamžiku jejich spotřeby. Náklady se člení podle několika hledisek. Pro řízení a kontrolu výroby je vhodné kalkulovat variabilní náklady plánové a výsledné (skutečné). Takto členěné náklady souvisejí zejména bezprostředně s technologií určité operace a s dodržováním technologické kázně při výrobě určitého výrobku (odlitku). Mohou tedy poskytnout informace využitelné k řízení efektivnosti výroby. Rozdíl mezi plánovanými náklady a skutečně docílenými náklady je závislý především na dodržování technologie. Dodržení předepsané technologie je závislé na odpovědnosti určeného pracovníka, obvykle dělnické profese. Ten může např. předepsané množství komponenty chybně navážit, způsobit její ztráty při dopravě, případně komponentu vůbec nevážit a její množství odhadnout. V tomto případě se nemění plánované náklady, ale změny se skutečné náklady. Jestliže jsou ekonomická rozhodnutí postavena na plánovaných nákladech a skutečné náklady se od plánovaných nákladů výrazně liší, vznikají v podniku potíže.

Pokud jsou náklady vztažené na určitou operaci a určitý výrobek (odlitek) v reálné výrobě, pak je možné přiřadit jednotlivým pracovníkům odpovědnost za náklady vznikající při jejich činnosti. Zjišťování nákladů se nazývá kalkulační činností nebo tvorbou kalkulací.

Výdaje představují jednorázové vynaložení peněžních prostředků v okamžiku jejich úbytku. Výdaje sledují objektivně účetní, jak jim ukládá zákon o účetnictví. Přehled o výdajích je v podniku exaktní, nelze jej však použít bezprostředně pro řízení výroby.

Základní rozhodovací techniky používané při řízení výroby jsou založeny na porovnávání výnosů, nákladů a zisků. V nejjednodušší formě bývá závislost mezi tržbami (T), celkovými náklady (N) a velikostí produkce (n) uváděna ve tvaru:

$$T = C \cdot n \quad (3-1)$$

$$N = KN + VN \cdot n \quad (3-2)$$

kde KN a VN jsou konstantní a variabilní náklady a C je cena výrobku.

Pro dosažení rentability výroby (bodu zvratu) je nutná produkce vyšší než n_{BZ} , kterou lze vyjádřit pomocí výše uvedených vztahů:

$$n_{BZ} = KN / (C - \underline{VN}) \quad (3-3)$$

Kalkulační jednicí bývá kilogram odlitku, proto se počítá s průměrnými variabilními náklady \underline{VN} . Spolehlivost jednotlivých proměnných ve výše uvedených vztazích není stejná. Cenu a vyráběný počet odlitků lze považovat za údaje spolehlivé, které jsou dány kupní smlouvou. Konstantní náklady se určují z účetnictví za určité období a pokud se výrazně nemění sortiment, roční produkce a technologie, lze předpokládat jejich dostatečnou přesnost pro rozhodování. Průměrné variabilní náklady \underline{VN} se počítají jako vážený průměr nákladů ve výrobě vztažený na všechny vyráběné odlitky (všechna vyráběná „čísla modelu“). Takto vypočtené variabilní náklady neposkytují dostatečné informace potřebné pro bezprostřední řízení a kontrolu výroby.

Průměrné variabilní náklady se skládají z variabilních nákladů jednotlivých odlitků definovaných číslem modelu, jakostí a případně technologií vztaženou k určitému pracovišti. Lze je vyjádřit vztahem (3-4):

$$\underline{VN} = (VN_1 * n_1 + VN_2 * n_2 + \dots + VN_x * n_x) / \sum n_i \quad (3-4)$$

Výraz VN_i udává variabilní náklady na kilogram vyráběného i-tého odlitku. Zjistit variabilní náklady na i – tý odlitek je již obtížnější úkol. Aby bylo možné řídit a kontrolovat výrobu, jak je výše uvedeno, lze postupovat tak, že se stanoví náklady po jednotlivých výrobních operacích (VNO). Rovnice 3 - 5 udává variabilní náklady pro i-tý odlitek během výrobních operací 1 až x.

$$VN_i = VNO_i^1 + VNO_i^2 + \dots + VNO_i^x \quad 3-5$$

Stanovení nákladů pro zvolený odlitek na jednotlivé operace VNO_i^1 ve většině sléváren končí stanovením nákladů na tekutý kov. Nákladových položek jsou stovky až tisíce a jejich plánování je velmi pracné a jejich kontrola je ještě pracnější. Jestliže se zvolí jako kalkulační jednice odlitek (kg odlitku), je výše uvedená úloha technicky řešitelná, pokud se vyberou pro sledování významné nákladové položky, které představují dostatečný podíl na celkových variabilních nákladech. Použitelnost vypočtených nákladů VN_i pro výše uvedené potřeby je tím významnější, čím více nákladů je „převáděno“ z režijních nákladů do variabilních nákladů. Pro zjednodušení se v následujících úvahách vycházelo z těchto omezení:

- náklady se počítají pro operace, které jsou z hlediska nákladů považovány za významné
- náklady jsou stanovovány pro určitý odlitek vyráběný na jednom pracovišti jednou technologií
- předpokládá se, že výroba odlitku zcela vytěžuje po určitou dobu dané pracoviště
- režijní náklady u významných položek jsou převedeny pomocí technicky měřitelných veličin na variabilní náklady

Plánované kalkulace jsou také důležitým nástrojem pro stanovení ceny. Tržní cena se však na základě kalkulací netvoří. Cena vzniká na trhu a trh nezajímají náklady jednotlivých výrobců. Trh se dokonce ani nezajímá o jakost nabízených výrobků, pokud má výrobek dohodnutou (požadovanou) jakost. Vyšší cenu u výrobku s vyšší jakostí lze získat pouze za

vyšší užitnou hodnotu, pokud se zákazník přesvědčí o tom, že tato vyšší užitná hodnota je pro něj ekonomicky výhodná.

Předložená zpráva se zaměřuje na sledování nákladů v kalkulačním členění na určitou technologii a daný výrobek (odlitek). Cílem by měl být výběr rozhodujících položek, které jsou z hlediska celkových nákladů dominantní. U vybraných nákladových položek se předpokládá jejich možnost sledování v technických jednotkách na kalkulační jednici (odlitek určitého čísla modelu). U položek, které není možné přímo měřit spotřebou na odlitek, se využilo závislosti těchto položek na výrobních (technologických parametrech), které lze přímo měřit. Podle těchto parametrů, které korelují se sledovanou položkou, se náklady následně vypočtou. Např. spotřeba broků na tryskání jednoho odlitku je vypočtena ze závislosti na celkové době tryskání odlitku a na průměrné hmotnosti náplně tryskače (u bubnových tryskačů). K tomuto výpočtu je nutné znát průměrnou spotřebu broků za jednotku tryskání. Zavedením „úměrných spotřeb“ a jiných způsobů odhadů velikosti jednotlivých položek vznikají při plánování nákladů nepřesnosti. Skutečnou spotřebu vybraných položek v závislosti na měřitelných technologických veličinách lze průběžně sledovat. Takto lze hodnoty „měrných spotřeb“ upřesňovat, zjistit jejich rozptyl a tak i přesnost vypočtených kalkulací. Dále lze „měrné spotřeby“ analyzovat a zjistit jejich závislost na technologiích, které jsou k dispozici.

3.1 Podmínky sledování nákladů a jejich rozdělení do nákladových skupin

Analýza vychází ze souborů nákladů naměřených v rámci projektů organizovaných ČSS ve slévárnách zúčastněných na jejich řešení [35 ,37,44,45]. Nákladová analýza je provedena pro podmínky, za kterých bylo sledování nákladů ve výše uvedených projektech provedeno. Jednalo se o výrobu nelegovaných ocelí a litin s lupínkovým (dále LLG) a kuličkovým grafitem (LKG). Formovalo se do bentonitových formovacích směsí na formovacích linkách. Hmotnost odlitku se pohybovala v desítkách kilogramů.

Náklady jsou členěny podle výrobních operací a uspořádány podle toku nákladů během výroby odlitků. Práce se zabývá analýzou přímých nákladů, tj nákladů zjistitelných měřením nebo vážením na kalkulační jednotku v Kč na kg expedovaných odlitků. Náklady byly sledovány na výrobu odlitků z oceli, litiny s kuličkovým grafitem o srovnatelných pevnostních vlastnostech a na výrobu odlitků z litiny s lupínkovým grafitem o pevnosti 250 MPa. Náklady byly dále členěny do skupin, a to materiálové náklady, mzdové náklady, náklady na energii a náklady na zmetky. Přímé náklady podle nákladových skupin jsou uvedeny v **tabulce 3.1. Příloze 1**. Náklady v **tab.3.1** jsou uvedeny v procentech z celkových nákladů. Náklady byly sledovány u čtyř výrobních způsobů - výroby odlitků z oceli, tří z litiny s kuličkovým grafitem a tří z litiny s lupínkovým grafitem.

Pro zjednodušení jsou náklady polotovarů vstupujících do kalkulací označovány jako ceny. Autoři jsou si vědomi této metodické nepřesnosti, lze však předpokládat, že jednotlivá střediska hospodaří samostatně a svoje polotovary prodávají střediskům, které je spotřebují do výrobku. Jedná se především o cenu tekutého kovu, vratného materiálu a formovacích směsí. Tyto položky je nutné v rámci slévárny ocenit podobně, jako by byly oceněny trhem. Střediska - dodavatelé si ale neplánují žádný zisk.

Nejvýznamnější skupinou byly materiálové náklady, které činily u sledovaných souborů v průměru 72 % pro odlitky z oceli, 82 % pro odlitky z LKG a 67 % pro odlitky z LLG. Průměrné náklady na mzdy činily u oceli 11 % z celkových sledovaných nákladů, u LKG 8

% a LLG 22 %. Průměrné náklady na energie činily pro výrobu ocelových odlitků 13 % z celkových sledovaných nákladů pro LKG a LLG 6 % (**tab.3.1a a 3.1b**).

Mezi materiálovými náklady a mzdovými náklady lze očekávat vztah závislý na hmotnosti odlitků. Závislost mezi hmotností odlitků a mzdovými náklady lze pokládat pro většinu případů za nepřímou úměrnou. Čím menší hmotnost odlitků, tím více manipulací s odlitky na kalkulační jednici a tím větší budou zpravidla mzdové náklady. Mzdové náklady následně zvýší celkové náklady. Podíl materiálových nákladů na celkových nákladech se u lehčích odlitků relativně sníží. Nižší průměrná hmotnost odlitků znamená obvykle nižší denní výrobu odlitků při stejném počtu zaměstnanců. Není znám případ, kdy by snížení hmotnosti odlitků bylo doprovázeno snížením počtu pracovníků ve slévárně. Obvykle je tomu naopak. Pro odhadnutí trendů změny mzdových nákladů ve formovně při změně hmotnosti odlitku za výše uvedených podmínek lze použít vztah (3-6):

$$N_{MZ} = Z.H/q.n \quad (3-6)$$

N_{MZ} - průměrné mzdové náklady ve výrobě vztažené na kalkulační jednici /Kč/kg/

Z - počet zaměstnanců ve výrobě

H - průměrné mzdové náklady na hodinu práce /Kč/hod/

q - průměrná hmotnost odlitků ve formě /kg/

n - průměrná výrobnost pracoviště /forem/hod/

Závislost (3-6) je exponenciální a může být užitečné tuto závislost mít pro konkrétní podmínky vyjádřeno. Uvedený vztah může sloužit jako demonstrace nepřesností spojených s přírážkovou kalkulací, kde je jednicová mzda zvolena jako rozvrhová základna.

Vyšší průměrná hodnota mzdových nákladů na LLG byla zjištěna u odlitku o hmotnosti 11 kg. U ostatních sledovaných materiálů byly odlitky cca 5x těžší.

Náklady na energii ve výrobních fázích následujících po výrobě tekutého kovu mohou korelovat s mzdovými náklady.

3.2 Analýza materiálových nákladů

3.2.1 Analýza významnosti nákladových položek materiálových nákladů

K hodnocení významnosti nákladových položek byly rozděleny všechny sledované nákladové položky do pěti skupin:

- velmi vysoká významnost položky - symbol VV - 10% z materiálových nákladů a více
- vysoká významnost položky - symbol V - 5 až 10% z materiálových nákladů
- malá významnost položky - symbol M - 1 až 5 % z materiálových nákladů a více
- nevýznamná položka - symbol N - méně než 1% z materiálových nákladů
- nulová položka – symbol 0

Zařazení položek podle významnosti pro sledované materiály je v **tabulce 3.2**. Pokud u sledovaných výrobních způsobů jsou hodnoty jedné položky v různých skupinách významnosti, pak se uvádějí symboly obou skupin. Např. významnost nákladů na jádrovou

směs u LKG byla zařazena u některých výrobních způsobů do skupiny M a některých N a u LLG do skupiny N a M.

Významnost jednotlivých materiálových nákladů podle materiálu odlitku (tab. 3.3):

Odlitky z oceli:

Jako u ostatních sledovaných materiálů patří mezi položky skupiny VV materiál v odlitku. Ve skupině V je také jen jedna nákladová položka - formovací směs. Do skupiny významnosti M až V je zařazen náklad na acetylén. Nejvíce položek je ve skupině M.

Odlitky z LKG:

V prvních dvou skupinách nejvyšší významnosti jsou stejné nákladové položky jako u oceli. Ve skupině malé významnosti jsou náklady na zkoušky vnitřní jakosti. Nejvíce položek je uvedeno ve skupině N.

Odlitky z LLG:

Při výrobě LLG je nejvíce nákladových položek, které se v nákladové osnově nevyskytují. Souvisí to s jednodušším technologickým postupem výroby odlitků z LLG. Vyjma materiálu v odlitku jsou všechny nákladové položky málo významné nebo nevýznamné.

3.2.2 Analýza málo významných a nevýznamných nákladových položek materiálových nákladů (tab. 3.3 a 3.4)

Kalkulace lze zjednodušit, pokud se zaměří jen na velmi významné a významné položky. U málo významných a nevýznamných položek je nutné analyzovat, zda zařazení těchto položek do skupin podle významnosti má pro sledované podmínky a současný stav znalostí obecnou platnost. Výsledky analýzy málo významných a nevýznamných položek z **tabulky 3.3** jsou uvedeny v **tabulce 3.4**. Položky, u kterých se předpokládá, že pro sledované podmínky budou i u ostatních výrobních způsobů málo významné nebo nevýznamné, jsou z další analýzy vyjmuty.

3.2.3 Analýza významných a velmi významných nákladových položek materiálových nákladů (tab. 3.5)

Popsaným postupem bylo vybráno 10 položek, které jsou považovány za významné nebo velmi významné. Další analýza se zaměřila na závislosti těchto 10ti položek na vnitřních a vnějších vlivech. Vnitřním vlivem se myslí vliv vyplývající z technologického a organizačního uspořádání výroby, jehož změny mají vliv na výši sledovaných nákladových položek. Vnějšími vlivy se zde myslí parametry jakosti, sériovosti a ostatní požadavky na výrobek uvedené v kupní smlouvě. Významným vnějším vlivem je také kolísání cen vstupních materiálů. Tento vliv se neanalyzuje. Významné a velmi významné položky pro kalkulační systém jsou uvedeny v **tab. 3.5**.

3.2.4 Analýza závislosti vybraných položek materiálových nákladů na vnitřních vlivech a možnost kontroly (tab. 3.6 a tab. 3.7)

V **tabulce 3.6** jsou přiřazeny k vybraným položkám pracoviště nebo přímo profese, které mají vliv na výši nákladů u sledovaných položek. Vliv pracoviště nebo profese je hodnocen třemi stupni - 1 až 3 ve sloupcích „pracoviště s vlivem“. Pracovištěm nebo profesím, které mohou ovlivnit nákladovou položku ve výši větší než:

- 15%, se přiřazuje stupeň „1“,
- 5 až 15%, se přiřazuje stupeň „2“,
- o méně než 5% se přiřazuje stupeň „3“.

Ve sloupci „kontrolní pracoviště“ je uvedeno pracoviště, které může vybranou nákladovou položku fyzicky kontrolovat. Způsob kontroly je uveden v **tabulce 3.7**, která uvádí kontrolní metodu a způsob kontroly.

U položky **tekutý kov** v **tab. 3.7** se neuvažuje s náklady na jeho výrobu. Tekutý kov se v těchto úvahách nakupuje jako polotovár z tavírny. Ve formovně během odlévání vznikají ztráty tekutého kovu, které ovlivňuje odlévač.

Materiál v odlitku primárně ovlivňuje práce technické přípravy výroby (dále TPV). Náklady na materiál v odlitku jsou tvořeny spotřebou tekutého kovu na odlití odlitku včetně jeho ztrát po odečtení vratného materiálu. Vratným materiálem se myslí ta část tekutého kovu, která se po odlití vrací do vsázky. Jsou to především nálitky, vtokové soustavy, zbytky tekutého kovu odlévané do kokil, použitelný rozstřík a zmetky. Při tržním stanovení ceny vratného materiálu má vratný materiál cenu vsázkových surovin, které při použití nahrazuje. Předpokládá se, že zpracovací náklady na tavbu z „čistých“ vsázkových surovin by byly stejné jako při použití vratného materiálu. Pokud tomu tak není, je nutné změnu zpracovacích nákladů zohlednit při oceňování vratného materiálu.

Formíř ovlivní spotřebu tekutého kovu na odlitek (materiál v odlitku) zejména tvrdostí formy. Měkké formy jsou příčinou „namožení“ odlitku a tak vyšší hmotnosti odlitku. Nedodržení technologie (např. použití vyšších rámu na vršku formy, větších nálitků apod.) vedou ke zvýšeným nákladům na materiál v odlitku. Výška hladiny kovu v nálitkách má být předepsána. Na odlévači záleží dodržení předepsané výšky. Kontrola nákladů v odlitku je nejjednodušší vážením odlitků v „hrubé váze“ (s nálitky a vtoky) v čistírně nejlépe na závěsné jeřábové váze a registrace hmotnosti podle č. modelu.

Spotřeba formovací směsi závisí na použité slévárenské technologii. Rozhodující je volba rozměrů rámu a počet umístěných kusů odlitků do rámu. Formíř má jen malou možnost ovlivnit spotřebu formovacího materiálu vyjma případu, kdy je použita modelová a výplňová formovací směs. Modelová formovací směs je nákladnější a její spotřebu rozhodujícím způsobem ovlivňuje formíř. Podobné zásady platí pro použití speciálních směsí na obklady extrémně namáhaných míst formy nebo při použití formovacích směsí s vysokou schopností akumulovat teplo. Zjištění spotřeby formovacích směsí je možné vážením. Dávky míchané ve mlýně jsou váženy a obvykle se na formovně sleduje počet vyrobených dávek.

Spotřeba jádrových směsí se řídí podobnými pravidly jako spotřeba formovacích směsí. Pro exponovaná jádra se používají nákladnější směsí. Kontrola spotřeby jádrových směsí je možná vážením. Náklady na formovací a jádrové směsí jsou podobně jako u nákladů na tekutý kov zahrnuty v ceně (kalkulaci) na formovací a jádrové směsí.

Náklady na obklady rozhodujícím způsobem ovlivňuje TPV. Náklad na použití obkladů (izolačních nebo exotermických) lze porovnat se snížením nákladů na materiál v odlitku a na čistírenské operace (zejména odstraňování nálitků a vtokových soustav a následující broušení). Vliv formíře je omezen pouze na šetrné zacházení s obklady, aby nebyly znehodnoceny, a zbylé obklady po ukončení výroby byly vráceny do skladu. Kontrola

spotřeby obkladů je jednoduchá spočítáním počtu použitých obkladů a jejich porovnáním s normovanou spotřebou.

Nátěry při výrobě forem do bentonitových směsí se používají pouze na natírání některých jader, která bývají zpravidla z chemicky tvrzených směsí. Rozhodující vliv na spotřebu nátěrů za uvedených podmínek má TPV. Technologie používající ve větším rozsahu „nepravá“ jádra vede k vyšší spotřebě nátěrů. Vyšší náklady na nátěry mohou být kompenzovány snížením nákladů na čistírenské operace. Jádrař může ovlivnit spotřebu nátěrů dodržáním předepsaného počtu nátěrů nebo technologie polévání (máčení) jader. Kontrola spotřeby nátěrů je možná opět evidencí vydaného množství nátěrových hmot v jaderně. Spotřebované množství by mělo být porovnáno s množstvím předepsaným podle počtu a čísla jaderníku vyráběných jader.

Náklady na tryskací materiál používaný ke tryskání odlitků závisí na celkové době tryskání jednoho odlitku a na spotřebě tryskacího materiálu za jednotku času tryskání. Celková doba tryskání závisí na počtu tryskání odlitku, tedy na předepsané technologii. Tepelné zpracování a opravy odlitku zvyšují náklady na tryskání. Slévárenská technologie, která vede k výrobě odlitků s menším výskytem vad, snižuje spotřebu broků. Technologie, která u litin předepisuje tepelné zpracování, vede ke zvýšení spotřeby tryskacího materiálu. Při tryskání z písku má rozhodující vliv na spotřebu broků seřízení separátoru. Nedostatečná údržba tryskačů může zvýšit spotřebu broků, které jsou odnášeny odpadním pískem. Nedodržování režimu tryskání má také vliv na spotřebu broků. Kontrola spotřeby broků je podobná jako v předchozích případech evidencí vydaného tryskacího materiálu, který je dodáván v balení o uvedené hmotnosti. Poněkud problematické je určení, kolik broků je na začátku a na konci směny v tryskači. Pro porovnání s normou je nutné evidovat zpracované odlitky.

Náklady na brusivo ovlivňuje nejvíce postup slévárenské technologie. Spotřeba brusiva je úměrná velikosti broušených ploch. Použití obkladů a podnálitkových vložek může významně snížit spotřebu brusiva. Spotřeba brusiva bude korelovat také s celkovou dobou broušení odlitku. Při broušení ploch po nálitcích má velký vliv na spotřebu brusiva kvalita řezné plochy. Zejména vysoké zbytky na řezné ploše mohou být příčinou vyšších nákladů. Nekvalitní forma může rovněž zvýšit spotřebu brusiva. V tomto případě se může jednat o technologickou nekázeň formíře. Vysoké lící teploty mohou být také v některých případech příčinou vysokých nákladů na brusivo. Spotřeba brusiva se může jednoduše evidovat v čistírně podle počtu vydaných brusných kotoučů a porovnávat s normovanou spotřebou zjištěnou na základě zpracovaných odlitků.

Náklady na zavařovací elektrody ovlivňují nejvíce formíř a palič podobně jako náklady na brusivo. Spotřeba elektrod se dá evidovat a porovnávat s normou stejně jako předešlé položky v čistírně.

Pro spotřebu kyslíku a acetylénu platí totéž, co bylo výše uvedeno pro čistírenské operace. Odstraňování nálitků je obvykle ukončeno během jedné směny na rozdíl od ostatních operací, které mohou pokračovat v další směně, např. broušení, kdy mohou být odlitky na jedné směně rozpracovány a dodělávány jinou směnou, případně až za několik dnů. Tento problém je nutno řešit pro konkrétní podmínky. Spotřebu kyslíku a acetylénu lze odečítat na odpovídajícím měřidle, případně lze vycházet ze spotřeby uvedených plynů pro určitý typ hořáku.

Důležitá pro sledování nákladů na výše uvedené (i ostatní položky) je evidence o výrobě forem, jader a čistírenském zpracování odlitků podle čísla modelu a materiálu za směnu.

3.2.5 Závislost vybraných nákladových položek materiálových nákladů na vnějších vlivech (tab. 3.8)

Závislost vybraných nákladových položek na vnějších vlivech je uvedena v **tabulce 3.8**. K hodnocení vlivu jsou použita kritéria z **tabulky 3-2**. Vnějším vlivem se rozumí promítnutí požadavků specifikovaných v kupní smlouvě do nákladů na výrobu odlitku. Působení vnějších vlivů na náklady musí výrobce po uzavření kupní smlouvy respektovat. Významné je proto posouzení vnějších vlivů na náklady ve fázi zpracovávání kupní smlouvy a při rozhodnutí o přijetí zakázky.

Nejvýznamnějším vnějším vlivem je materiál v odlitku, který významně nebo velmi významně ovlivňuje všechny vybrané nákladové položky. Předepsaný materiál odlitku ovlivňuje nejen náklady na vsázku, ale určuje i technologii výroby odlitku. Vliv se projevuje nejen mezi skupinami slitin železných kovů (ocel, LKL a LLG), ale i v rámci jednotlivých skupin. Výroba vysokolegovaných ocelí vyžaduje např. jinou technologii než výroba nelegovaných ocelí.

Hmotnost odlitku ovlivňuje významně náklady na materiál v odlitku. U hmotnějších odlitků je obvykle vyšší využití tekutého kovu a také nevratné ztráty tekutého kovu jsou nižší. Podobně ovlivňuje hmotnost odlitku náklady na formovací směs. U hmotnějších odlitků se snižuje obvykle množství formovací (jádrové) směsi spotřebované na výrobu kilogramu odlitku (poměr kov/formovací směs ve formě), ale může být nutné použít formovací (jádrové) směsi o vyšší „ceně“. S růstem hmotnosti odlitků se častěji používají nepravá jádra pro exponované části odlitku nebo alespoň obklady nálitků s vyšší tepelnou akumulací schopností.

U hmotnějších odlitků se používají také častěji obklady. Návrhová nákladů na obklady u těžkých odlitků bývá zřetelná bez podrobnějších výpočtů. Snižování měrné spotřeby formovací směsi na výrobu odlitku působí také na snižování spotřeby nátěrů. Na druhé straně - jádra ani formy u lehkých odlitků se nemusí často natírat. U spotřeby brusiva a broků lze předpokládat jejich snižování s rostoucí hmotností odlitků. U hmotných odlitků připadá na jednotku hmotnosti menší plocha. U spotřeby broků závisí uvedený vliv na technologii tryskání. U průběžných tryskačů lze očekávat snižování spotřeby broků, jak bylo uvedeno. U pásových tryskačů může být tento vliv nevýrazný.

Spotřeba zavařovacích elektrod závisí na celé řadě vlivů. Lze však předpokládat, že s rostoucí hmotností odlitků poroste a může vykazovat pro určitou hmotnostní kategorii maximum. Spotřeba kyslíku a acetylénu bude s hmotností odlitků klesat.

Poměr kov/formovací směs (využití formovací směsi) charakterizuje spotřebu formovacího materiálu na jednotku hmotnosti vyráběných odlitků. Při použití ST směsí s organickými pojivy může tento parametr být rozhodující pro ekonomii výroby. U jednotných bentonitových formovacích směsí je vliv tohoto parametru na materiál v odlitku nevýznamný. Na náklady formovací směsi je vliv sledovaného parametru velmi významný. Na spotřebu jádrové směsi a nátěrů u nejběžněji používaných technologií malý a na spotřebu obkladů nulový. Také náklady na materiál v čistírně jsou vlivem tohoto parametru malé a zprostředkované přes vliv hmotnosti odlitku. U hmotných odlitků se dosahuje vyššího využití formovací směsi.

Sériovost výroby odlitků ovlivňuje náklady na materiál málo, nevýznamně nebo je neovlivňuje, vyjma nákladů na kyslík a acetylén. Při vyšší sériovosti u menších odlitků lze volit jiný způsob odstraňování nálitků a vtoků. Pokud se nálitky a vtoky odstraňují rozbrušováním, může se významně snížit náklad na ostatní brusivo.

3.2.6 Vzájemné ovlivnění vybraných nákladových položek materiálových nákladů (tab.3.9)

Mezi vybranými nákladovými položkami lze očekávat následující vzájemné ovlivnění (tab. 3.9):

Náklady na tekutý kov ovlivňují především náklady na materiál v odlitku. Vyráběný materiál svými vlastnostmi ovlivňuje nákladové položky. Např. čistírenské zpracování tvrdých materiálů může být náročnější v nákladech na brusivo.

Náklady na materiál v odlitku mohou korelovat dále s náklady na izolační a exotermické obklady, jak bylo již výše uvedeno. Nižší náklady na materiál v odlitku dosažené vyšším využitím tekutého kovu při použití obkladů budou doprovázeny také nižšími náklady na brusivo, kyslík a acetylén v důsledku menších řezných ploch.

Náklady na formovací směs mohou korelovat s náklady na jádrovou směs (v případě použití nepravých jader významně). Použití obkladů snižuje spotřebu formovací směsi. Použití dražší formovací směsi, případně modelové a výplňové směsi by mělo zvýšit povrchovou jakost odlitku a snížit náklady na materiál u čistírenských operací i spotřebu kyslíku a acetylénu.

Pro **náklady na jádrovou směs** platí přibližně stejné závěry jako pro formovací směs. Vliv obkladů na spotřebu jádrové směsi se neuvažuje. Na jádra se používají obvykle jakostnější a nákladnější formovací směsi a proto další zvyšování jakosti jádrových směsí nemusí mít takový efekt, jak je tomu u formovacích směsí.

Vliv **nákladů na obklady** na ostatní vybrané nákladové položky byl uveden v odstavci týkajícího se vlivu materiálu v odlitku.

Náklady spojené s použitím nátěrů ovlivňují všechny položky materiálových nákladů v čistírně. Jejich spotřeba závisí, jak bylo výše uvedeno, na slévárenské technologii a na použitých formovacích směsích.

Náklady na broky (tryskací materiál) nemají vliv na ostatní nákladové položky, ale jsou závislé na jiných nákladových položkách, jak bylo výše uvedeno. Totéž platí i pro ostatní nákladové položky v čistírně, a to pro **náklady na brusivo, elektrody, kyslík a acetylén**.

3.3 Analýza mzdových nákladů (tab 3.10 a tab. 3.11)

Sledování mzdových nákladů na jednotlivé operace podle čísel modelů vyráběných odlitků je obtížné a bylo by asi i nákladné. Pro řízení a minimalizaci mzdových nákladů bylo navrženo sledování nákladů podle výrobních středisek. Významnost mzdových nákladů podle výrobních středisek byla klasifikována podle stupnice podobné stupnici uvedené v **tabulce 3.2**. Podíl nákladů je však vztažen na celkové mzdové náklady. Přehled o zařazení mzdových nákladů podle výrobních středisek na základě přiřazené významnosti je uveden v **tabulce 3.10**. Analýzu závislosti mzdových nákladů na vnějších vlivech uvádí **tabulka 3.11**.

Na základě analyzovaných souborů jsou **mzdové náklady v tavírně** významné při výrobě oceli, velmi významné při výrobě LKG a málo významné při výrobě LLG. Závislost mzdových nákladů na vnějších vlivech je vyjma materiálu odlitku nulová. Snížení hmotnosti odlitku a sériovosti může způsobit snížení výroby tekuté oceli, ale pokud se nejedná o trvalou změnu zůstává stav pracovníků i mzdové náklady v tavírně stabilní. Tento závěr neplatí, pokud je změna trvalá a sníží se trvale výroba tekutého kovu. Mzdové náklady závisí dále na

typu a velikosti tavicího agregátu, na vytížení výrobní kapacity tavírny a na značce vyráběné oceli nebo litiny.

Mzdové náklady v pískovně mají malou významnost. Na celkových mzdových nákladech jsou nevýznamné (LLG). Tento závěr vyplývá z charakteru výroby odlitků a technologie používané ve střediscích pískového hospodářství a lze jej považovat za obecný. Vliv na mzdové náklady v pískovně má hmotnost odlitků a zejména poměr hmotnosti kovu k hmotnosti formovací směsi ve formě. Na rozdíl od přípravy výroby tekutého kovu lze vyrobit formovací směs obvykle „do zásoby“.

Mzdové náklady ve formovně jsou velmi významnou položkou celkových mzdových nákladů u všech sledovaných materiálů. Při formování na linkách je výrobnost vyjádřena počtem forem vyrobených za směnu a závisí na kapacitě linky. Pokud linka pracuje s jednotnou formovací směsí, jsou ostatní vlivy (počet jader, složitost formy) malé. Vyplatí se sledovat výrobnost za směnu a porovnávat s plánem (normohodinami). Ve slévárnách litiny je obvykle kapacita formovny daná počtem forem a je limitující pro celkovou výrobnost slévárny. Za těchto podmínek ovlivňuje výrobnost slévárny v naturálních ukazatelích zejména hmotnost odlitků, která koreluje obvykle i s ukazatelem „kov/směs ve formě“.

Vliv materiálu na výrobnost formovny je nevýznamný, pokud si změna materiálu nevyžádá přechod od jednotné formovací směsi k systému modelová-výplňová formovací směs a naopak. Význam výkonu ve formovně je zřejmý i pro výši konstantních nákladů. Všechna opatření vedoucí ke zvýšení výkonu ve formovně mohou mít významný vliv na celkové náklady výroby odlitků.

Mzdové náklady v čistírně jsou velmi významnou položkou mzdových nákladů u všech sledovaných materiálů. Velmi významně závisí na odlévaném materiálu. Při výrobě odlitků z oceli mohou být čistírenské operace limitujícím článkem výroby. Mzdové náklady v čistírně závisí velmi významně na odlévaném materiálu. Nejvyšší pracnost lze předpokládat při výrobě odlitků z oceli, nižší z LKG a nejnižší při výrobě odlitků z LLG. S rostoucí hmotností menších a středních odlitků lze očekávat pokles mzdových nákladů v čistírně. Vysoká sériovost výroby může přispět ke snížení mzdových nákladů odlitků. Při dostatečně velkých sériích lze vyrobit pro urychlení čistírenských operací přípravky.

Mzdové náklady ve středisku tepelného zpracování patří do skupiny málo významných nákladů u oceli. U litin se obvykle nevyskytují, jak bylo výše uvedeno. Tak lze chápat velmi velký vliv materiálu na mzdové náklady ve středisku tepelného zpracování. Vliv hmotnosti odlitku je nevýznamný. Může se však projevit vyšší pracností při kladení odlitků do košů.

Mzdové náklady v laboratořích a zkušebnách jsou obvykle téměř konstantní významnou nákladovou položkou (u LLG za sledovaných podmínek málo významnou položkou). Její výše je ovlivňována zejména výrobností slévárny, která, jak bylo výše uvedeno, závisí zejména na hmotnosti vyráběných odlitků.

3.4 Analýza nákladů na energie (tab. 3.12 a tab. 3.13)

Sledování nákladů na energie podle jednotlivých operací a čísel modelů vyráběných odlitků je ještě obtížnější než u mzdových nákladů. Pro řízení a minimalizaci nákladů na energie byl navržen způsob sledování nákladů podle jednotlivých médií. Významnost nákladů na energie podle médií byla klasifikována podobně jako u mzdových nákladů. Podíl nákladů je však vztažen na celkové náklady na energie. Přehled o zařazení nákladů na energie podle

jednotlivých médií na základě přiřazené významnosti je uveden v **tabulce 3.12**. Analýzu závislosti nákladů na energie podle vnějších vlivů uvádí **tabulka 3.13**.

Velmi významnou položkou u všech vyráběných materiálů jsou **náklady na elektrickou energii**, a to i v těch případech, kdy není elektrická energie použita k tavení. Spotřeba elektrické energie závisí významně na vyráběném materiálu a málo na hmotnosti odlitků. Pokud se však v souvislosti s hmotností odlitku zvýší využití tekutého kovu, pak tato závislost může být významná nebo i velmi významná. Z vnitřních vlivů mohou mít významný vliv opatření zvyšující využití tekutého kovu.

Náklady na stlačený vzduch jsou významnou položkou při výrobě odlitků z oceli a LKG. U LLG jsou položkou velmi významnou. Mezi náklady na elektrickou energii a náklady na stlačený vzduch existuje korelace, která vyplývá ze skutečnosti, že k výrobě stlačeného vzduchu se používá elektrická energie.

Náklady na kyslík a acetylén se vyskytují pouze při výrobě odlitků z oceli. Pro kyslík je to nákladová položka významná a pro acetylén velmi významná.

Náklady na plyn a vodu jsou u všech sledovaných materiálů položkou málo významnou nebo nevýznamnou. Velmi významný vliv je mezi spotřebou plynu a tepelným zpracováním.

Vzhledem k obtížnosti sledování všech nákladů je provedena analýza nákladové významnosti jednotlivých položek. V modelu se počítá pouze s nákladovými položkami, které jsou z hlediska celkových nákladů významné. Jsou také analyzovány korelace mezi technologickými parametry, podmínkami vyplývajícími z požadavků zákazníka a nákladovými položkami, a nákladovými položkami.

Model je prezentován na základě dat získaných měření v českých slévárnách v letech 1999 až 2001 [37].

Na základě vyvození nákladových položek, které by měly být náplní nákladového modelu jsme přistoupili k prvnímu provoznímu ověření.

4. ÚVODNÍ PROVOZNÍ SLEDOVÁNÍ NÁKLADŮ

Cílem úvodního sledování bylo v provozních podmínkách ověřit možnost sledování vybraných nákladových položek a použití metodiky uvedené v kapitole 3.

K tomu účelu byl zpracován úvodní metodický materiál (viz **příloha 2**). Slévárny, které se účastnily řešení PROJEKTU III si pro úvodní sledování zvolily konkrétní odlitky, které jsou zařazeny do jejich běžného výrobního programu.

Vybrané odlitky:

UNEX Uničov: Ocel, konzola KE*022, váha 29 kg

METAZ Týnec: Ocel, Držák převodovky levý, č. m. 080, č. v. 5010 117 079, mat. 42 27 09.6

ČKD MOTORY:

LKG, materiál GG25, váha 140 kg, č. m. 72 417 425-01, strojní formování

Pro úvodní sledování byly pro přehlednost záznamu připraveny tabulky (**tab. I – XII**), které zachycovaly (konkretizovaly) vybrané nákladové položky uvedené pro konkrétní podmínky sledování ve slévárně UNEX UNIČOV v **Příloze 2**.

Slévárny se měly vyjádřit k možnosti kalkulovat a sledovat náklady podle uvedené metodiky ve 3. kapitole. Rozbor možností jednotlivých sléváren přinesl následující možnosti které jsou rozvedeny v **příloze 2** v tabulkách:

Tab.I: Hmotnost tekutého kovu na odlití všech odlitků zvoleného typu za sledovanou směnu lze stanovit: - vážením všech odlitků po jejich otryskání

- vážením tekutého kovu v licích pánvích

Tab.II: Hmotnost materiálu v odlitku u všech odlitků sledovaného typu za sledovanou směnu:

- vážením každého odlitku
- zvážením pouze části odlitků ze všech odlitých kusů (kupříkladu 25 %)

Tab.III: Množství formovacích směsí na sledované odlitky za směnu:

- zvážit spotřebovanou formovací směs v 1 rámu pro 1 odlitek (pomocí „lopat“, které se dávaly do rámu)
- zvážit naformované rámy pouze u částí odlitých odlitků

Tab.IV: Množství jádrových směsí na sledované odlitky za směnu:

- zvážit naformovaná jádra, (hmotnost byla vynásobena koeficientem pro navýšení hmotnosti z důvodu ztrát při formování – koeficient je různý pro každou směs)

Tab.V: Množství nátěrových hmot na sledované odlitky za směnu:

- odhad množství na 1 ks

Tab.VI: Spotřeba broků:

- zvažovala se možnost stanovení broků v závislosti na technickém stavu tryskače, čase tryskání a hmotnosti tryskaných odlitků.
- byla zjištěna spotřeba v časovém intervalu „poslední plnění – nové plnění“ tryskače broky. Při propočtu na dané odlitky byl zohledněn vliv času a hmotnosti tryskaných odlitků

Tab.VII: Spotřeba brusných kotoučů:

- sledování počtu spotřebovaných brusných kotoučů různých druhů

Tab. VIII: Spotřeba elektrod:

- prověřovala se možnost sledování počtu spotřebovaných kusů

Tab.IX: Spotřeba acetylénu a kyslíku:

- ke stanovení spotřeby využít doby pálení, průměru hořáku, a štítkových údajů hořáku

Tab.X: Mzdové náklady:

- využití sledovaných odpracovaných hodin pracovníků

- možnost rozpočtu odpracovaného času na směnu, a následně na dávku odlitků

Tab.XI: *Náklady na tekutý kov*

- ke stanovení nákladů na tekutý kov, budou využity průměrné plánované náklady roku 2002 se zvýšením o plánované mzdy (%).

Popsané úvodní představy získávání naturálních ukazatelů o skutečnosti se následně zpřesňovaly.

Výsledky získané provozním sledováním byly následně využity při sestavení nákladového modelu.

5. NÁVRH KALKULAČNÍHO SYTÉMU PRO KALKULACI NÁKLADŮ NA ODLITKY ZE SLITIN ŽELEZA LITÝCH GRAVITAČNĚ DO PÍSKOVÝCH FOREM

5.1 Základní schéma modelu

Níže uvedený systém výpočtu kalkulací nákladů pro odlitky ze slitin železa je jedním z příkladů použití metodiky uvedené v kapitole 3. a vychází z měření nákladů v pracích [35 a 37]. Navržený kalkulační systém je možné použít jak pro tvorbu plánových, tak i operativních (skutečných) kalkulací. Kalkulace jsou vypočteny pro vybrané technologické operace, které jsou schematicky znázorněny na **obr 5.1 v Příloze 3**.

Kalkulované náklady na odlitek jsou jako závisle proměnná vypočteny součtem jednotlivých nákladů za jednotlivé výrobní operace. Nezávisle proměnné se získávají ze zadání v kupní smlouvě, z předepsané technologie oddělením metalurgie a technické přípravy výroby, z hodnot zjištěných provozním měřením a z cen použitých komponent. Přínosem (ne nezbytnou podmínkou) pro kalkulaci nákladů je tvorba nebo kontrola technologie za pomoci simulačních programů tuhnutí odlitku nebo alespoň zadání odlitku pomocí systému CAD.

Při tvorbě plánových kalkulací jsou nezávisle proměnné technologicko-výrobního charakteru - technicko hospodářské normy. Normy je nutné stanovit pro všechny položky uvedené v kalkulačním vzorci.

Kalkulační systém počítá pouze s položkami, které jsou z hlediska nákladů významné. Pro výpočty nákladových položek jsou využívány podklady v naturální podobě. Po ocenění se získají kalkulované náklady v peněžní formě. Ve vzorcích se používá jednotného značení:

Q_x - naturální (nákladová) položka X vztažena na hrubou hmotnost odlitku

\underline{Q}_x - naturální (nákladová) položka X vztažena na 1000 kg odlitků hrubé hmotnosti

N_x - nákladová položka X v Kč vztažena na hrubou hmotnost odlitku

\underline{N}_x - nákladová položka X v Kč vztažena na 1000 kg odlitků hrubé hmotnosti

\underline{C}_x - cena za jednotku X

Tekutý kov použitý k odlévání odlitku a formovací materiály jsou oceněny hodnotou, která se rovná nákladům na jejich výrobu (dle kalkulací). Podobně jsou stanoveny náklady na další položky, viz níže.

5.2 Popis modelu

Kalkulační vzorec počítá s následujícími nezávisle proměnnými:

- hmotnost tavby Q_{tk} – hmotnost tekutého kovu v pánvi [kg]
- surová hmotnost odlitku Q_s [kg]
- hrubá hmotnost odlitku Q_h (vznikne ze surové po odstranění nálitků a vtoků [kg])
- velikost ráků [dm]
- objem jader pro každou jádrovou směs zvlášť [dm³]
- počet tryskání
- plocha vzniklá po odstranění nálitků a vtoků [dm³]
- šířka řezu při odstraňování nálitků a vtoků plamenem nebo rozbrušováním včetně přídatku na broušení
- počet použitých obkladů nálitků (izolační nebo exotermické)
- denní výrobnost odlitků ve slévárně
- velikost dávek složených z více odlitků pro některé operace (tryskání, tepelné zpracování)

Přehled všech použitých nezávisle proměnných je v **tab. 5.1**.

K výpočtu byly použité kalkulace materiálů, médií nebo operací:

- tekutého kovu
- formovacích směsí
- jádrových směsí
- nákladů na hodinu tryskání
- nákladů na odstranění nálitků a vtoků
- nákladů na broušení dm² plochy po nálitcích a vtocích
- nákladů na použité obklady
- stlačeného vzduchu

Dále jsou uvedeny vypočtené hodnoty s pomocí nákladového modelu.

5.2.1 Využití tekutého kovu (η)

Využití tekutého kovu se stanovuje podle vztahu (5-1).

$$\eta = Q_h/Q_s \quad (5-1)$$

kde: Q_h hrubá hmotnost odlitku

Q_s skutečná hmotnost tekutého kovu nutná na odlití Q_h

Kalkulované nevratné ztráty:

- NZ (1); rozstřík při odlévání kovu. Při odlévání zbytku kovu do kokily se s rozstříkem nepočítá. Rozstřík je funkcí hmotnosti odlitku. U těžkých odlitků se jeho hodnota blíží k nule. V prvním přiblížení je možno vyjádřit závislost NZ(1) v procentech na hmotnosti odlitku vztahem:

$$NZ(1)\% = R \cdot 100/Q_s \quad (5-2)$$

Kde: R – ztráty TK při odlévání [kg]

- NZ (2); ztráty prořezem včetně přídavek na broušení. NZ(2) jsou závislé na velikosti plochy (P), která vznikne po odstraněných nálitcích a vtocích a na šířce řezu (S). V prvním přiblížení je možné vyjádřit závislost NZ(2) v procentech na uvedené ploše vztahem:

$$NZ(2)\% = 100 \cdot P \cdot S \cdot K^k / Q_h \quad (5-3)$$

P a S – plocha po řezu a tloušťka řezu včetně přídavek na broušení (dm^2).

K^k - konstanta, (měrná hmotnost kovu) [kg/dm^3]

- NZ (3); opal při tepelném zpracování. Tato položka se v následujícím kalkulačním systému nepoužívá.

Spotřeba tekutého kovu na odlití odlitku o surové hmotnosti Q_s .

Na odlití odlitku o Q_s se spotřebuje $Q_{tk}^s - Q_{zb} \cdot Q_{tk}^s / Q_{tav} - Q_{tk}^s \cdot NZ(1)$.

Po úpravě platí:

$$Q_{tk}^s = Q_s / (1 - Q_{zb}/Q_{tav} - NZ(1)) \quad (5-4)$$

Q_{tk}^s – spotřeba tekutého kovu [kg] .

Q_{zb} – hmotnost zbytku tekutého kovu odlitého do kokily [kg] .

Q_{tav} – hmotnost tavby v pánvi [kg] .

Náklady na odlití odlitku o surové hmotnosti Q_s pak činí:

$$N_{tk}^s = Q_{tk}^s \cdot C_{tk} \quad (5-5)$$

Spotřeba tekutého kovu na odlití odlitku o hrubé hmotnosti Q_h

Po dosazení do rovnice (5-4) z rovnice (5-1) se získá rovnice (5-6):

$$Q_{tk}^h = (Q_h/\eta)/(1 - Q_{zb}/Q_{tav} - NZ(1)) \quad (5-6)$$

Spotřeba tekutého kovu pro výrobu tuny odlitku v hrubé hmotnosti se upraví rovnice (5-6) pro podmínku, $Q_h = 1000$:

$$\underline{Q}_{tk}^h = (1000/\eta)/(1 - Q_{zb}/Q_{tav} - NZ(1)) \quad (5-7)$$

5.2.2 Kalkulace nákladů na materiál v odlitku

Náklad na materiál v odlitku (N_{mo}) je počítán jako rozdíl nákladů tekutého kovu na odlití odlitku a hodnoty vratného materiálu získaného z odlitku po odstranění nálitků a vtoků.

$$N_{mo} = Q_{tk}^s * C_{tk} - Q_{vm} * C_{vm} \quad (5-8)$$

Získané množství vratného materiálu je dáno surovou a hrubou hmotností materiálu po odečtení $NZ(2)$ a přičtení hmotnosti zbytku odlitého do kokily - čili formálně zaznamenáno:

$$Q_{vm} = Q_s - Q_h + Q_{zb} - NZ(2) \quad (5-9)$$

Dosazení za Q_s z rovnice (5-1) a vyjádřením velikosti zbytku připadající na jeden odlitek se získá rovnice (5-10):

$$Q_{vm} = Q_h/\eta - Q_h + Q_{zb} * Q_{tk}^h / Q_{tav} - Q_h * NZ(2) \quad (5-10)$$

Po dosazení za Q_{tk}^h a úpravách rovnice (5-10) se získá rovnice (5-11):

$$Q_{vm} = Q_h(1/\eta + Q_{zb}/Q_{tav} - 1 - NZ(2)) \quad (5-11)$$

Náklad na materiál v odlitku lze vypočítat pro dané podmínky ze vztahu (5-8) po dosazení Q_{tk}^h ze vztahu (7) a za Q_{mv} ze vztahu 5-11. Cena vratného materiálu by měla být stejná jako cena surovin, které by příslušné množství vratného materiálu ve vsázce nahradily.

5.2.3 Náklady na formovací směs

Při formování se může používat více formovacích směsí o různé měrné hmotnosti. Při výpočtu spotřeby formovací směsi se proto vychází z objemu ve formě, který formovací směs ve formě vyplňuje. Při použití více formovacích směsí se považuje jedna za základní formovací směs (výplňová, jednotná) a její objem ve formě (V_{fs}) se vypočte ze vztahu 5-12 :

$$V_{fs} = A * B * (C_s + C_h) - Q_s / K^k - \Sigma V_j - \Sigma V_{chl} - \Sigma V_{fs}(X) - NZ(fs) \quad (5-12)$$

Kde: A, B, C – vnitřní rozměry rámu; index s a h se vztahuje na výšku spodního a horního

rámu [dm];

$\Sigma V_j, \Sigma V_{chl}$ - objemy jader (včetně zámků), objemy chladítek [dm³];

$V_{fs}(X)$ - objem X-té formovací směsi, pokud se používá více směsí, např. modelová

nebo směs na obklady [dm³];

$NZ(fs)$ - nevratné ztráty formovací směsi [dm³];

Hmotnost formovací směsi se vypočte pomocí experimentálně určené měrné hmotnosti formovací směsi. Náklady (N_{fs}) na formovací směs spotřebované při výrobě jedné formy pak udává součin hmotnosti formovací směsi (Q_{fs}) a ceny formovací směsi (C_{fs}):

$$N_{fs} = V_{fs} * K^{fs} * C_{fs} + \sum V_{fs}(X) * K^{fs}(X) * C_{fs}(X) \quad (5-13)$$

K^{fs} , $K^{fs}(X)$ - měrná hmotnost základní formovací směsi, příp. směsi "X" po napěchování formy [kg/dm^3];

5.2.4 Náklady na jádrovou směs

Náklady na jádrovou směs (N_j) se počítají z objemu jader, měrné hmotnosti jádrových směsí a nákladů na jádrovou směs podle rovnice (5-14):

$$N_j = \sum V_j(X) * K^j(X) * C_j(X) \quad (5-14)$$

$V_j(X)$ - objem jader ze směsi "X" vztahovaný na jednu vyráběnou formu [dm^3];

$K^j(X)$ - měrná hmotnost jádrové směsi "X" po spěchování [kg/dm^3];

$C_j(X)$ - cena jádrové směsi [$\text{Kč}/\text{kg}$];

5.2.5 Náklady na obklady

V nákladech na obklady (N_{ob}) jsou zahrnuty i náklady na podnálitkové vložky, případně cedítka a filtry, pokud se při jejich použití změní plocha řezu při odstraňování nálitků a vtoků. Náklady na obklady jsou vyjádřeny součtem nákladů na všechny použité obklady, příp. podnálitkové vložky v rovnici (5-15):

$$N_{ob} = \sum K_{Sob}(X) * C_{ob}(X) \quad (5-15)$$

K_{Sob} - počty obkladů druhu "X" použitých na jednu formu;

C_{ob} - cena jednoho kusu obkladu "X" [$\text{Kč}/\text{ks}$];

5.2.6 Náklady na nátěry

Náklady na nátěry (N_n) jsou dány součtem nákladů na nátěry jader a forem (N_{nj}) a (N_{nf}). Spotřeba nátěrů závisí na velikosti natírané plochy forem a jader (P_f), (P_j) a měrné spotřebě nátěrové hmoty na jednotku plochy.

$$N_n = N_{nj} + N_{nf} \quad (5-16)$$

$$N_n = \sum P_f(X) * K^{nf}(X) * C_{nf}(X) + \sum P_j(X) * K^{nj}(X) * C_{nj}(X) \quad (5-17)$$

P_f , P_j - natírané plochy forem a jader jedním druhem nátěru "X" [dm^2];

K^{nf} , K^{nj} - měrná spotřeba nátěrů "X" na jednotku natírané plochy [kg/dm^2];

C_{nf} , C_{nj} - cena nátěru "X" [$\text{Kč}/\text{kg}$];

5.1.7. Náklady na tryskací materiál

Spotřeba tryskacího materiálu bude závislá na době tryskání a hmotnosti odlitku (náplně tryskače - dávky) a na jakosti tryskacího materiálu. Hmotnost náplně při tryskání z písku je

tvořena odlitky surové hmotnosti, při dalších tryskáních hrubé hmotnosti. Spotřebu tryskacího materiálu “X” při prvním tryskání z písku (Q_{tr}^1) lze vyjádřit rovnicí (5-18):

$$Q_{tr}^1(X) = {}^1K^{tr} * {}^1t^{tr}/Q_s * n^1 \quad (5-18)$$

Při následujících tryskáních platí pro spotřebu tryskacího materiálu (Q_{tr}^y) “X” podobný vztah:

$$Q_{tr}^y(X) = {}^yK^{tr} * {}^yt^{tr}/Q_h * n^y \quad (5-19)$$

K_{tr} – měrná spotřeba tryskacího materiálu za jednotku času tryskání [Kč/hod];

t_{tr} - předepsaná doba tryskání dávky o n^1 , případně n^y odlitcích [hod];

Celkovou spotřebu tryskacího materiálu na odlitek o hrubé hmotnosti Q_h udává rovnice (5-20) a celkové náklady na tryskání odlitku (A_{tr}) o hrubé hmotnosti Q_h rovnice (21).

$$\Sigma Q_{tr} = Q_{tr}^1(X) + \Sigma Q_{tr}^y(X) \quad (5-20)$$

$$\Sigma N_{tr} = C_{tr}(X) * K^{tr} * t^{tr}/Q_s * n^1 + \Sigma C_{tr}(X) * K^{tr} * t^{tr}/Q_h * n^y \quad (5-21)$$

$C_{tr}(X)$ – cena tryskacího materiálu “X” [Kč/kg];

5.2.8. Náklady na brusné kotouče

Náklady na brusné kotouče jsou úměrné velikosti a jakosti broušených ploch, na použitých brusných kotoučích a technologii broušení. Pro každý způsob broušení se předpokládá průměrná doba broušení jednotky plochy (t_{br}), kterou je nutné určit experimentálně pro každý způsob broušení. Podle použité technologie lze náklady rozdělit na náklady na broušení a dobrušování.

Broušením se myslí úprava plochy po odstranění nálitků na stojanových nebo kyvných bruskách, dobrušováním odstraňování povrchových vad převážně ručními nástroji. Spotřebu brusných kotoučů na broušení odlitku o hrubé hmotnosti Q_h lze vyjádřit rovnicí (5-22):

$$Q_{kot}^{br} = \Sigma P * K^{br}/t_{kot} \quad (5-22)$$

Q_{kot}^{br} – spotřeba brusných kotoučů na broušení jednoho odlitku o hrubé hmotnosti Q_h [ks];

K^{br} - průměrná doba broušení jednotky plochy po nálitcích a vtocích [hod/dm²];

ΣP - součet ploch po odstranění nálitků a vtoků určených k broušení [dm²];

t_{kot} - životnost kotouče při broušení [hod.];

Spotřebu kotouče “X” na dobrušování (Q_{kot}^{dobr}) jednoho odlitku o hrubé hmotnosti Q_h lze odhadnout nebo změřit v provozu.

Náklady na brusivo pro zpracování jednoho odlitku hrubé hmotnosti Q_h udává rovnice (5-23):

$$N_{br} = C_{kot}^{br} * Q_{kot}^{br} + \Sigma C_{kot}^{dobr}(X) * Q_{kot}^{dobr}(X) \quad (5-23)$$

C_{kot}^{br} , $C_{kot}^{dobr}(X)$ – cena kotouče na broušení nebo kotouče “X” na dobrušování [Kč/ks].

5.2.9 Náklady na zavařovací elektrody

Spotřebu zavařovacích elektrod jakosti "X" na odlitek o hrubé hmotnosti Q_h lze určit měřením v provozu nebo na základě již existující statistiky. Náklady na zavařovací elektrody pro jeden odlitek hrubé hmotnosti Q_h se vypočtou pomocí rovnice (5-24):

$$N_{el} = C_{el}(X) * Q_{el}(X) \quad (5-24)$$

$C_{el}(X)$ - cena zavařovacích elektrod "X" [Kč/kg];

$Q_{el}(X)$ - spotřeba elektrod "X" na opravu jednoho odlitku hrubé hmotnosti Q_h [kg];

5.2.10 Náklady na kyslík a acetylén

Spotřeba kyslíku a acetylénu Q_k , Q_a na zpracování jednoho odlitku o hrubé hmotnosti Q_h je závislá na velikosti ploch, které vzniknou po odstranění náliťků a vtoků kyslíko-acetylénovým plamenem. Závislost je možné vyjádřit rovnicí (5-25):

$$\begin{aligned} Q_k &= \Sigma P * K^k \\ Q_a &= \Sigma P * K^a \end{aligned} \quad (5-25)$$

K^k - měrná spotřeba kyslíku na řez o jednotkové ploše [l/dm^2];

K^a - měrná spotřeba acetylénu na řez o jednotkové ploše [kg/dm^2];

Náklady na kyslík a acetylén ($N_{k,a}$) na zpracování odlitku o hrubé hmotnosti Q_h udává rovnice (5-26):

$$N_{k,a} = C_k * Q_k + C_a * Q_a \quad (5-26)$$

C^k - cena kyslíku [Kč/l];

C^a - cena acetylénu [Kč/kg];

5.2.11. Náklady na mzdy

Výpočet nákladů na mzdy předpokládá, že produkce slévárny je určená kapacitou formoven. Mzdové náklady na tekutý kov a formovací materiály jsou zahrnuty v ceně tekutého kovu.

Mzdové náklady ve formovně vycházejí z odpracovaných hodin za směnu podle jednotlivých tarifních tříd formířů jednoho pracoviště a z alikvotního podílu ostatních zaměstnanců formovny, kteří se na práci uvažovaného pracoviště podílejí. Pro každou tarifní třídu se na formířském pracovišti počítají průměrné mzdové náklady. Mzdové náklady za směnu (MN_{fp}) na formířském pracovišti lze vypočíst z rovnice (5-27):

$$MN_{fp} = \Sigma \tau_f(X) * D(X) \quad (5-27)$$

a na odlitek o hrubé hmotnosti Q_h z rovnice (5-27):

$$N_{fp} = \Sigma \tau_f(X) * D(X) / F * O \quad (5-28)$$

$\tau_f(X)$ a – odpracovaná doba za směnu všech pracovníků v kategorii $D(X)$, kteří se podíleli na výrobě na uvažovaném formířském pracovišti [hod];

F - počet vyrobených forem za směnu;

O - počet odlitků v rámu.

Mzdové náklady na čistírně vycházejí z doby potřebné na čistírenské operace na jeden odlitek o hrubé hmotnosti Q_h vztážené na jeden odlitek (N_{ci}), podle profesí s průměrnými mzdovými náklady $M(X)$. Časový fond zahrnuje podobně jako ve formovně i dobu pracovníků, kteří s odlitekem manipulují nebo se přímo na zpracování odlitků nepodílejí, ale jsou pro výrobu v čistírně nutní (jeřábníci, technici aj.).

$$N_{ci} = \Sigma \tau_{cio} (X) * M(X) \quad (5-29)$$

$\Sigma \tau_{cio}$ – časový fond na zpracování odlitku v čistírně profesí “X” s průměrnými hodinovými náklady $M(X)$ [hod].

Mzdové náklady na zkoušení vztážené na jeden odlitek (N_{lab}) vycházejí z průměrných mzdových nákladů zkušeben a laboratoří na jednu směnu (MN_{lab}^s) jako konstanty. Náklady na zkoušení ovlivňuje v tomto modelu pouze výrobnost slévárny. S rostoucí výrobností slévárny klesají náklady na zkušebny a laboratoře. Mzdové náklady chemické laboratoře a mechanické zkušebny lze vyjádřit rovnicí (5-30):

$$N_{lab} = MN_{lab}^s / (G_o^s + F.O.(Q_h^{pr} - Q_h)) \quad (5-30)$$

G_o^s – průměrná výrobnost celé slévárny za směnu [kg];

Q_h^{pr} – průměrná hrubá hmotnost odlitku na uvažovaném pracovišti [kg];

V rovnici (5-30) se neuvažuje s výnosy ze zkoušek, které platí zákazník. Tyto položky snižují náklady laboratoří a je možné je odečíst od průměrných nákladů.

Podobnou rovnicí lze použít pro výpočet mzdových nákladů na nedestruktivní zkoušky (defektoskopickou zkušebnu). Při provádění nedestruktivních zkoušek platí obvykle zkoušky zákazník. Výnosy se pak odečítají od celkových nákladů. Proto je snazší počítat celkové náklady na destruktivní zkoušky (N_{def}).

$$N_{def} = (\Sigma N_{def} - C_{def}) / (G_o^s + F*O*(Q_h^{pr} - Q_h)) \quad (5-31)$$

ΣN_{def} – celkové náklady na defektoskopickou laboratoř na směnu [Kč];

C_{def} – průměrné výnosy za defektoskopické zkoušky vztážené na jeden odlitek hrubé hmotnosti Q_h [Kč];

5.2.12. Náklady na energii

Náklady na elektrickou energii spotřebovanou v tavírně a v přípravně formovacích směsí jsou započítány v kalkulacích tekutého kovu a formovacích směsí. Za předpokladu, že spotřeba elektrické energie ve formovně se nemění se změnou výrobnosti formovny, lze vypočítat **náklady na elektrickou energii ve formovně** (N_f^{el}) vztážené na odlitek hrubé hmotnosti Q_h podle rovnice:

$$N_f^{el} = (\Sigma N_{el}^f * C_{el} / (G_o^s + F * O * (Q_h^{pr} - Q_h)) \quad (5-32)$$

ΣN_{el}^f – celková spotřeba elektrické energie ve formovně za den [kWh];

C_{el} – cena elektrické energie [Kč/kWh];

G_o^s - denní výrobnost formovny v hrubé hmotnosti odlitků [kg];

Q_h^{pr} - průměrná hrubá hmotnost odlitků na uvažovaném pracovišti [kg];

Náklady na elektrickou energii v čistírně závisejí zejména na největších spotřebičích, tj. na zařízeních pro tryskání odlitků, na zavařování vad a broušení. Celkovou spotřebu

elektrické energie na čistírenské operace (N_{el}^{ci}) vztažené na odlitek hrubé hmotnosti Q_h lze pak vypočíst z rovnice (5-33):

$$N_{el}^{ci} = C_{el} * \Sigma K_{el}^x * t_{el}^x \quad (5-33)$$

K_{el}^x – průměrná spotřeba elektrické energie na použitém zařízení pro operaci “X” [kWh];

t_{el}^x - průměrná doba zpracování odlitku Q_h na zařízení “X” [hod];

Průměrná doba zpracování odlitku na základních čistírenských operacích se skládá z doby tryskání z písku (t^{tr-1}), dalších tryskání (t^{tr-y}), doby broušení (t^{br}), dobrušování (t^{dobr}) a oprav svařováním (t^{opr}). Doby se udávají v hodinách.

$$t^{tr-1} = t^{tr} * \Sigma Q_s / Q_s \quad (5-34)$$

$$t^{tr-y} = t^{tr} * \Sigma Q_h / Q_h \quad (5-35)$$

$$t^{br} = \Sigma P * K^{br} \quad (5-36)$$

Průměrnou dobu dobrušování a oprav svařováním odlitku lze odhadnout nebo změřit v provozu.

Náklady na stlačený vzduch ve formovně se určí na základě průměrné spotřeby stlačeného vzduchu na používaných spotřebičích a průměrné doby činnosti těchto spotřebičů při výrobě odlitku o hrubé hmotnosti Q_h . Cenu stlačeného vzduchu je nutné kalkulovat.

$$N_{sv}^f = C_{sv} * K_{sv}^x / F * O \quad (5-37)$$

K_{sv}^x – spotřeba stlačeného vzduchu na formovací lince (pracovišti) “X” za směnu [Nm^3];

C_{sv} = kalkulovaná cena stlačeného vzduchu [$Kč/Nm^3$];

Náklady na stlačený vzduch v čistírně lze vypočítat obdobně jako spotřebu elektrické energie v čistírně podle upravené rovnice (5-32):

$$N_{sv}^{ci} = C_{sv} * \Sigma K_{sv}^x * t_{sv}^x \quad (5-38)$$

ΣK_{sv}^x - průměrná spotřeba stlačeného vzduchu na použitém zařízení pro operaci “X” [Nm^3];

t_{sv}^x - průměrná doba zpracování odlitku Q_h na zařízení “X” [hod];

Spotřeba topného plynu na vyhřívání pánví a sušení písku je zahrnuta v kalkulacích tekutého kovu a formovacích hmot. Největším spotřebičem topného plynu pro technologické účely ve slévárně jsou pece na tepelné zpracování. Spotřeba topného plynu na jiné technologické operace jako např. předehřev odlitků před svařováním se zanedbává. Spotřebu topného plynu na tepelné zpracování lze vypočíst z průměrné spotřeby plynu na jednotlivé cykly tepelného zpracování a z hmotnosti tepelně zpracovávané dávky odlitků.

$$N_{pl}^{tz} = C_{pl} * Q_h * \Sigma K_{pl}^x / G_o^{TZ} \quad (5-39)$$

Náklady na kyslík a acetylen jsou uvedeny mezi materiálovými náklady čistírny. Náklady na spotřebu vody jsou kalkulovány v ceně tekutého kovu a ceně formovacích materiálů.

Předností uvedeného kalkulačního modelu je výpočet nákladů na konkrétní odlitek a vazba jednotlivých nákladových položek. To znamená, že kalkulační systém umožňuje bezprostřední zachycení vlivu změny technologie na jednotlivé nákladové položky i celkové kalkulované náklady. Vytvořený kalkulační model pro jednotlivé odlitky je tedy přesnější oproti stávajícímu běžně používanému kalkulačním systému s využitím jednotkových mezd jako rozvrhové základny pro výpočet výše režijní přírážky.

Podle uvedeného modelu byl nákladový model naprogramován v tabulkovém procesoru EXCEL a s pomocí přenosného počítače notebook byla jeho funkce v podmínkách tří spolupracujících sléváren ověřena.

6. OVĚŘENÍ NÁKLADOVÉHO MODELU V TABULKOVÉM PROCESORU EXCEL V PODMÍNKÁCH TŘÍ SLÉVÁREN.

Ověření naprogramovaného modelu v tabulkovém procesoru Excel provozních podmínkách sledovalo dva hlavní cíle.

Prvním bylo prověření vlastní funkce modelu na konkrétním případě běžně vyráběného odlitku.

V rámci tohoto úkolu se prověřovalo:

- a) stanovení technologických, technických, energetických a dalších konstant z evidence příslušné slévárny (plochy řezů při odstraňování nálitků, šířky řezů apod.)
- b) stanovení nákladových kalkulací, které se dále používají jako „ceny“ (kupříkladu kalkulace nákladů tekutého kovu)
- c) přístupnost cen použitých komponent (kupříkladu plynů, elektrické energie apod.)
- d) zpřesnění technologie vlastní výroby sledovaného odlitku (nepoužívají se kupříkladu nátěry apod.)
- e) zpřesnění nákladového modelu (Skutečností je, že kupříkladu stanovení mzdových nákladů se významně vyvíjelo při návštěvách sléváren)

Pro účely ověření a zpřesnění sestaveného a naprogramovaného modelu jsme se proto při dvoudenních návštěvách nezátěžovali sledováním naturálních hodnot s pomocí nichž se následně stanovují skutečné náklady. Skutečné hodnoty jsme nahradili dostupnými údaji provozní evidence nebo údaji technické přípravy výroby.

Druhým bylo posoudit, jak je možné v konkrétních podmínkách sléváren prakticky sledovat skutečné naturální ukazatele, které budou sloužit ke stanovení skutečných nákladů příslušného odlitku (nebo více odlitků) v definovaném čase (směně).

Očekávali jsme (a skutečně se to následně potvrdilo) vznik tří do jisté míry relativně odlišných variant nákladového modelu.

Dále se zaměříme na závěry zjištěné při návštěvě jednotlivých sléváren.

6.1 Slévárna ČKD Motory, a.s. Hradec Králové

Slévárna ČKD Motory, a.s v Hradci Králové vyrábí cca 8000 t litinových odlitků. Jedná se většinou o kusovou výrobu odlitků ručně formovaných do hmotnosti 20 t. Litina se taví v kupolových a indukčních pecích.

K ověření modelu byla vybrána hlava válce o plánované hrubé hmotnosti 145 kg z materiálu PN 422425 (litina s lupínkovým grafitem). Forma byla vyráběna na střešacích strojích s dolisováním (Foromat).

Vsázka byla tvořena surovým železem, ocelovým odpadem, vratným materiálem, zlomkovou litinou a feroslitinami. Z nekovových přísad se používá vápenec. Koks sloužil jako palivo v kupolové peci. Kupolová pec byla intenzifikovaná kyslíkem. Pro kalkulaci nákladů na tekutý kov byl použit technologický předpis pro vsázkování. Spotřeba kyslíku byla počítána jako průměrná spotřeba za zvolené období.

Pro kalkulaci nákladů byl zvolen odlitek válce motoru. Odlitek by formován do jednotné bentonitové směsi. Náklady na formovací směs byly kalkulovány ve výši 200 Kč/t. Jedná se rovněž o materiálové náklady spotřebované na přísady k ožívání formovací směsi.

K výrobě jader se používají tři jádrové směsi. V případě BT směsi byla použita jako náklad cena směsi, za kterou je tato nakupována. Pro CT směs a RF směs byla vypočtena kalkulace na základě skutečně spotřebovaných surovin pro výrobu uvedených směsí.

Náklady na materiál v odlitku byly vypočteny na základě skutečné hmotnosti odlitku (142,3 kg), využití tekutého kovu 77% (hrubá hmotnost 184,16 kg), hmotnosti kovu v pánvi 1150 kg. Zbytek kovu v pánvi po odlití, zjištěný výpočtem, činil 45 kg. Ztráty kovu oddělováním náliček a vtokové soustavy nebyly počítány, protože se vtoky urážely.

Výkon formovacího pracoviště byl zvolen na základě předpokladu formování 12 forem za směnu. Rozměr rámu činil 900x700x320 mm a 900x700x250 mm. Celkový objem jader činil 22,75 dm³, objem chladítek 0,5 dm³. Měrná hmotnost formovací směsi i jader byla odhadnuta na 1,5 kg/dm³. Ztráty formovací směsi při výrobě jedné formy byly odhadnuty na 45 kg.

Do vtokové soustavy se umísťovat filtr. Nátěr byl použit jen na CT jádro. Spotřeba nátěru byla odhadnuta pro uvedený odlitek a na základě tohoto odhadu se počítala spotřeba nátěru na jednotku s přihlédnutím k tloušťce nátěru. Počítalo se se spotřebou 0,02 kg nátěru na dm³. V uvedené spotřebě jsou již zahrnuty i ztráty nátěrové hmoty při natírání a při manipulaci.

Spotřeba tryskacího materiálu se počítala z odhadnuté spotřeby broků za jednotku času tryskání a z předepsaného počtu tryskání. Na broušení se používaly tři druhy stopkových brusných kotoučů. Byla odhadnuta spotřeba jednotlivých brusných kotoučů na broušení jednoho odlitku.

Náklady na zavařování a řezání kyslíko-acetylenovým plamenem byly nulové, protože tyto technologické operace se neprovádějí.

Mzdové náklady na formovně byly počítány na základě normovaných časů pro jeden odlitek a profesi. Stejným způsobem byly vypočteny mzdové náklady na čistírenské operace. Mzdové náklady na zkoušení a kontrolu byly vypočteny jako průměrné náklady na jednotku výroby. Mzdové náklady režijních pracovníků ve výrobě nebyly počítány. Mzdové náklady laboratoří a zkušeben byly zahrnuty v nákladech na zkoušení. Náklady na zkoušení byly odhadnuty z celkových měsíčních nákladů zkušeben a laboratoří vztažené na realizovanou výrobu.

Náklady na energii na formovně byly vypočteny na základě celkové spotřeby elektrické energie formovnou se zohledněním výrobního času na jednotku odlitku. Na čistírně se počítalo pouze s energií na pohon tryskačů. Energie na osvětlení byla opět rozpočítána podle výrobního času na jednotku odlitku. Spotřeba stlačeného vzduchu byla na formovně odhadnuta a k výpočtu se použilo opět rozvržení na základě výrobního času na jednotku hmotnosti odlitku. Na čistírně byla spotřeba stlačeného vzduchu rozvržena na základě doby broušení odlitku a průměrné spotřeby stlačeného vzduchu bruskou za jednotku času. Topný plyn se k technologickým účelům nepoužívá.

Kalkulované náklady na uvedený odlitek jsou v **tabulce 6.1**. Podíl materiálových nákladů, mzdových nákladů a nákladů na energie je graficky znázorněn na **obr. 6.1**. Struktura těchto nákladových skupin odpovídá přibližně struktuře nákladů publikovaných v práci [37] pro litinu s lupínkovým grafitem. Kalkulované materiálové náklady na uvedený odlitek jsou na **obr. 6.2**. Na **obr. 6.3** jsou stejné náklady jako na **obr. 6.2** uvedené v procentech z celkových materiálových nákladů. Při použití kritérií uvedených v kapitole 3. lze do skupiny nákladů s velmi vysokou významností (více než 10 % z celkových nákladů) zařadit náklady na materiál v odlitku a na jádrovou směs BT, případně na jádrové směsi. Do skupiny nákladů s vysokou významností (5 až 10% z celkových nákladů) lze zařadit náklady na brusivo. Do skupiny nákladů s malou významností (1 až 5% z celkových nákladů) byly zařazeny náklady na nátěry a na tryskačí materiál. Ostatní náklady uvedené na **obr.6.3** jsou zařazeny do skupiny nevýznamných nákladů. Kalkulované položky u nichž nenabíhaly žádné náklady, nejsou na **obr. 6.3** uvedeny (náklady na kyslík a acetylén, svařování a tepelné zpracování). Oproti **tabulce 3.2** jsou u sledovaného souboru zařazeny mezi velmi významné náklady zařazeny náklady na jádrové směsi. Taká náklady na brusivo jsou zařazeny do skupiny vyšší nákladové významnosti oproti **tabulce 3.2**. Tato skutečnost souvisí s náročností kladenou na vyráběný odlitek.

Spotřeba nátěrové hmoty je určena jen pro tento odlitek. Lze doporučit sledování průměrné spotřeby nátěru na jednotku natírané plochy pro jednotlivé nátěry.

Spotřeba brusiva je dána pro uvažovaný odlitek. Pro jiný odlitek bude nutné ji znovu zjišťovat. Bylo doporučeno provedení statistického sledování spotřeby brusiva vztažené na jednotku broušené plochy nebo doby broušení.

Ve mzdových nákladech jsou zahrnuty pouze mzdy pro jednicové pracovníky. Lze doporučit využít navrženou metodiku se zahrnutím všech pracovníků ve výrobě. Pracovníky OTK zahrnout do čistírny a vytvořit zvláštní nákladovou položku pro TPV . Metalurga kupříkladu mzdově „včlenit“ do laboratoří. Pracovníky, kteří se „přímo“ nepodílejí na výrobním procesu (obchod, ekonom úsek) zahrnout do správní režie.

6.2 Slévárna UNEX a.s. Uničov

Slévárna UNEX a.s. vyrábí ročně cca 12 tis. tun odlitků z oceli a litiny s kuličkovým grafitem. K výrobě tekutého kovu se používají elektrické obloukové pece o hmotnosti tavby 7 až 14 t a elektrické indukční pece s hmotností tavby 4t. Na strojní formovně se formuje do bentonitových a CT vazných směsí. Větší odlitky jsou formovány do furanových směsí. Formovna je vybavena regenerací použité furanové směsi. Regenerace má separační jednotku na chromit. Slévárna je budována převážně na malosériovou a kusovou výrobu těžších odlitků do hmotnosti 20 t.

Ke sledování byl navržen odlitek č.m.-KE 022 z oceli o surové hmotnosti 88,03 kg. Hrubá hmotnost činila 30,73 kg s využitím tekutého kovu 35 %.

Odlitek byl formován na formovací lince do rámců o rozměru 700x700x250 mm s použitím modelové výplňové formovací směsi. Ve formě byl jeden kus odlitku. Objem modelové formovací směsi byl odhadnut, výplňové vypočten. Forma neobsahovala žádná jádra. Ztráty formovací směsi při formování byly odhadnuty na 5 kg na formu. Kalkulace materiálových nákladů na modelovou formovací směs činila 850 Kč/t (na výplňovou 25 Kč/t). Při formování nebyly použity chladítka, obklady nálitků ani nátěry.

Spotřeba tryskacího materiálu byla vypočtena podle údajů operativní evidence na 5,7 kg za hodinu tryskání. Mezi tryskáním z „písku“ a následujícím tryskáním nebyl ve spotřebě tryskacího materiálu činěn rozdíl. Spotřeba tryskacího materiálu byla stanovena z předepsané doby tryskání, počtu tryskání a odhadnutého počtu odlitků v tryskači pro jedno tryskání.

Broušení i dobrušování se provádělo na kyvadlových bruskách. Byla vypočtena životnost brousícího kotouče v hodinách a obroušená plocha za hodiny. Z těchto údajů byla vypočtena spotřeba brusiva na jednotku broušené plochy.

Spotřeba svařovacích elektrod vycházela z normované spotřeby na odlitek. Spotřeba kyslíku a acetylenu byla vypočtena ze „štitkových“ hodnot hořáků a z doby nutné na uříznutí nálitku o jednotkové ploše.

Náklady na tepelné zpracování jsou kalkulovány v nákladech na energii.

Mzdové náklady na formovně byly stanoveny na základě odpracovaných hodin výrobních dělníků na směně a jejich průměrné mzdy za směnu (dvacetina měsíční mzdy). Mzdové náklady režijních dělníků na směně a techniků byly vypočteny podle odpracovaných hodin režijních dělníků a techniků nezbytných pro provoz pracoviště a průměrné měsíční mzdy. Mzdové náklady byly pak vztaženy na jeden vyrobený odlitek na základě výkonu linky. Tento postup zohledňuje vliv sortimentu na mzdové náklady.

Mzdové náklady na čistírně byly stanoveny na základě „normominut“ předepsaných pro jednotlivé operace a průměrné hodinové mzdy příslušných profesí. Jednalo se o operace tryskání, upalování nálitků a vtoků, apretace a tepelné zpracování.

Náklady na zkoušení byly počítány ve dvou variantách. V první variantě se počítalo s celkovými náklady laboratoří a zkušeben se zohledněním měsíční výroby a vlivu sortimentu na měsíční výrobu.

Náklady na elektrickou energii jsou vypočteny z průměrné měsíční spotřeby elektrické energie na formovně (včetně regenerace formovacích hmot a přípravy bentonitových směsí) a na čistírně vztažené na měsíční výrobu. Takto stanovený příkon 300 kW režijní energie je rozdělen na 150 kW pro formovny a 150 kW pro čistírny. Z 670 kW technologické energie je započítáno do spotřeby čistírny 300 kW. Na formovnu se technologická energie nepočítá.

Vliv hmotnosti sortimentu vyráběných odlitků je v propočtu zahrnut. Podobně jsou kalkulovány náklady na stlačený vzduch. Vychází se z průměrné spotřeby stlačeného vzduchu na výrobu jednoho kilogramu odlitku. Vliv hmotnosti sortimentu vyráběných odlitků v tomto případě není zohledněn. Obdobným způsobem jako kalkulace stlačeného vzduchu jsou kalkulovány náklady na plyn. Vychází se opět z průměrné spotřeby plynu na výrobu kilogramu odlitku. Předpokládá se, že spotřeba plynu závisí zejména na režimu tepelného zpracování odlitků. Ostatní spotřebiče plynu jsou méně významné.

Kalkulované náklady na uvedený odlitek č.m. KE 022 jsou v **tabulce 6.2**. Podíl materiálových nákladů, mzdových nákladů a nákladů na energii je graficky znázorněn na

obr. 6.4. Struktura těchto nákladových skupin neodpovídá zcela struktuře nákladů publikovaných v práci [37] pro odlitky z oceli. Menší podíl materiálových nákladů na celkových kalkulovaných nákladech může být způsoben zahrnutím režijních mezd do kalkulovaných nákladů. Tím se pak mění i poměr mezi náklady na energii a mzdovými náklady. Kalkulované materiálové náklady na uvedený odlitek jsou na **obr. 6.5**. Na **obr. 6.6** jsou stejné náklady jako na **obr. 6.5** uvedené v procentech z celkových materiálových nákladů. Při použití kritérií uvedených v kapitole 3. lze do skupiny nákladů s velmi vysokou významností (více než 10 % z celkových nákladů) zařadit náklady na materiál v odlitku. Do skupiny významných nákladů lze zařadit náklady na kyslík a acetylén. Ostatní položky uvedené v grafu na **obr. 6.6** je možné zařadit do skupiny málo významných položek.

Ostatní nákladové položky uvedené v **tabulce 3.2** se při výrobě uvedeného odlitku nevyskytovaly.

Rozdělení nákladů podle významnosti jak je uvedeno v **tab.3.2** se poněkud liší od skutečnosti u sledovaného odlitku. Rozdíl u položky náklady na formovací směs je způsoben charakterem vyráběného odlitku. Jednalo se o bezjádrové formování. Tato skutečnost ovlivnila také náklady na jádrovou směs. Při formování odlitku nebyly použity chladítka, obklady nálitků, filtry (cedítka) a nátěry.

Na základě provedených výpočtů a měření lze doporučit kalkulaci mzdových nákladů a energie více přiblížit metodice uvedené v kapitole 5.

6.3. Slévárna oceli v a.s. METAZ Týnec n. Sázavou

Slévárna oceli a.s. METAZ v Týnci nad Sázavou produkuje ročně cca 2000 t odlitků o hmotnosti nejčastěji několik desítek kg. Slévárna může odlévat odlitky až do hmotnosti 1t. Tekutý kov je připravován v elektrických indukčních pecích. Formuje se na strojích Foromat do bentonitových formovacích směsí. Část výroby se formuje ručně a používají se také ST směsi.

Ke sledování nákladů byl navržen odlitek držáku převodovky č.m. 080. Forma byla vyráběna na střešacích formovacích strojích s dolisováním. Hrubá hmotnost odlitku činila 7,3 kg, surová 13,55 kg, využití tekutého kovu bylo 35%. Skutečná hmotnost kovu v pánvi činila 1 700 kg, zbytek po odlití byl odhadnut na 50 kg.

Odlitky byly formovány do modelové a výplňové bentonitové formovací směsi. Rámy měly rozměr 600x600 mm, spodní rám měl výšku 150 mm, horní 200 mm. Ve formě byly 4 odlitky. Výkon formovny, za předpokladu, že by se na všech strojích formoval pouze uvažovaný odlitek byl odhadnut na 53 forem za směnu.

Formovací směs se připravovala v přípravně formovacích směsí vybavených kolovými mísiči. V kalkulaci nákladů formovacích směsí byly zahrnuty suroviny požívané k výrobě směsi, energie na pohon mísiče, energie na sušení písku a mzda výrobních dělníků. Náklady na modelovou a výplňovou formovací směs se lišily v použitých surovinách na výrobu směsi. Kalkulace na výplňovou směs činila 262,8 Kč/t (na modelovou 1300 Kč/t). Ve formě nebyla jádra ani hladítka. Také nátěry nebyly použity.

Spotřeba tryskacího materiálu byla kalkulována na základě spotřeby broků na jednotku času práce tryskače. V čistírně se používají dva typy tryskačů a to PTB 5 a BTB3. První typ je používán pro tryskání odlitků z písku, druhý po tepelném zpracování. Náklady jsou kalkulovány na základě předepsané doby tryskání a počty tryskání odlitků z písku a po tepelném zpracování.

K broušení odlitků jsou používány dva typy brusných kotoučů. Pro broušení ploch po nálitcích a vtocích je používána kyvadlová bruska s kotoučem o životnosti 96 hodin. K dobrušování jsou používány ruční brusky s životností kotouče 8 hodin. Kalkulace nákladů na brusivo vychází z průměrné doby broušení a dobrušování jednotky broušené plochy, z životnosti brusného kotouče a ze skutečně broušené plochy na zvoleném odlitku. U sledovaného odlitku se povrch nedobrušuje a v nákladech jsou kalkulovány pouze náklady na broušení na kyvadlových bruskách.

Kalkulace na svařovací elektrody vychází z průměrného počtu spotřebovaných elektrod na jeden odlitek.

Spotřeba kyslíku a acetylénu vychází z měrné spotřeby uvedených plynů za jednotku času uvedenou výrobcem hořáku a z průměrné doby potřebné na uříznutí nálitku o jednotkové ploše řezu. Doba řezu nálitku o známé ploše řezu sdělil pracovník čistírny (palič). Jeho údaj byl kontrolován měřením času mezi sdělenou a naměřenou dobou. Shoda byla velmi dobrá.

Odlitky jsou tepelně zpracovávány v elektrických žíhacích pecích. Hlavní položku tepelného zpracování tvoří náklady na elektrickou energii. Na náklady na tepelné zpracování má dále vliv vytížení pece vsázkou. Vliv vytížení žíhací pece roste s využitím energie na žíhání. V sledovaném případě bylo průměrné využití elektrické energie na tepelné zpracování nižší než 20%.

Náklady na zkoušení byly vypočteny z průměrných měsíčních nákladů na laboratoře a zkušebny a z měsíční produkce slévárny. Do měsíční produkce slévárny byl zahrnut vliv sledovaného odlitku na produkci pomocí průměrné výrobnosti slévárny a výrobnosti slévárny v případě sledovaného odlitku.

Mzdové náklady na formovně jsou vypočteny z nákladů na mzdy výrobních a nevýrobních dělníků, kteří se na výrobě podílejí po dobu jedné směny. Ve mzdových nákladech nejsou zahrnuty mzdy techniků a dělníků podílejících se na přípravě výroby. Mzdové náklady na čistírnu jsou vypočteny na základě „normominut“ pro jednotlivé operace a průměrné hodinové mzdy jednotlivých profesí.

Kalkulace nákladů na elektrickou energii vychází z instalovaného výkonu všech spotřebičů s výkonem větším než 2kW a z odhadnuté doby provozu nutného k výrobě uvedeného odlitku. Takto se vypočte spotřeba energie bezprostředně související s výrobou odlitku. Od spotřeby vykazované na formovnu i čistírnu se uvedená elektrická práce odečte. Zbývající elektrické „práce“ se rozdělí rovnoměrně na jednotlivá pracoviště. Tím se získá závislost spotřeby elektrické energie na konkrétním odlitku charakterizovaném zejména potenciální výrobností pracoviště pro uvedený odlitek.

Pro kalkulaci nákladů na stlačený vzduch byl k dispozici údaj o celkové spotřebě stačeného vzduchu na slévárně za směnu. Tento údaj byl vztažen na výrobnost slévárny za předpokladu, že je vyráběn na všech pracovištích pouze sledovaný odlitek. Spotřeba plynu byla kalkulována na sušení písku a žíhání pánví.

Kalkulované náklady na uvedený odlitek č.m. 080 jsou v **tabulce 6.3**. Podíl materiálových nákladů, mzdových nákladů a nákladů na energie je graficky znázorněn na **obr. 6.7**. Struktura těchto nákladových skupin odpovídá přibližně struktuře nákladů publikovaných v práci [37] pro odlitky z oceli. Kalkulované materiálové náklady na uvedený odlitek jsou na **obr. 6.8**. Na **obr. 6.9** jsou stejné náklady jako na obr. 6.8 uvedené v procentech z celkových materiálových nákladů. Při použití kritérií uvedených v kapitole 3. lze do skupiny nákladů s velmi vysokou významností (více než 10 % z celkových nákladů) zařadit náklady na materiál v odlitku. Do skupiny významných nákladů lze zařadit náklady na formovací směs a náklady na zkoušení. Ostatní položky uvedené v grafu na **obr. 6.9** je

možné zařadit do skupiny málo významných položek, náklady na kyslík a acetylén do skupiny nevýznamných nákladů.

Ostatní nákladové položky uvedené v **tabulce 3.2** se při výrobě uvedeného odlitku nevyskytovaly.

Rozdělení nákladů podle významnosti jak je uvedeno v **tab.3.2** se poněkud liší od skutečnosti u sledovaného odlitku. Jednalo se bezjádrové formování. Tato skutečnost ovlivnila také náklady na jádrovou směs. Při formování odlitku nebyly použity chladítka, obklady nálitků, filtry (cedítka) a nátěry.

Následně jsme provedli shrnutí závěrů získaných při provozním ověřování modelu, který byl naprogramován v notebooku ve třech spolupracujících slévárnách.

6.4 Shrnutí zkušeností po ověření modelu ve třech slévárnách

Nejprve se věnujeme závěrům ke tvorbě nákladového modelu.

6.4.1 Závěry k vlastnímu nákladovému modelu

Při použití modelu k výpočtu nákladů byly přijaty následující závěry:

1. Ve všech spolupracujících slévárnách je možné a účelné kalkulovat náklady na výrobu tekutého kovu jednotlivých materiálů. Do těchto kalkulací lze zahrnout všechny náklady na materiál, mzdy a energie. Tyto kalkulace mohou pak vstupovat do modelu jako „ceny“. Stejně kalkulace je možné učinit na výrobu jednotlivých formovacích a jádrových směsí (se zahrnutím materiálu mezd a energii) . Do této skupiny lze zahrnout také náklady na regeneraci formovacích hmot a jejich dopravu až na formovnu. Kalkulační jednicí je pak tuna vyráběné směsi. Totéž je možné použít pro jednotlivé postupy tepelného zpracování, kde kalkulační jednicí může být celý cyklus tepelného zpracování. Náklad na tepelné zpracování v tomto případě bude záležet na využití žíhací pece dané hmotností odlitků zpracovávaných jedním cyklem tepelného režimu. Významnost využití pece poroste s klesající činností pochodu vyjádřenou poměrem energie potřebné teoreticky ku skutečně naměřené.

2. Při použití modelu v praxi se výsledky sledování dostatečně shodovaly se závěry 3.kapitoly práce o výběru významných položek ku kalkulacím. V žádném případě nevznikla potřeba počet vybraných položek rozšířit. Nezávisle proměnné kalkulované položky požadované modelem bylo možné ve slévárnách zjistit. Z dosavadních zkušeností je možné sestavit soubor potřebných konstant během krátké doby.

3. Při kalkulaci nákladů na odlitek je výhodné používat položku materiál v odlitku. Tím opadnou dobropisy na vratný materiál.

4. V případě kalkulace materiálových nákladů na formovně je výhodou modelu přesná spotřeba formovacích materiálů, nátěrů, obkladů nálitků, filtrů aj. slévárenských polotovarů.

5. Pro kalkulaci nákladů na energii lze doporučit provedení propočtu spotřeby odebrané elektrické energie pro jednotlivé spotřebiče podle instalovaného výkonu a

doby jeho provozu pro vyráběný odlitek. Součet takto vypočtených odběrů pak odečíst od celkové spotřeby příslušné dílny. „Zbytek“ následně rozpočíst jako režijní energii.

6. Model nepočítá s náklady na zmetky. Tuto část modelu je nutné před provozním použitím doplnit.

7. Hlavní výhodou modelu je matematické propojení jednotlivých položek. Změna jedné položky se promítá pomocí vztahů uvedených v 5. kapitole do nákladů na ostatní položky. Tato vlastnost modelu byla využívána při jeho ověřování zejména k ocenění významnosti změny (přesnosti stanovení) jednotlivých položek tak, že byly vypočteny celkové náklady pro minimální a maximální očekávanou hodnotu položky a porovnány takto získané náklady.

8. Dosavadní zkušenosti vedou k doporučení využít navrženou metodiku kalkulace nákladů na odlitek (kalkulační systém) k rozpracování a následujícímu provoznímu ověření. Model bude verifikován teprve porovnáním standardních (plánovaných, normovaných) a skutečných nákladů na odlitek. Porovnání plánované nákladovosti a skutečných nákladů přinese také hlavní efekt navrženého kalkulačního systému. Využití modelu praxí je však mnohem širší oproti úvodu této kapitoly.

6.4.2 Získané výsledky k přesnosti dat

Druhým neméně významným výsledkem ověření modelů ve třech slévárnách byl návrh vedoucí ke zvýšení přesnosti zjišťovaných dat.

Výsledky tohoto „zprecnění“ sledovaných veličin jsou shrnuty v **Tab. 6-1**. Stanovené náklady získané na základě sledovaných veličin byly schematicky zařazeny podle stupně přesnosti jejich stanovení do tří skupin (A, B, C) -viz sloupce 6, 7 a 8 **tabulky 6-1**.

Skupina A zahrnuje náklady stanovené způsobem „přímým“ tedy vážením nebo měřením příslušné veličiny. Je tedy zřejmé, že náklady v této skupině jsou stanoveny nejprecněji.

Skupina B zahrnuje náklady stanovené s využitím rozvrhové základny nebo vztažné veličiny. Mnohdy je stanovení tohoto nákladu kombinováno s využitím měřené veličiny, kupříkladu času. Stupeň přesnosti je tedy nižší oproti skupině A.

Nejméně přesné jsou náklady uvedené ve skupině C. Jejich stanovení mnohdy vychází dokonce z ročních výsledků. Získaný ukazatel má pak doslovně informativní charakter.

Shrneme-li návrh zprecnění vstupních dat, které přinesla práce řešitelského kolektivu v zainteresovaných slévárnách docházíme k následujícím závěrům pro operativní sledování (viz **Tab.6-1**):

- a) Tekutý kov a spotřeba formovacích a jádrových směsí je možné stanovit některou z variant vážení nebo měření spotřeby dle času
- b) náklady na obklady – dle skutečného počtu
- c) izolační zásypy – dle skutečného počtu pytlů pro všechny formy
- d) nátěry – je možné stanovit vážením spotřebované množství
- e) tryskáci materiál – lze sledovat spotřebou broků podle času tryskání odlitek (Jeví se, že spotřeba broků je úměrná času tryskání)
- f) brusivo – lze zjišťovat podle skutečně spotřebovaných kotoučů
- g) svařovací elektrody – podle skutečného počtu použitých elektrod
- h) kyslík a acetylen na opravu odlitek – podle času a “štítkových” údajů na hořáku

- i) mzdy jednicových pracovníků - lze stanovit pro sledovanou výrobu odlitku v rámci příslušné směny dle skutečného stavu těchto pracovníků (jejich mzda bude stanovována podle pravidel příslušné slévárny)
- j) mzdy režijních pracovníků - lze stanovit pro sledovanou výrobu odlitku v rámci příslušné směny *také dle skutečného stavu těchto pracovníků*
- k) mzdy technickohospodářských pracovníků – lze stanovit pro sledovanou výrobu odlitku v rámci příslušné směny *také dle skutečného stavu těchto pracovníků*
- l) mzdy ostatních pracovníků podílejících se na výrobě ve slévárně (např. konstruktérů a technologů) je vhodné také zařadit do kalkulovaných nákladů.
- m) tepelné zpracování kalkulovat dle použitého režimu tepelného zpracování jako „cenu“ nakupovanou jako např. tekutý kov,
- n) spotřebu energií (stlačený vzduch, el.energie a zemní plyn) pro další fázi řešení (PROJEKT IV) bude nutné analyzovat možnosti přímého stanovení a měření energie v návaznosti na technologický tok výroby odlitku a navrhnout nový (přesnější) způsob stanovování těchto nákladů.

Tyto návrhy na zpřesnění vstupních dat byly následně potvrzeny druhým provozním sledováním.

Pro další představu o využití vyvíjeného nákladového modelu v provozní praxi a zaměření dalších prací jsme registrovali názory spolupracujících sléváren.

7. POSOUZENÍ MOŽNOSTÍ VYUŽITÍ NÁKLADOVÉHO MODELU SPOLUPRACUJÍCÍMI SLÉVÁRNAMI

7.1 METAZ Týnec nad Sázavou

Nákladový model se předpokládá využít, nejdříve ke kontrole nákladů zjištěných dle kalkulace z dosud používaného kalkulačního vzorce v METAZU Týnec. Dosud provedené namátkové porovnání nákladů vykazalo překvapivou shodu.

Předpokládá se, že nákladový model najde v METAZU svoje uplatnění. Jako první úkol je jeho plné zvládnutí. Očekáváme, že bude využít zejména v oblasti jednání se zákazníkem pro stanovení co nejpřesnější ceny.

7.2 Přínosy řešení projektu III pro slévárnu ČKD Motory, a.s.

Přínosů řešení PROJEKTU III lze identifikovat hned několik.

1. Lze specifikovat, jako uvědomění potřeby soustavného sledování předem určených, měřitelných nákladových položek, které významně ovlivňují nákladovost jednotlivých odlitků výrobního sortimentu slévárny a tím nákladovost celé slévárny.
2. Souvisí s potřebou zkvalitnit kalkulační vzorec, za účelem přesnějšího stanovení nákladů výroby a tím vytvořit podmínky pro kvalifikované cenové rozhodování v rámci podnikové obchodní strategie.
3. Vytváří předpoklady pro motivaci pracovníků (jak dělníků tak techniků) na základě objektivních podkladů, které lze plánovat, porovnávat a vyhodnocovat.

Zakomponování poznatků získaných při práci na projektu III bude v podmínkách ČKD Motory, a.s. postupné a zřejmě dlouhodobé.

Prvním krokem bude přehodnocení položek variabilních nákladů. Ty musí být nutně rozšířeny o nákladové položky související s výrobou jader, forem a závěrečnými operacemi na odlitcích v cídírně. Složitější situace nastane s vytvořením použitelného modelu pro rozpočítání energií (elektrická energie, plyn a tlakový vzduch) do nákladů odlitků, což souvisí s komplikovanou strukturou toku materiálů a energií pro různé typy odlitků na slévárně.

Druhým krokem, který se bude realizovat paralelně s prvním, bude vytvoření nového, zpřesněného kalkulačního vzorce, který najde uplatnění nejenom při stanovení nákladů na výrobu odlitků, ale který umožní jak naplánování výrobní kapacity slévárny, tak materiálových a energetických nákladů pro vybrané období.

Třetím krokem bude pro zavedení do praktického života nejobtížněji realizovatelný, i když nejvíce souvisí se zadáním projektu III. Jedná se o možnost kontinuálního porovnávání souladu předepsaných hodnot spotřeby a skutečné spotřeby (ať již „normohodin“ tak i materiálové a energetické spotřeby). Tento krok bude spojen s potřebou vybudování kontrolních mechanismů, které na slévárně nejsou, a jejichž realizace bude vyžadovat nejen čas, ale i nemalé finanční prostředky. Vzhledem k neocenitelné hodnotě takto získaných informací pro technický controlling lze s určitostí předpokládat realizaci tohoto kroku v průběhu roku 2003.

7.3 Slévárna UNEX Uničov

Projekt ve své skladbě ukazuje na rozhodující náklady při výrobě odlitků. Při zpracování podkladů a zamýšlení se nad jednotlivými náklady vyplynulo, že některé rozhodující náklady jako brusivo, kyslík a acetylen, vzduch, tryskácké broky, uhlíkové elektrody a svařovací elektrody jsou zahrnuty do oblasti výrobních režii. Směsi forem a jader jsou normovány, ale jejich stanovení je odhadem při použití podobnosti z minulosti.

Projekt ukazuje, že zatím co tekutý kov byl i v minulosti dobře definován a znormován, tak náklady k jednotlivým odlitkům na formovně a hlavně na čistírně jsou pomalu „černou skříňkou“. Spotřebované náklady se zjistí až při měsíčních uzávěrkách, a ve „šťastnějším případě“ při týdenních inventurách materiálu. Pak zjištěný rozdíl je buď ziskem nebo ztrátou závodu.

Mezi jednoznačně nejlépe známou oblastí jsou mzdy jednicových pracovníků. Ale mzdy obslužných a řídicích pracovníků jsou zatím zahrnuty v režii pracoviště. Tím dochází ke zkreslování kalkulací pro ceny.

Vyjdeme-li z předpokladu, že výrobní režie při stávajícím způsobu kalkulace nákladů dosahuje 40 až 60 % z „nákladové“ ceny odlitku, potom každá výrazná odchylka ve spotřebě se neprojeví v kalkulacích a následně v cenách. Odlitek s nízkou úrovní nákladů na čistírně se jeví jako drahý a může být z portfolia výroby vytlačován, zatímco odlitek s vysokým stupněm oprav je ve skutečnosti levnější než v kalkulaci. Tyto stavy vedou k tomu, že vedení závodu a obchodníci mohou nesprávně stanovit priority výroby jednotlivých odlitků na základě nepřesných informací ze stávajících kalkulací. Toto se snaží jednotlivé slévárny eliminovat jinými metodami „pohledu“ na cenu odlitků např. pomocí krycích příspěvků.

Kromě zjištění nákladů na jednotlivý odlitek lze model velmi úspěšně použít při zpracování plánů nákladů. Zpracují-li se dle nákladového modelu rozhodující představitelé

pro dané technologie, lze při definování plánovaného objemu výroby dle technologií vypočítat jak přibližnou spotřebu materiálu a energií, tak i spotřebu času výrobních dělníků. A následně vyhodnocovat odchylky proti plánovanému stavu.

Další možností využití je kontrola zda změna technologie na formovně na „cenově dražší“ ušetří náklady na čistírnu a dojde celkově k pozitivnímu efektu. Dosud řeší technolog možnosti záměn technologií pouze z hlediska kvality a ekonomika je druhotnou záležitostí.

Určitým úskalím projektu je nízká vybavenost sléváren měřícími nástroji kupříkladu váhami. Kupříkladu zjištění hmotností formovací směsí lze realizovat jen v jednotlivých případech. Dále spotřeby jednotlivých energie jsou obvykle měřeny za celou slévárnu a na jednotlivá pracoviště účtována klíčem z minulosti .

Celkově lze projekt hodnotit pozitivně. Dává nástin možných oblastí pro zpřesnění kalkulací cen odlitků definováním některých rozhodujících položek, které by měli být v kalkulacích samostatnou položkou a ne součástí výrobních režii. Cílem by mělo být snížení objemu výrobních režii pod 30 % z nákladové ceny odlitku. Tento cíl je reálný, ale při současném stavu vybavení sléváren obtížně dosažitelný.

Na základě těchto zjištění bylo možné se pokusit definovat nástin možného využití vyvíjeného modelu v praxi.

8. PŘEDPOKLÁDANÉ POUŽITÍ MODELU KALKULAČNÍHO SYSTÉMU VE SLÉVÁRNÁCH

Při rozpracování nákladového modelu byly konstatovány následující možnosti jeho použití.

1. Kalkulace nákladů na odlitek pro porovnání nákladů s nabízenou cenou.
2. Využití kalkulovaných nákladů pro strategické záměry slévárny, plánování výše zisku, stanovení bodu zvratu apod.
3. Využití kalkulačního vzorce pro rozbor nákladů na jednotlivé operace, stanovení podmínek pro možné snížení nákladů.
4. Využití kalkulačního vzorce pro porovnání používané slévárenské technologie, např. použití cedítek, exoobkladů, formovacích materiálů.
5. Porovnání nákladů na vybraný odlitek vyráběný na různých pracovištích.
6. Využití modelu pro motivaci jednicových, režijních a technických pracovníků.
7. Použití kalkulačního vzorce pro výpočet návratnosti a efektivnosti plánovaných investičních akcí.
8. Porovnání standardních nákladů se skutečnými za časové období (směnu) k rozboru ztrát ve výrobě. Kontrola dodržování předepsané technologie na jednotlivých operacích. Denní rozbor ve výrobě.
9. Využití pro zpřesnění plánu spotřeby materiálů a surovin potřebných na zajištění výroby, snížení předzásobení.
10. Využití výsledků pro zaměření výroby na sortiment, který je ekonomicky pro podnik nejvýhodnější. Formulace požadavků na tento sortiment pro obchodní úsek. Zrušení výroby ekonomicky nevyhovujícího sortimentu a zavedení nového.

Z hlediska okamžitého efektu na optimalizaci nákladů se považuje za rozhodující operativní porovnání skutečných nákladů se standardními za krátké časové období (směnu), které se použije k rozboru ztrát ve výrobě. Uvedené opatření je současně opatřením motivačním.

8.1 Provozní aplikace vyvíjeného modelu pro operativní sledování nákladů v našich slévárnách

Pro provozní aplikace modelu operativního sledování nákladů na výrobu odlitků se vychází z dosud získaných zkušeností s použitím modelů v oblasti řízení nákladů na výrobu tekutého kovu. U zavedených modelů v oblasti výroby tekutého kovu je možné mluvit o řízení nákladů pomocí výše uvedených principů. Během několikaletého používání tohoto modelu byly získány rozsáhlé provozní zkušenosti.

Příklad použití řízení nákladů při výrobě tekutého kovu:

Po ukončení příslušné tavby na tavicím agregátu (EOP, KK, TM pece, IP a pod.) nebo zařízení sekundární metalurgie (LF, DH, VD, VOD a pod.) je proveden :

- a) výpočet neúplných vlastních nákladů proběhlé tavby (kupříkladu 5 500 Kč/t)
- b) takto zjištěné náklady jsou porovnány s náklady standardními (tedy náklady, které by byly dosaženy při standardním průběhu tavby) – kupříkladu 5 000 Kč/t
- c) výpočet odchylky (skutečných nákladů od nákladů standardních) – v našem příkladě nákladové překročení ve výši 500 Kč/t
- d) tato odchylka je poté analyzována (rozložena) na prvotní vlivy (příčiny), které ji způsobily. Ve sledovaném případě to pro podmínky tavení v obloukové peci mohou být kupříkladu:

+120Kč/t – odlišná skladba základní vsázky (zvýšení nákladů)
 +50 Kč/t – odlišná hmotnost základní vsázky
 +130 Kč/t – prostoj během tavby
 - 140 Kč/t – odlišné pracovní režimy (nákladová úspora - příznivý vliv)
 +240 Kč/t - odlišná (vyšší) tavicí předváha, atd.

- e) znalost prvotních příčin nákladového překročení (nebo podkročení) umožňuje uvedeným dílčím vlivům v ekonomické formě (Kč/t) přiřadit zpětně jejich technické, technologické, energetické, časové apod. atributy.

Kupříkladu: - odlišná skladba vsázky (+120 Kč/t) byla způsobena :

- překročením průsady šrotu A o 120 kg/t
- podkročením průsady šrotu B o 200 kg/t atd.
- odlišná hmotnost základní vsázky (+ 50 Kč/t) byla způsobena nižší hmotnosti vsázky do EOP o 2 t.
- prostoje během tavby (+130 Kč/t) byly vyvolány :
 - 10 minutovým stáním v údobí natavování z důvodů nutnosti zabránění překročení „nasmlouvaných“ energetických maxim
 - 5 minutovým čekáním na licí jeřáb
- odlišné pracovní režimy (-140 Kč/t) byly způsobeny:
 - zkrácením doby tavby následkem odlišného „vedení“ tavby o 25 min (příznivý vliv)

- zvýšením lící teploty o 10°C oproti teplotě požadované (nepříznivý vliv) a pod.
- odlišná tavící předváha (+240 Kč/t) byla vyvolána jejím zvýšením o 32 kg/t

- f) tím se dostáváme do situace, že známe konkrétní technické, technologické, energetické, časové a jiné faktory u dané tavby, které přímo způsobily zvýšení (nebo snížení) nákladů u právě ukončené tavby.
- g) znalost těchto informací při výrobě tekuté fáze využíváme pro:
- rozbor výsledků ukončené tavby s osádkou, jehož cílem je, aby osádka u následující tavby (taveb) postupovala tak (v rámci možnosti, které má), aby výsledek byl ekonomicky příznivější.
 - informovanost řídicích pracovníků na všech stupních řízení jak přímo v ocelárně (tavírně) tak i v obslužných střediscích (příprava vsázky, doprava, energetika, údržba a pod.) tak i ve štábních útvech (útvár metalurgie, technologie a pod) o příčinách majících za následek nákladové zvýšení vyráběné tekuté fáze. Cílem je, aby odpovědní pracovníci těchto středisek a útvarů řešili technické, technologické, metalurgické apod. problémy, které přesahují možnosti a pravomoci pecních osádek.
- h) uvedený systém, který vychází z „poučení“ z analyzovaných ekonomických výsledků tavby ukončené pro tavby následující, je velkým přínosem pro současnou praxi výroby oceli a litiny. Má nebo bude mít (tam, kde se teprve zavádí nebo bude zaveden) za následek významné zvýšení ekonomické efektivity vyráběné oceli (litiny).

Podobné jsou tedy i záměry v řízení nákladů výroby odlitků ve slévárně:

Pro řízení nákladů se tedy ve slévárnách použije podobná metoda. Jako základ je navrženo sledování nákladů (s pomocí modelu vyvíjeného v této práci) výroby jednoho (nebo více odlitků), které jsou vyrobeny za jednu směnu (nebo její část).

Metoda bude zahrnovat:

- 1) Stanovení skutečných neúplných vlastních nákladů výroby (současná práce v rámci projektu III)
- 2) Tyto skutečné neúplné vlastní náklady budou porovnány se standardními náklady (plánovými, normovanými) pro stejný odlitek (odlitky) a stejnou dobu (pracovní směnu). Dosud nebylo řešeno.
- 3) Stanovit nákladovou odchylku (rozdíl plánových a operativních nákladů).
- 4) Zjištěnou nákladovou odchylku následně analyzovat, stanovit technické, technologické, organizační a jiné příčiny jejího vzniku.
- 5) Znalost analýzy následně využít (podobně jako u tekuté fáze) pro rozbor výsledků práce s pracovníky slévárny na všech úrovních řízení.

Po-té jsme mohli přistoupit k navržení dalšího postupu při vývoji modelu a jeho zavedení do provozní praxe.

9. NÁVRH DALŠÍHO POSTUPU V ŘEŠENÍ OPERATIVNÍHO SLEDOVÁNÍ NÁKLADŮ V NAŠICH SLÉVÁRNÁCH

Návrh dalšího postupu vychází ze stavu rozpracovanosti problematiky operativního sledování nákladů.

První oblastí tedy je *zvýšení přesnosti některých položek nákladového modelu*. Jedná se zejména o náklady na velice významnou skupinu energetických médií.

Další oblastí je *rozpracování využití nákladového modelu podle výrobních fází*. Jedná se v návaznosti na existující komplexní nákladový model o jeho přetransformování pro využití relativně uzavřených pracovních kolektivů kupříkladu formovny, jaderny, čistírny, úpravny odlitků apod. Tato úprava bude již využitelná ke stanovení operativních (skutečných) nákladů daného odlitku (počtu odlitků) během sledované směny.

Samozřejmě, že skutečně stanovený náklad musí být doplněn o jeho plánovou (standardní) hodnotu, což by mělo být také náplní další etapy prací.

Pro vytipované fáze výroby (formovna, jaderna, čistírna apod.) bude muset být poté dopracována analýza zjištěné nákladové odchylky.

Jako za samozřejmé považujeme, že s výsledky práce PROJEKTU III bude asi formou semináře seznámena odborná slévárenská veřejnost. Tím budou názory a zjištěné závěry uvedené v PROJEKTU III konfrontovány se stanovisky slévárenských odborníků České republiky.

Dále předpokládáme, že získaných výsledků může být využito i v jiných odborných komisích ČSS pro inspiraci a korekci jejich závěrů.

10. SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ A ZÁVĚR

V předložené studii – pracovně označované PROJEKT III – se v úvodní části vyvozuje nezbytnost systémového snižování (řízení spotřeby) nákladů vyráběného odlitku. V další části se shrnuje současný stav v našich slévárnách v oblasti sledování nákladů. Vyvozuje se nutnost průběžného (operativního) sledování nákladů v našich slévárnách.

Následně se zaměřujeme na výběr nákladových položek k průběžnému sledování nákladů. Vychází se ze dvou prací (PROJEKT I a PROJEKT II), které byly v letech 2000 a 2001 řešeny v rámci studií zadaných ČSS.

K tomu účelu byla vyvinuta metodika, která zjištěné náklady zahrnuje do čtyř skupin podle jejich výše. Kapitola je doplněna analýzou vybraných položek materiálových nákladů na „vnitřních“ a „vnějších“ vlivech.

Výsledkem této poměrně rozsáhlé kapitoly je výběr 11 nákladových položek vhodných k průběžnému sledování nákladů.

Následuje stať, která se zaměřuje na úvodní provozní sledování. Jeho cílem bylo na konkrétních odlitcích ověřit možnost provozního sledování vybraných nákladových položek.

Provozní sledování prokázalo, že běžné sledování vybraných položek je reálné. Na základě toho bylo možné po příznivých výsledcích provozního sledování přistoupit k sestavení kalkulačního modelu. Tento model umožňuje stanovit skutečné náklady vyráběného odlitku (nebo více kusů odlitku) za definované časové období (prakticky směnu nebo její část). V práci jsou uvedeny vztahy stanovení dílčích nákladových jednotek.

Na základě tohoto modelu bylo možné sestavit v tabulkovém procesoru EXCEL v notebooku program výpočtu nákladů vyráběného odlitku. Tento model byl následně v provozních podmínkách tří sléváren při návštěvě řešitelů ověřen.

Provozní ověření naprogramovaného modelu prakticky znamenalo vývoj tří variant modelu. Provozní ověření vedlo mimo jiné jak k zpřesnění jednak vstupních dat použitých pro výpočet tak i k zpřesnění vlastního výpočtu.

Prakticky je možné říci, že náklady na tekutý kov, formovací směsi a pomocné materiály lze vesměs sledovat přímým způsobem (vážením a měřením). U mzdových nákladů

se jeví jako účelné sledovat jak u jednicových pracovníků, tak i u režijních a technickohospodářských pracovníků náklad dle skutečného počtu odpracovaných hodin.

Sestavený model byl následně ve druhém provozním sledování úspěšně ověřen.

V práci se dále uvádí představa o praktickém využití modelu. Jako hlavní využití se jeví průběžné sledování nákladů podle výrobních fází spojené s denní analýzou jejich výše. Dále s uvádí cca deset dalších neméně významných aplikací v našich slévárnách.

V závěru práce se doporučuje v další fázi prací jednak zpřesnit stanovení nákladů na energetická média jednak se zaměřit na praktické rozpracování modelu pro denní průběžné sledování nákladů ve slévárnách.

Práce se řešila s finanční podporou grantové agentury ČR v rámci grantu č. 106/01/1385 a za finanční podpory České slévárenské společnosti.

11. SEZNAM POUŽITÝCH PUBLIKACÍ

- [1] Gorski, R.: Geisserei 85 (1998) č.10, str. 76 až 79.
- [2] Elbel, T.: Benchmarking ve slévárenství. In: Sborník Ekonomické problémy při výrobě odlitků, Brno, 2000 (ISBN 80-238-6109-3)
- [3] Šenberger, J.: Náklady na výrobu odlitků z litiny s kuličkovým grafitem a jejich rezervy. In: Sborník Ekonomické problémy při výrobě odlitků, Brno, 2000 (ISBN 80-238-6109-3)
- [4] Král, Z.: Problematika kvalifikace a zajištění pracovních sil pro slévárny. In: Sborník Ekonomické problémy při výrobě odlitků, Brno, 2000 (ISBN 80-238-6109-3)
- [5] Knirsch, V.: Porovnání různých řídicích systémů ve slévárnách. In: Sborník Ekonomické problémy při výrobě odlitků, Brno, 2000 (ISBN 80-238-6109-3)
- [6] Results Show „Snapshot“ of Casting Industry Cost Structure (Analýza nákladů ve slévárnách). Modern Casting, vol. 92, 2002, No 4, s. 44-46.
- [7] Bauck, H. J.: Nowoczesne strategie organizacji i zarzadzania w odlewniach. Biuletyn Instytutu Odlewnictwa 4/2000.
- [8] Kristoň, F. – Svadbík, M.: Informační systém – základní předpoklad pro zvyšování produktivity slévárenské výroby. Slévárenství, 2001, roč. 49, č. 5-6, s. 336-340.
- [9] Kristoň, F. – Svadbík, M.: Systém OPTI a statistické zpracování informací. Slévárenství, 2000, roč. 48, č. 5-6, s. 298-301.
- [10] Kristoň, F.: Přínosy systému OPTI v rámci řízení slévárenské výroby. Slévárenství, 1999, roč. 47, č. 8-9, s. 499-501.
- [11] Firemní dokumentace k informačnímu systému OPTI, firma NETic CZ, s.r.o.
- [12] Staněk, P.: SLEVARSYS – kapacitní a stimulační funkce, ekonomické přínosy systému. Slévárenství, 2001, roč. 49, č. 5-6, s. 341-343.
- [13] Firemní dokumentace k informačnímu systému SLEVARSYS, firma ZPS-Slávárna, a.s., Evidence a řízení slévárny 2002
- [14] Firemní dokumentace k informačnímu systému CAST info^{WIN}. sd-Software, s.r.o., 2002.
- [15] Sova, P.: Užití informačních systémů ve slévárnách. Slévárenství, 2002, roč. 50, č. 8-9, s. 331-334.
- [16] Sova, P.: Plánování a řízení ve slévárenské výrobě. Slévárenství, 2002, roč. 50, č. 10, s. 407-410.
- [17] Šenberger, J.: Slévárenství 2000, str. 375 až 377.

- [18] Ústní sdělení na schůzce sléváren TATRA Kopřivnice, SaM Nové Ransko, METAZ Týnec nad Sázavou, ČKD Kutná Hora podílejících se na řešení projektu „Porovnání nákladů na výrobu odlitků ze železných kovů“, říjen 2001.
- [19] Elbel, T. – Filip, J.: Jednoduchý model stanovení nákladů odlitků. In: Sborník Ekonomické problémy při výrobě odlitků – II ekonomická konference. Brno - Dolní Věstonice, říjen 2002. (ISBN 80-02-01513-4)
- [20] Dluhošová, D. et al.: Teorie nákladů a kalkulace. Učební texty Ekonomická fakulta VŠB-TU Ostrava, 1997
- [21] Macík, K.: Kalkulace nákladů – základ podnikového controllingu. Montanex, Ostrava, 1999
- [22] Vysušil, J.: Systematické zjišťování kritických bodů. Zpravodaj pro akciové společnosti 9/2001, s. 3 až 4
- [23] Gola, R.: Kalkulace úplných vlastních nákladů nebo pomocí krycího příspěvku? Moderní řízení, č. 4, 2002, s. 72 až 74.
- [24] Šlajs, J.: Ekonomika výroby odlitků ve světě a u nás.
- [25] Buzek, J.: Kalkulacja cen odlewów. Biuletyn Instytutu Odlewnictwa 2/2001.
- [26] Žižka, I. – Szmek, V.: Současný stav využívání nákladového controllingu v podmínkách sléváren Třinec a.s., In: Sborník Ekonomické problémy při výrobě odlitků – II ekonomická konference. Brno - Dolní Věstonice, říjen 2002. (ISBN 80-02-01513-4)
- [27] Kořínek, V.: Nákladové sledování slévárenské výroby a kalkulace ceny odlitku ve společnosti SČA SŠTL a.s. Ústí nad Labem, In: Sborník Ekonomické problémy při výrobě odlitků – II ekonomická konference. Brno - Dolní Věstonice, říjen 2002. (ISBN 80-02-01513-4)
- [28] Bělovský, S.: Ekonomické sledování nákladovosti slévárenské výroby. Slévárenství. Ročník XLV, číslo 2-3, rok 1997.
- [29] Kafka, V. - Bůžek, Z. - Martínek, L. - Fila, P. - Bail, V. - Čamek, L.: Znalost nákladů vyráběné oceli – nezbytná podmínka pro efektivní řízení výroby, sborník "Teorie a praxe výroby a zpracování oceli" s.71-77, dne 5.- 6.4.2000, (ISBN 80-85988-43-7)
- [30] Kafka, V. - Bůžek, Z. - Martínek, L. - Fila, P. - Bail, V. - Čamek, L.: Snižování nákladů jednotlivých taveb – základní předpoklad dosahování vysoké ekonomické efektivity při výrobě oceli, Hutnické listy 4–7, 2000, s.144-150
- [31] Kafka, V. - Bůžek, Z. - Martínek, L. - Fila, P. - Kopecký, L.: Sledování nákladovosti výroby v elektroocelárně ŽĐAS, a.s., sborník "Zkušenosti se zaváděním sekundární metalurgie v elektroocelárně DME – ŽĐAS, a.s." str.17–26, dne 21.-22.3.2000, Žďár nad Sázavou
- [32] Kafka, V. - Bůžek, Z. - Martínek, L. – Bail, V. - Čamek, L.: Průběžné sledování nákladů výroby oceli – jeden z významných předpokladů zajištění efektivity výroby, sborník "METAL 2000, 9. mezinárodní metalurgická konference", str. 33–34, dne 16.–18.5.2000, Ostrava, (ISBN 80-85988-48-8)
- [33] Kafka, V. – Machulda, J. – Polzer, J. – Čáp, M.: Problematika sledování nákladů tekuté fáze vyráběné v kupolových pecích v podmínkách závodu VIADRUS ŽDB a. s. Hutnické listy, č. 6 – 8, ročník LVII, 2002, s. 90 - 97. (ISSN 0018-8069)
- [34] Záruba, P. – Ledvoňová, A. - Zindulka, M. – Matuška, D. – Kafka, V.: Možnosti operativního sledování nákladů při výrobě tekuté fáze ve slévárně NOVÁ HUŤ, a.s. In: 15. Celostátní konference „Výroba a vlastnosti oceli na odlitky a litiny s kuličkovým grafitem“. Žďár nad Sázavou, 26.-28.11. 2001, str. 127-134. (ISBN 80-02-01464-2)
- [35] Kafka, V. - Šenberger, J. - Palán, P. - Hývňar, V. - Szmek, V. - Stonavski, J. - Pacola, D. - Knirsch, V. - Kupka, F. - Reška, R.: Výsledky nákladového porovnání výrobních

- způsobů tavení tekuté fáze pro výrobu odlitků na bázi železa. Slévárenství, 2001, č. 5-6, s. 351-354
- [36] Ledvoňová, A. – Vévodová, J. – Kořínková, V. – Běčák, L. – Záruba, P. – Smolík, M. – Zindulka, M. – Kafka, V.: Využití provozního sledování nákladů odlitků pro jejich operativní řízení. Hutnické listy, č. 6 – 8, ročník LVII, 2002, s. 98 - 101. (ISSN 0018-8069)
- [37] Kafka, V. - Černý, J. – Koutníková, I. – Lána, I. – Lanča, M. – Ledvoňová, A. – Nejedlý, J. – Povolný, M. – Reška, R. – Šenberger, J. – Vepřek, Viznarová, J.: Porovnání nákladů na výrobu odlitků ze železných kovů. Závěrečná zpráva – odborný seminář. Brno, březen 2002 (ISBN 80-02-01486-3)
- [38] Apelian, D. – Dorfmüller, A. – Hitchcock, T.: The Cost-Value Relationship of Metalcasting Technology. Modern Casting. 11/1996
- [39] Carey, P. R. - Kerns, K. J. - Lepianka, P. D. - Hajduk, T. R.: Impact Your Bottom Line with a Computer-Based Economic Model. Modern Casting, 1998, May, Vol. 88
- [40] Dallmer, D. A.: Re-Evaluating Foundry Costs: the Key to Survival. Modern Casting, April/1993
- [41] Schwarz, R. - Bäsecke, W. - Hauschulte, K.: Rechnerunterstützte Konstruktion mit integrierter Kostenprognose. VDI-Z, 1998, Nr. 3/4, s. 28-32
- [42] Berles, M.: Rechnergestützte Planzeitbildung in der Giesserei. Giesserei 86, 1999, Nr. 7, s. 43-47
- [43] Wolf, J.: Prozessoptimierung durch Anwendung von Computermodellen – Möglichkeiten, Grenzen, Perspektiven
- [44] Kafka, V. a kol.: Porovnání nákladů a použitých technologií výroby tekuté fáze železných kovů. Závěrečná zpráva projektu České slévárenské společnosti, prosinec 2000.
- [45] Kafka, V. a kol.: Porovnání nákladů na výrobu odlitků ze železných kovů. Závěrečná zpráva projektu České slévárenské společnosti, prosinec 2001
- [46] Make steel faster and cheaper to keep up with Japanese, Steel Times , June 2000, str.211
- [47] Merta P.: Nákladová kontrola taveb ve slévárně oceli se zaměřením na problematiku ztrát roztaveného kovu, s. 64-68., In sborník II. mezinárodní konference „Ekonomické problémy při výrobě odlitků“, Brno, Dolní Věstonice 22-24.10.2002, ISBN 80-02-01513-4, s.58-63