

POROVNÁNÍ POUŽITÝCH TECHNOLOGIÍ A JEJÍCH NÁKLADŮ PŘI VÝROBĚ TEKUTÉ FÁZE LITIN S LUPÍNKOVÝM A KULIČKOVÝM GRAFITEM A OCELÍ NA ODLITKY

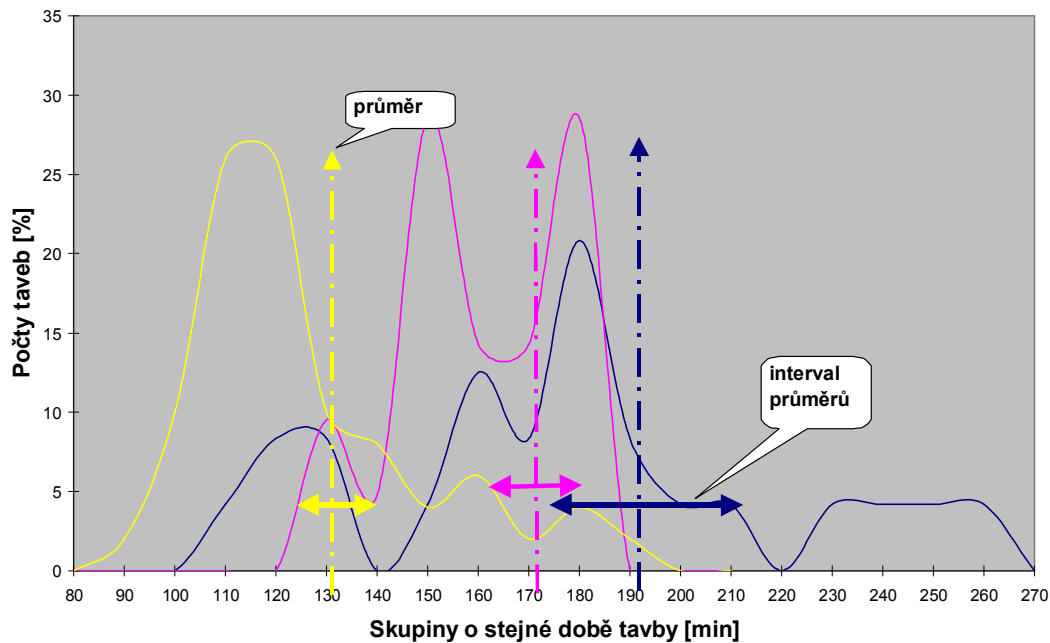


Závěrečná zpráva

Koordinátor : doc. ing. Václav Kafka,CSc.

Řešitelé:

**Doc. ing. Jaroslav Šenberger,CSc , ing. Petr Palán, ing.Vladislav Szmek,
ing.David Pacola, František Kupka, ing.Vladimír Hývnar, Josef Stonawski,
Vojtěch Knirsch, Roman Reška**



březen 2001

**Práce byla vykonána za finanční podpory České slévárenské společnosti BRNO,
GAČR v rámci grantu 106/99/0377, Slévárny TATRA a.s. Kopřivnice, Slévárny
TŘINEC a.s., Slévárny METAZ a.s. Týnec nad Sázavou a Slévárny ZPS a.s. Zlín**

OBSAH

ÚVOD.....	5
1.0 METODIKA ŘEŠENÍ PROJEKTU.....	5
1.1 VÝBĚR VÝROBNÍCH ZPŮSOBŮ URČENÝCH K EKONOMICKÉMU POSOUZENÍ	5
1.2 ZAJIŠTĚNÍ POTŘEBNÉ VYPOVÍDACÍ SCHOPNOSTI DAT.....	6
1.3 SESTAVENÍ KALKULAČNÍHO VZORCE PRO POSUZOVANÉ VÝROBNÍ ZPŮSOBY.....	7
1.3.1 Navržený kalkulační vzorec.....	7
1.4 VYMEZENÍ „ VÝROBNÍHO ZPŮSOBU“ TEKUTÁ FÁZE.....	9
1.4.1 Vlastní vymezení výrobní části „tekutá fáze“.....	9
1.4.2 Výběr taveb do sestavovaného výběrového souboru.....	10
1.5 VYMEZENÍ JEDNOTNÉ CENOVÉ HLADINY.....	10
2.0 RÁMCOVÁ CHARAKTERISTIKA POSUZOVANÝCH VÝROBNÍCH ZPŮSOBŮ.....	10
2.1 CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍCH ZPŮSOBŮ VÝROBY OCELI.....	11
2.1.1 Výrobní způsob 1 –výroba oceli na EOP ve Slévárně A.....	11
2.1.2 Výrobní způsob 2 – výroba oceli na EIP ve Slévárně A.....	12
2.1.3 Výrobní způsob 3 – výroba na EIP ve Slévárně B.....	12
2.2 CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍCH ZPŮSOBŮ VÝROBY LLG.....	12
2.2.1 Popis technologie výroby litiny ve Slévárně C.....	12
2.2.1.1 Výrobní způsob 4 – Výroba litiny s lupínkovým grafitem ve Slévárně C.....	13
2.2.2. Výrobní způsob 5 –Výroba litiny s lupínkovým grafitem na kuplovně ve Slévárně A.....	13
2.2.3. Popis technologie výroby litiny s lupínkovým grafitem ve Slévárně D	13
2.2.3.1 dVýrobní způsob 6 – Výroba litiny s lupínkovým grafitem na kuplovně ve Slévárně D.....	15
2.3. CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍCH ZPŮSOBŮ VÝROBY LKG.....	16
2.3.1 Výrobní způsob 7 – Výroba litiny s kuličkovým grafitem ve Slévárně C.....	16
2.3.2 Výrobní způsob 8 –Výroba litiny s kuličkovým grafitem v EOP ve Slévárně A.....	16
2.3.3 Výrobní způsob 9 –výroba litiny s kuličkovým grafitem v EIP ve Slévárně A.....	17
2.3.4. Výrobní způsob 10 – výroba litiny EN-GJS-400-15 ve Slévárně D.....	17
2.3.5 Výrobní způsob 11 – výroba litiny EN.GJS-500-7 ve Slévárně D.....	17
3.0 HODNOCENÍ VÝROBNÍCH ZPŮSOBŮ.....	17
3.0.1 Výběr statistických charakteristik použitých pro nákladovou analýzu.....	18
3.0.1.1 Výpočet středních hodnot.....	18
3.0.1.2. Výpočet ukazatelů charakterizujících „variabilitu“ průměrné hodnoty.....	18
3.0.1.3. Výpočet ukazatelů charakterizujících měnlivost hodnot.....	18
3.1 POROVNÁNÍ VÝROBNÍCH ZPŮSOBŮ TEKUTÉ FÁZE.....	19
3.1.1 Hodnocení výrobních způsobů „OCEL“.....	19
3.1.1.1 Vsázka a přísady.....	20
a) Vsázka.....	20
b) Kovové přísady.....	21
c) Nekomové přísady.....	22
d) Předváha.....	22
3.1.1.2 Zpracovací náklady.....	23
a) Tavní elektrická energie.....	23
b) Ostatní nákladové položky zpracovacích nákladů.....	24
c) Doba tavy.....	24

d) Hmotnost tavby (odlitý tekutý kov - kg/tavbu).....	25
3.1.1.3 Shrnutí zjištění u výrobních způsobů „OCEL“.....	25
3.1.2 Hodnocení výrobních způsobů „LLG“.....	26
3.1.2.1 Vsázka a přísady.....	27
a) Vsázka.....	27
b) Kovové přísady.....	28
c) Náklady na očkování.....	28
d) Nekomové přísady.....	29
e) Předváha.....	29
3.1.2.2 Zpracovací náklady.....	29
a) Technologická energie.....	29
b) Ostatní nákladové položky zpracovacích nákladů.....	30
c) Délka kampaně.....	30
3.1.2.3 Shrnutí závěrů zjištěných u výrobních způsobů „LLG“.....	31
3.1.3 Hodnocení výrobních způsobů „LKG“.....	31
3.1.3.1 Vsázka a přísady.....	32
a) Vsázka.....	32
b) Kovové přísady.....	33
c) Náklady na modifikaci a očkování.....	33
d) Nekomové přísady.....	34
e) Předváha.....	34
3.1.3.2 Zpracovací náklady.....	35
a) Tavící elektrická energie.....	36
b) Ostatní nákladové položky zpracovacích nákladů.....	36
c) Doba tavby.....	37
d) Hmotnost tavby (odlitý tekutý kov - kg/tavbu).....	37
3.1.3.3 Shrnutí závěrů zjištěných u výrobních způsobů „LKG“.....	37
3.1.4 Shrnutí závěrů nákladového porovnání výrobních způsobů „OCEL“, „LLG“ a „LKG“.....	38
3.1.4.1 Odhad potenciálního prostoru ke snížení nákladů.....	38
3.1.4.2 Obecné porovnání nákladů tekuté fáze.....	39
3.1.4.3 Využití výsledků předkládané studie.....	39
3.1.4.4 Naznačení dalšího postupu.....	40
4.0 ZÁVĚR.....	40
5.0 LITERATURA.....	41
6.0 PŘÍLOHY – TABULKY.....	42
Tab. I:Přehled sledovaných výrobních způsobů	
Tab. II:Přehled o způsobu získávání dat	
Tab. III:Přehled o přesnosti získaných vstupních dat	
Tab.IV:Použitá cenová a nákladová hladina	
Tab.Va:Základní technické a ekonomické informace o VZ „OCEL“	
Tab.Vb:Základní technické a ekonomické informace o VZ „LLG“	
Tab.Vc:Základní technické a ekonomické informace o VZ „LKG“	
Tab.VIa:Statistické informace o výrobních způsobech „OCEL“	
Tab.VIb:Statistické informace o výrobních způsobech „LLG“	
Tab.VIc:Statistické informace o výrobních způsobech „LKG“	
Tab.VIc:Statistické informace o výrobních způsobech „LKG“(pokračování)	
Tab.VIIa:Podrobná struktura nákladových položek u VZ „OCEL“	
Tab.VIIb:Podrobná struktura nákladových položek u VZ „LLG“	
Tab.VIIc:Podrobná struktura nákladových položek u VZ „LKG“	

Tab.VIII: Přehled mezních nákladů u porovnávaných druhů tekuté fáze

7.0 PŘÍLOHY – GRAFY

Obr.1a:Relativní četnosti NVN výrobních způsobů „OCEL“

Obr.1b:Relativní četnosti NVN výrobních způsobů „LLG“

Obr.1c:Relativní četnosti NVN výrobních způsobů „LKG“

Obr.2a:Relativní četnosti nákladů vsázky a přísad u VZ „OCEL“

Obr.2b:Relativní četnosti nákladů vsázky a přísad u VZ „LLG“

Obr.2c:Relativní četnosti nákladů vsázky a přísad u VZ „LKG“

Obr.3a:Relativní četnosti zpracovacích nákladů u VZ „OCEL“

Obr.3b:Relativní četnosti zpracovacích nákladů u VZ „LLG“

Obr.3c:Relativní četnosti zpracovacích nákladů u VZ „LKG“

Obr.4a:Relativní četnosti spotřeby elektrické energie u VZ „OCEL“

Obr.4c:Relativní četnosti spotřeby elektrické energie u VZ „LKG“

Obr.5a:Relativní četnosti předváhy u VZ „OCEL“

Obr.5b:Relativní četnosti předváhy u VZ „LLG“

Obr.5c:Relativní četnosti předváhy u VZ „LKG“

Obr.6a:Relativní četnosti doby tavby u VZ „OCEL“

Obr.6b:Relativní četnosti délky kampaně u VZ „LLG“

Obr.6c:Relativní četnosti doby tavby u VZ „LKG“

Obr.7a:Relativní četnosti hmotnosti odlitého kovu u VZ „OCEL“

Obr.7c:Relativní četnosti hmotnosti odlitého kovu u VZ „LKG“

Obr.8a:Závislost doby natavení,tavby a spotřeby el.energie na hmotnosti tavby u VZ 1

Obr. 9a: Závislost nákladů na hmotnosti tavby u VZ 1

ÚVOD

Výše vynaložených nákladů na zhotovení výrobku - v našem případě jednoho kusu odlitku je jedním (snad nejdůležitějším) z měřítek ekonomické účinnosti (efektivnosti) výrobního pochodu.

Používané výrobní způsoby ve slévárenství jsou, přes veškeré racionalizační a intenzifikační snahy prováděné zejména v posledních letech, stále značně nákladově zatíženy. Zejména snahy o snižování nákladů nejsou systematické, metodicky podložené a obvykle bez použití nástrojů moderní analýzy.

Stále jsme ještě ve fázi, kdy cílem našeho usilování je náklady „šetřit“. *Naším perspektivním záměrem je dostat se do situace, kdy budeme nákladovou spotřebu (čerpání nákladů) „řídít“.*

Tento záměr je také cílem České slévárenské společnosti a její odborné ekonomické komise.

Je známou skutečností, že řízení nákladů se neobejde bez jejich měření. Proto byl zadán projekt, který má za úkol zevrubně a komplexně porovnat náklady odlitků vyrobených ze železných kovů. První etapou tohoto nákladového porovnání je posouzení nákladovosti tekuté fáze.

Jak je známo náklady tekuté fáze představují z úplných vlastních nákladů odlitků přibližně 30% až 40 % /3,4/.

Je zřejmé, že v úvodu prací na tomto úkolu bylo nezbytné vytvořit příslušnou metodiku jeho řešení.

1.0 METODIKA ŘEŠENÍ PROJEKTU

Prvním krokem zpracování metodiky tohoto projektu bylo definovat požadavky na výběr výrobních způsobů, které budou předmětem nákladového šetření.

1.1 VÝBĚR VÝROBNÍCH ZPŮSOBŮ URČENÝCH K EKONOMICKÉMU POSOUZENÍ

Výběr posuzovaných výrobních způsobů vedoucích ke zhotovení odlitků musel splňovat jisté požadavky. Především by měl zahrnovat hlavní tavicí agregáty, které vyrábějí taveninu pro lití do forem. Těmito agregáty jsou elektrické obloukové pece (EOP), elektrické indukční pece (IP) a kupolové pece (KP).

Dalším nezbytným požadavkem pro srovnání je, aby tyto tavicí agregáty vyráběly tekutou ocel, litinu s lupínkovým grafitem (LLG) a litinu s kuličkovým grafitem (LKG).

Neopomenutelným hlediskem pro vzájemné ekonomické porovnání je hledisko srovnatelnosti užitečných hodnot. Z tohoto hlediska je možné porovnávat ocel a litinu s kuličkovým grafitem. Do sledování nebyly proto zařazeny legované jakosti jak u ocelí tak i u litin.

Byla také zevrubně diskutována vzájemná tonážní a výkonová srovnatelnost tavicích agregátů. Tento požadavek je jistě oprávněný, protože výrobnost výrazně ovlivňuje náklady a byl v předkládané práci do značné míry respektován. V případě výrobnosti elektrických pecí a kuploven nebylo možné porovnávat agregáty stejné výrobnosti.

Významným požadavkem na výrobní způsoby zařazené do sledování je existence různých výrobců (provozovatelů) vybraných výrobních způsobů. Nebylo by vhodné, aby veškeré vybrané výrobní způsoby byly používány ve dvou nebo dokonce v jedné slévárně.

Na základě těchto hlavních požadavků na posuzované výrobní způsoby bylo vybráno konkrétních jedenáct výrobních způsobů (viz tab.I).

Z tabulky vyplývá (sl.4,6 a 8), že první požadavek na výběr výrobních způsobů (zahrnutí hlavních tavicích agregátů) byl beze zbytku splněn. Tavení na EOP je zastoupeno ve dvou výrobních způsobech, tavení na IP na šesti výrobních způsobech. Kupolová pec je zastoupena ve třech výrobních způsobech.

Druhý požadavek (zahrnutí výroby tekuté oceli, LLG a LKG) je také naplněn. Ocel a LLG jsou zastoupeny vždy ve třech výrobních způsobech a LKG v pěti.

Požadavek na srovnatelné vyráběné jakosti se podařilo také v zásadě naplnit. Vyšší obsah manganu u oceli 422709 byl pro zachování celkové srovnatelnosti při propočtech patřičně zohledněn.

Poslední požadavek – existence různých výrobců se podařilo splnit zcela. Vybraných jedenáct výrobních způsobů je provozováno ve čtyřech různých slévárnách.

Dále jsme se v této etapě prací zaměřili na zajištění potřebné vypovídací schopnosti podkladů (neboli jejich „reprezentativnosti“), které budou sloužit k sestavení nákladové kalkulace posuzovaných výrobních způsobů.

1.2 ZAJIŠTĚNÍ POTŘEBNÉ VYPOVÍDACÍ SCHOPNOSTI DAT

Vypovídací schopností dat se především myslí skutečností, že příslušné informace věrně charakterizují příslušný šetřený výrobní způsob.

Z tohoto požadavku vyplývá, že jako podklad charakterizující příslušný výrobní způsob nemohly být použity kupříkladu detailní technologické normy nebo technologické předpisy. Jednoznačně jsme se přiklonili k názoru, že příslušný výrobní způsob mohou charakterizovat pouze *skutečné tavicí cykly*. V našem případě to znamenalo sledovat u elektrické obloukové a indukční pece *tavby* a u kupolové pece *kampaně*.

Při posuzování zajištění vysoké vypovídací schopnosti dat je nutné si připomenout, že šetřený výrobní způsob nemůže být charakterizován pouze staticky – tedy jedním středním ukazatelem (kupříkladu průměrnou hodnotou). Nezbytnou informací o příslušném výrobním způsobu je pochopitelně také jeho dynamický aspekt. To znamená rozptýl údajů, jejich variační rozpětí, další střední hodnoty (modus, medián) atd.

Z těchto důvodů bylo pro zevrubnou charakteristiku každého výrobního způsobu použito vždy *souboru taveb*, který poskytne uvedené dynamické charakteristiky.

Otázkou bylo stanovení velikosti (počtu taveb) v těchto souborech. Po zevrubném posouzení byl stanoven pro soubor *sledované tavby* jako minimální počet 20 až 25 taveb. Pro tavby, u nichž se použila data z tavebních listů bylo počítáno minimálně s 50 až 60 tavnami.

Poněkud odlišný počet cyklů byl zvolen u kupolových pecí. Tam, zejména z časových důvodů byly sledovány tři kampaně. Je zřejmé, že tento počet nebude dostačující k hlubší statistické analýze.

V tab.II je uveden u jednotlivých výrobních způsobů přehled o způsobu získávání dat (sledování taveb, tavební listy) a počet taveb charakterizujících jednotlivé technologie.

1.3 SESTAVENÍ KALKULAČNÍHO VZORCE PRO POSUZOVANÉ VÝROBNÍ ZPŮSOBY

Sestavení kalkulačního vzorce bylo zcela zásadní pro veškeré další práce na nákladovém porovnání tekuté fáze. Kalkulační vzorec musel být sestaven tak, aby věrně zachytil jednotlivé výrobní způsoby. Další požadavek, který byl na něj kladen vyžadoval, aby veškeré sledované nákladové položky byly zjištělné u všech výrobních způsobů v posuzovaných slévárnách.

1.3.1 Navržený kalkulační vzorec

Navržený kalkulační vzorec sestává z následujících skupin nákladů:

- a) Náklady na vsázku a přísady
- b) Náklady na modifikaci a očkování (při dělení na provedení operace buď v pánvi nebo ve formě)
- c) Tavicí (přímá) energie (elektrická energie, plyn na přehřev). Dále jsou v této nákladové skupině do jisté míry v rozporu s jejím názvem uvedeny i náklady na spotřebu kyslíku
- d) Náklady na přímo související energii režijní (chladicí voda, energie na odsávání, pohony apod.)
Náklady na přímo související energii režijní jsou vypočteny s pomocí časové sazby. Tedy sazba s rozměrem v Kč/hod. Příslušný náklad se poté vypočte vynásobením této sazby dobou tavby v minutách. Vzhledem k tomu, že u propočtu nákladové sazby hraje důležitou úlohu časové vytížení agregátu, předpokládalo se v souladu s celkovým pojetím úlohy (porovnávat zejména náklady charakteru variabilního), že příslušný agregát je vytížený .
- e) Náklady na výdusku IP (byla zjišťována na základě ukazatele životností výdusky pece pro příslušnou jakost, nákladů na materiál výdusky, mzdy a náklady na „žihání“ výdusky), vyzdívku EOP (obdobný propočet), vyzdívku pánve (obdobně) a vyzdívky dalších tavicích agregátů včetně příslušných mezd.
- f) Náklady na chemické analýzy kovu, strusky, měření teploty, eventuelně aktivity kyslíku byly podle konkrétní situace stanoveny pro každou tavbu.
- g) Náklady na likvidaci odpadu (strusky, vyzdívky), pokuty za znečištění ovzduší, další náklady na ekologii apod. Tyto výdaje byly stanovovány individuálně pro každou slévárnu výpočtem z ročních údajů na vyrobenou tunu. Zaměřili jsme se pouze na strusku, odpady z vyzdívky a výdusek pecí a pánvi (které jsou ve sledování), náklady na likvidace prachových částic (kalů) při odsávání a eventuelní pokuty z provozování EOP. Tedy prakticky se jednalo pouze o odpady tavírny. Tyto odpady byly následně oceněny jednotným „skladným“ ve výši 400 Kč/t. Dále se prošetřovalo placení poplatků za znečištění ovzduší (CO₂, NO_x apod.)
- h) Náklady na struskové bedny (tento náklad se později vyřadil ze sledování)

- i) Mzdy obslužné osádky. Pro stanovení tohoto nákladu připadalo několik možných variant:
- I. průměrná hodnota všech mezd za slévárnu vztažená na 1 tunu výroby
 - II. zahrnutí do výpočtu pouze přímých pracovníků, kteří se na dané tavbě podílejí (na příklad tavba na IP trvá 60 min, zahrnujeme tedy u taviče 60 min, u pomocníka 60 min, u jeřábníka, který obsluhuje dvě pece 30 min, vsázkař, který připravuje vsázku pro dvě pece se také podílí 30 min atd. Takto získaný čas bude následně ohodnocen jednotnou hodinovou sazbou.

Byla zvolena varianta II. Jednotně byla stanovena hodinová sazba mezd (včetně 35 % zvýšení na odvody z mezd) – 120 Kč/hod. Tato hodinová sazba byla shodná s hodinovou sazbou uplatněnou kupříkladu u oprav pánví apod.

- j) Zahrnutí dalších přímých oprav tavicího agregátu – předpokládá se zařazení nákladů na preventivní mechanickou a elektrickou údržbu a plánované běžné (ne střední a generální) opravy ve sledovaném roce
- k) Náklady na pracovní oděvy, ochranné pomůcky, nápoje apod. Propočten se prováděl tak, že se roční náklad vztáhl na odpracovanou hodinu .
Do výpočtu této sazby byla zahrnuta pouze tavírna. Výše nákladu na tavbu byla vypočtena s pomocí doby tavby.
- l) Stanovení nákladů na odpisy. Pro stanovení této nákladové položky připadaly v úvahu následující varianty:
- I. použití průměrných odpisů slévárny
 - II. zahrnutí do sledování pouze skutečných odpisů tavicího agregátu (eventuelně „nejbližšího“ okolí)
 - III. zahrnutí do porovnání pouze odpisů tavicího agregátu (eventuelně „nejbližšího“ okolí) vypočtené z aktuálních pořizovacích cen

Byl zvolen postup, při kterém pro jednotlivé tavicí agregáty byla stanovena jejich hodnota v době pořízení v současných cenách. Na základě této hodnoty byly vypočteny náklady na odpisy (IP středofrekvenční 70 Kč/t, EOP 120 Kč/t, KP 50 Kč/t, IP na síťovou frekvenci 30-35 Kč/t, autokláv s příslušenstvím 25 Kč/t).

Řešitelé si byli vědomi jistého zjednodušení problematiky stanovení výše odpisů.

- m) Doplnění nákladů o podíl režijní složky. Připadaly v úvahu tyto možné varianty:
- I. Počítat režijní náklady stávajícím postupem (vztažením příslušného procenta na mzdové náklady)
 - II. Stanovovat tyto náklady dle systému zaváděného controllingu (podle vztažných veličin)
 - III. Počítat režijní náklady s pomocí nově vytvořeného modelu, který bude zahrnovat pouze režijní náklady tavírny
 - IV. Nezahrnovat režijní náklady do nákladového porovnání

Po zevrubném posouzení bylo rozhodnuto nezahrnovat náklady na režii do nákladových propočtů.

Dále jsme posuzovali zařazení nákladů na „uvolnění“ výrobku pro další použití. Byly diskutovány otázky zahrnutí nákladů na provedení trhací zkoušky, zkoušky ultrazvukem a metalografické analýzy. Poněvadž provedení těchto zkoušek a tedy čerpání uvedených nákladů vede k „uvolnění“ odlitku jako takového a ne „uvolnění“ pouze tekuté fáze, nezahrnuli jsme tyto náklady do našich výpočtů.

Velice významnou informací o získávaných datech, která charakterizují porovnávané výrobní způsoby je znalost stupně jejich přesnosti. Tím se myslí zda kupříkladu náklady na vsázku

a přísady jsou váženy nebo odhadovány. Zda jiná data jsou získávána výpočtem nebo dle údajů účetní evidence atd. Tabulka III uvádí přehled o získaných přesnostech dat.

Tento přehled je sestaven z nezbytnosti stanovení chybovosti výpočtu následně počítaných neúplných vlastních nákladů jednotlivých výrobních způsobů.

Autoři studie již dříve v podmínkách ocelárny VÍTKOVICE a.s. Ostrava a ocelárny ŽĎAS a.s. Žďár nad Sázavou řešili úlohu přesného stanovení chybovosti počítaných nákladů výrobních postupů /1,2/. Tato úloha je velice náročná na čas (v obou případech si vyžádala 3 – 4 měsíce intenzivní práce).

Vzhledem k tomu, že autoři předkládané studie neměli tuto časovou kapacitu pomohli si přibližným porovnáním způsobu získávání dat v ocelárně VÍTKOVICE a.s. a ocelárně ŽĎAS a ve Slévárnách A, B, C a D.

Došli jsme k závěru, že chyba vypočítávaných neúplných vlastních nákladů nepřekročí ± 10 Kč /t, což pro naše sledování považujeme za dostačující.

Dalším problémem, který jsme řešili bylo přesné vymezení pojmu „výrobní způsob“ ve vazbě na porovnávané náklady.

1.4 VYMEZENÍ „VÝROBNÍHO ZPŮSOBU“ TEKUTÁ FÁZE.

Nezbytnost přesného vymezení pojmu „výrobní způsob“ je nutné zejména ze dvou hledisek. Prvním je přesné ohraničení té části ze souhrnného výrobního způsobu výroby expedovaného odlitku, pro niž budou sledovány náklady.

Druhým důvodem je stanovení, zda předmětem zkoumání je „reálný provoz“ (se všemi problémy, prostoji a „narušeními“ tak, jak jej přináší skutečná výroba odlitků ve slévárně) nebo provoz od těchto „narušení“ a zkreslení „očistěný“. Prakticky se jednalo o způsob výběru taveb do námi sledovaných „výběrových“ souborů.

1.4.1 Vlastní vymezení výrobní části „tekutá fáze“

Začátek sledovaného výrobního způsobu byl dán začátkem údobí „sázení“ u EOP a IP. Prvními položkami byly náklady na vsázku.

Pro okamžik ukončení výrobního způsobu tekutá fáze se stanovil konec odpichu. Vycházelo se prakticky z doslovného výkladu „hotového“ výrobku tekutého kovu, pro který se dále používá termín „tekutý kov na žlábků“. To následně znamenalo, že do porovnávaného výrobního způsobu zahrnujeme pouze náklady vynaložené do okamžiku, kdy je již tekutý kov v konečné kvalitě. Následující náklady výrobního postupu již do našeho sledování nezahrnujeme. Tím se vylučují kupříkladu náklady na pánve, které slouží k odlévání kovu do forem apod.

Tedy kupříkladu u vyráběné oceli na EOP naše sledování doslovně končilo na „žlábků“ pece. Pokud se však používala pánve k modifikaci u LKG a neodlévalo se z ní do forem tak jsme tyto náklady zahrnovali do našich propočtů.

Tam, kde se provádí očkování v pánvi, ze které se následně odlévá, tak opět náklady na tuto pánve neuvažujeme do propočtů. Snad s jistou metodickou nepřesností si můžeme (myšlenkově) aplikaci očkovacích přísad v lící pánvi nahradit představou přímého uložení očkovačel „na žlábků“ IP.

Dále bylo dohodnuto, že v případě, kdy se LKG vyrobená v kupolové peci dohotovuje v IP (třeba i „sebekratší“ dobu) tak je to posuzováno jako součást fáze výroby tekutého kovu a příslušné náklady (eventuelní přísady, výduska, elektrická energie atd.) musí být do posuzovaného výrobního procesu započítány.

Uvedená stanoviska pak byla následně respektována ve všech sledovaných nákladech tedy kupříkladu i u mezd.

1.4.2 Výběr taveb do sestavovaného výběrového souboru

Tak zvaný „reálný“ provoz (viz výše), tedy zahrnutí všech taveb do výběrového souboru, které byly vyrobeny bez ohledu na poruchy, prostoje a další „narušení“ má samozřejmě také svoje zdůvodnění. Jeho hodnocením získáváme pohled na „brzdící faktory“ ve výrobní jednotce. Sledování „brzdících faktorů“ ve výrobních jednotkách však nebylo cílem práce, kterým bylo *porovnání používaných výrobních způsobů*. A jak je známo jakékoli narušení reálným provozem používané výrobní postupy a následně náklady může zkreslovat.

Proto byla pro výběr taveb do výběrového souboru stanovena zásada, že náklady musí být „očištěny“ *od dopadů reálného provozu (bez prostojů - maximální prostoj mezi tavbami bude 60 min, nebudou do něj zařazeny tavby s novou výduskou a s výduskou po opravě a nebudou do něj zařazeny tavby jinak narušené)*.

Poslední metodickou oblast, kterou jsme byli nuceni řešit bylo sestavení jednotné cenové hladiny.

1.5 VYMEZENÍ JEDNOTNÉ CENOVÉ HLADINY.

Je známo, že jednotlivé slévárny nakupují vstupní suroviny, materiály a energetická média za smluvní ceny. Navíc slévárny používají odlišné nákladové sazby za chemické analýzy apod. Tím pochopitelně dochází k tomu, že tyto ceny se navzájem odlišují. Vytvoření jednotné cenové hladiny pro naše porovnání byl pochopitelně naprosto nezbytným předpokladem.

Další známou skutečností je, že tyto ceny se mění v čase a podle dodavatelů. Je známo, že se mnohdy liší u stejné komodity od dodávky k dodávce. Tím se ceny u každé slévárny pohybují v jistých pásmech.

Pro jednotnou nákladovou hladinu se proto vycházelo ze zásady, že *pro příslušnou nakupovanou komoditu se hledal společný průnik cenových pásem všech sléváren, které se podílely na řešení*. Cenová a nákladová hladina, která byla použita pro nákladové propočty je uvedena v tab.IV.

Pro nákladové porovnání a zejména pro následné hledání příčin nákladových odlišností je nezbytná alespoň rámcová informace o šetřených výrobních způsobech.

2.0 RÁMCOVÁ CHARAKTERISTIKA POSUZOVANÝCH VÝROBNÍCH ZPŮSOBŮ.

U sledovaných výrobních způsobů je výroba oceli zajišťována na elektrických obloukových a indukčních pecích. Pece mají nominální výrobnost u sledovaných jakostí oceli cca 1 až 2 t za

hodinu. Při výrobě litiny na elektrických pecích zůstává výrobnost přibližně stejná jako u oceli. U výrobních způsobů, které používají k tavení litiny kuplovný je hodinová produkce nesrovnatelná - cca 10 t za hodinu.

Ocel je vyráběna standardními postupy bez intenzifikace kyslíkem. Litiny jsou na elektrických pecích vyráběny přetavbami a požadovaného složení se dosahuje složením vsázky a dolegováním křemíkem, případně douhličením. Pro značky s vyšší pevností se přidává do tavby měď a feromangan.

Výrobní způsoby, u kterých jsou sledovány náklady na kuplovných používají horkovětrné i studenovětrné kuplovný s intenzifikací kyslíkem.

V následující tabulce v textu je pro litiny uvedeno označení dle evropských norem. Staré označení dle ČSN již pozbylo platnosti. Litině s lupínkovým grafitem ČSN 422420 odpovídá evropská norma EN-GJL-200 a litině ČSN 422425 odpovídá EN-GJL-250.

Podobně u litin s kuličkovým grafitem je v tabulce uvedena místo ČSN 422304 norma EN-GJS-400 a místo ČSN 422305 norma EN-GJS-500. Uvedené normy ČSN a EN jsou ekvivalentní.

Chemické složení a mechanické hodnoty sledovaných ocelí a litin je uvedeno v tabulce:

Označení	Chemické složení					Mechanické hodnoty			
	C	Mn	Si	P max.	S max.	R _{p0,2} min.	R _m	A min.	Z min.
	Hmotnostní %					MPa	MPa	%	
422660	0,40-0,50	0,40-0,80	0,20-0,50	0,05	0,050	300	min. 600	10	
422709	0,18-0,28	1,10-1,60	0,20-0,50	0,05	0,050	300	530-700	18	25
EN-GJS-400						250	min. 400	18	
EN-GJS-500						320	min. 500	7	
EN-GJL-200							200-300		
EN-GJL-250							250-350		

2.1 CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍCH ZPŮSOBŮ VÝROBY OCELI

2.1.1 Výrobní způsob 1 –výroba oceli na EOP ve Slévárně A

K výrobě oceli ve Slévárně A se používá jedna elektrická oblouková pec se zásaditou vyzdívkou typu HZ. 006 o nominální hmotnosti tavby 6t. Pece mají k dispozici pecní transformátor o instalovaném výkonu 3 MVA. Regulace je elektrohydraulická. Podle vyjádření pracovníka slévárny A je technický stav elektrické i mechanické části pece v neuspokojivém stavu.

Technické parametry pece:

Příkon transformátoru:	3000 kVA
Vstupní napětí:	22 kV
Výstupní napětí:	95,3 až 240 V
Proud sekundární:	7220 A

Tlumivka:	3 stupně (1-750 kVA, 2-600 kVA, 3-450 kVA, proud 78,7 A)
Vyzdívka pece:	magnezitové cihly
Vyzdívka víka:	dinasové cihly
Průměr elektrod:	250mm
Hmotnost vsázky:	4-8 tun , sázecí koš max. 4 tuny

- Průběh tavby:
- natavení
 - oxidace železnou rudou
 - desoxidace pomocí FeAl
 - redukce
 - konečná desoxidace v pánvi pomocí FeAl
 - modifikace siřnkových vměstků pomocí plněného profilu FeSiCa

Pec je vyzděna z magnezitových kamenů, dno je vydusáno z magnezitového slinku. Víko je vyzděno z dinasu. Půda pece je opravována v teplém stavu podle potřeby. Větší opravy se provádějí za studena v neděli v noci nebo v pondělí ráno.

Slévárna obvykle vyrábí ocel v kampani po dobu jednoho týdne. Následující týden se taví litina s kuličkovým grafitem.

V oxidačním údobí se používá ruda. Podle technologické předpisu má být oxidováno nejméně 0,30 % C. S rudou se přisazuje do pece vápno. Na konci oxidace se stahuje struska.

Redukční údobí se zahajuje přísadou hliníku, FeMn a ferosilicia. Závěrečná dezoxidace se provádí v pánvi přísadou hliníku. Ocel se obvykle modifikuje v pánvi vápníkem. Vápník se vnáší do oceli metodou plněných profilů. Teplota se měří sondami na měření teplot.

Ocel je z obloukové pece rozlévána do 4 t pánví. V některých případech odpovídá skutečná hmotnost tavby obsahu pánve tj. cca 4t.

2.1.2 Výrobní způsob 2 – výroba oceli na EIP ve Slévárně A

K výrobě oceli je používána indukční pec s kyselou výduskou o nominální hmotnosti tavby 4t. Měníče mají instalovaný výkon 2 400 kW. Podle vyjádření pracovníků Slévárny A není elektrická a mechanická část pece v uspokojivém stavu, který by umožnil využívat plný instalovaný výkon měniče.

Technické parametry pece:

Příkon:	2600 kVA
Napětí:	3000 V
Výkon:	2200 kW
Pracovní frekvence:	250-400 Hz
Vyzdívka pece:	kyselá výduska (EKW, Lafarge)
Hmotnost vsázky:	4 tuny (sázecí koš pro 500 kg kovové vsázky)

- Průběh tavby:
- natavení
 - případné dolegování
 - desoxidace v pánvi pomocí FeAl
 - modifikace siřnkových vměstků pomocí plněného profilu FeSiCa

Vsázka sestává s vratného materiálu a ocelového odpadu. Po roztavení se tavba doleguje na základě chemického rozboru. Závěrečná dezoxidace se provádí hliníkem v pánvi. V pánvi se také modifikuje ocel vápníkem pomocí plněného profilu.

Pro výrobní způsob 1 i 2 je společná návaznost odběru kovu formovnými v návaznosti na formování. Pece jsou zapínány dříve než jsou vyrobeny formy a chybné plánování nebo výpadek výroby vede k „horkým prostožům“ tj. k prostožům s natavenou nebo roztavenou vsázkou.

2.1.3 Výrobní způsob 3 – výroba na EIP ve Slévárně B

Do souboru 50-ti taveb byly zahrnuty tavby o hmotnosti 1,5-2,1 t z materiálu 422709 a jeho variant, tj. GS 20Mn5, GS 20Mn6, GS 24Mn5.

Tavby byly vyrobeny v 1. pololetí 2000 na 2-tunové peci ASEA, která byla instalována v první polovině padesátých let. Z tohoto období roku 2000 byly čerpány rovněž všechny potřebné údaje pro ekonomické výpočty. Pec je vydusána kyselou dusací hmotou. Vsázka sestává z vratného materiálu a ocelového odpadu. Vedení tavby je podobné jako u předchozího výrobního způsobu. Ocel není v pánvi modifikována vápníkem.

2.2 CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍCH ZPŮSOBŮ VÝROBY LLG

Při výrobě litiny s lupínkovým grafitem a litiny s kuličkovým grafitem se používají stejné tavicí agregáty a podobné výrobní postupy. U litin s lupínkovým grafitem jsou mechanické vlastnosti ovlivňovány množstvím, tvarem a rozložením grafitu a strukturou základní kovové hmoty litiny. Mechanické vlastnosti litin s kuličkovým grafitem jsou ovlivňovány velikostí a rozložením grafitových kuliček a hlavně poměrem obsahu feritu a perlitu v základní kovové hmotě.

Požadovaného chemického složení, které pro daný odlitek určuje mechanické hodnoty se dosahuje složením vsázky. Kuličkového tvaru grafitu se dosahuje modifikací. Ve spotřebě vsázkových surovin a modifikačních přísad jsou hlavní technologické rozdíly mezi litinou s lupínkovým a kuličkovým grafitem. Popis tavicích agregátů v kapitole 2.2 pro jednotlivé slévárny se vztahuje i na výrobu litiny s kuličkovým grafitem popisovanou v kapitole 2.3.

2.2.1 Popis technologie výroby litiny ve Slévárně C

Kuplovný byly rekonstruovány v roce 1998 za účelem splnění předepsaných limitů pro tuhé a plynné znečišťující látky.

Vnitřní průměr pecí je 1000 mm, účinná výška 4900 mm, výkon každé z obou kuploven je max. 7,5 tuny kovu za hodinu, vyzdívka kyselá.

Kuplovný jsou studenovětrné – ventilátorový vzduch je přiváděn dmyšami ve spodní části pecí. Pochod tavení je intenzifikován použitím kyslíku.

Zavážka skládající se z kovonosné vsázky, paliva a stuskotvorných přísad se zaváží šikmým výtahem.

Kuplovný jsou opatřeny komorou pro spalování uvolněného CO. Tavení vsázky probíhá v tavicím pásmu. Vzniklé spaliny proudí proti postupu vsázky a tímto ji přehřívají. Vsázka klesá dolů do oblasti tavicího pásma, kov se postupně taví a stéká dolů. Roztavená litina potom prochází

celou vrstvou plnicího koksu, jímž je vyplněn prostor pod výfučnami až na dno nístěje. Z nístěje, kde se shromažďuje je litina vypouštěna v pravidelných časových intervalech odpichovým otvorem

2.2.1.1 Výrobní způsob 4 – Výroba litiny s lupínkovým grafitem ve Slévárně C

K výrobě šedé litiny se používá kuplovna a elektrické indukční pece. Elektrické indukční pece pracují systémem duplex – upravuje se v nich chemické složení a teplota. Do hodnocení je zahrnuta jakost EN- GJL – 200. Litina se očkuje do pánve během odpichu.

Zadané technické údaje:

Počet kuploven:	2 ks
Výkon jedné kuplovny:	max. 6 t kovu/hod
Teplota kovu na žlábků:	1 390°C
Vnitřní průměr pece:	1 000 mm
Tloušťka vyzdívky šachty:	300 mm
Účinná výška pece:	4 900 mm
Dmychaný vzduch:	studený
Množství dmychaného vzduchu:	cca 6 000 Nm ³ /hod
Tlak vzduchu:	900–1 400 mm H ₂ O
Palivo:	koks SIII(kusovitost 60-90 mm)
Minimální výška plnicího koksu:	1 500 mm
Spotřeba koksu na 1 t kovu:	140 kg

Elektrické indukční pece na síťovou frekvenci:

Počet pecí:	3
Počet elektrických zdrojů:	2
Max. příkon:	1,6 MW
Výkon pece:	6 t/1 tavbu
Výduska :	kyselá

2.2.2 Výrobní způsob 5 –Výroba litiny s lupínkovým grafitem na kuplovně ve Slévárně A

K tavení litiny se používá studenovětrná kuplovna s vnitřním průměrem 1100 mm. Kuplovna je vybavena dvěma kyslíko-palivovými hořáky s integrovanými injektory pro dmýchání prachových podílů.

Veškeré úniky tuhých látek jsou odsávány do suchého filtru. CO ve spalinách je dospalováno na max. množství 100 mg/m³.

Sifon a nístěj kuplovny jsou opatřeny kyselou výduskou. Tavící pásmo, do výšky 1,3 m od úrovně dmyšen, je nastříkáno torkretační hmotou. Zbývající šachta pece je vyzděna šamotovými cihlami.

Odpich litiny je kontinuální. Struska se odděluje v sifonickém systému a splavuje se do granulárního zařízení.

Zařízení kuplovny je ovládáno z velínu.Zavážení kuplovny se provádí sázecími koši (1 okov = 800 kg kovové vsázky), které se pod druhovacími váhami pohybují na zavážecím voze. Vsázka se skládá z ocelového šrotu, vratného materiálu a surového železa Do kuplovny se dopravují zavážecím jeřábem.

Plnění druhovací váhy kovovou vsázkou, jakož i dávkování koksu, vápence a feroslitin, zajišťuje operátor z kabiny pomocí druhovacího magnetu a vážního systému.

Výkon kuplovný: 6-9 tun/hodinu. Teplota kovu na žlábků: $1490 \pm 30^{\circ}\text{C}$ (měřeno ponorně). Kuplovna pracuje nepřetržitě po 6 až 15 směn. Pod kuplovnou je 6-ti tunové elektrické předpecí. Litina se očkuje během plnění licí pánve.

2.2.3. Popis technologie výroby litiny s lupínkovým grafitem ve slévárně D

Ve Slévárně D se taví litina na kuplovně a její chemické složení a licí teplota se upravuje v elektrické indukční peci.

Tavení litiny na kuplovně

Základním tavicím agregátem je bezvyzdívková, vodou chlazená, horkovětrná kupolní pec o výkonu 7 - 10 t/hod (dodavatel GHW). Pec je vybavena mokrým čištěním spáleného kychtového plynu. Dále je vybavena automatickým dávkovacím a zavážecím zařízením. Radiační rekuperátor je předřazen před čistící zařízení spalin. Kupolní pec je bezvyzdívková, pouze na níže pod úrovni dmyšen a sifony se používá žárubeton (obchodní označení KERCAST GU 778).

Kupolní pec je opatřena dvěma tzv. "tlakovými sifony", které ústí do společného sběrného žlabu. Tímto řešením je dosahováno snížení opotřebení vyzdívkvy pece - toto opotřebení se přenáší do sifonů.

Předehřev spalovacího vzduchu na 500°C se děje v radiačním rekuperátoru. Spálené odpadní plyny jsou vedeny do chladicí desintegrátorové pračky plynů. Za touto pračkou jsou zařazeny kalové jímky odkud se kal čerpá do kalového hospodářství.

Pec, včetně rekuperačního systému a pračky, je vybavena automatickou regulací tlaku, takže je zaručeno stejnoměrné odsávání kychtových plynů. V úrovni sázecího otvoru je tlak prakticky nulový, takže pec pracuje bez vývinu kouře.

Struska je oddělována od kovu v tlakových sifonech, odkud je odváděna proudem vody, který ji granuluje, do sběrných beden.

Ke kontrole a regulaci tavicího procesu je pec vybavena měřícím a kontrolním zařízením, které automaticky reguluje množství a tlak dmýchaného vzduchu a jeho teplotu za provozu a zaručuje tak stejnoměrnou teplotu a složení tekutého kovu. Dále je pec vybavena automatickou regulací spalovacího vzduchu pro spalovací komoru rekuperátoru a automatickým hlídačem plamene ve spalovací komoře.

V roce 1996 bylo na kupolní pec instalováno zařízení pro injektáž kyslíku do dmýchaného vzduchu.

Druhování se provádí pomocí zásobníků s vibračními podavači, podél nichž pojíždí druhovací váha s okovem. Nadruhovaný okov se dopraví pod zavážecí zařízení, které automaticky zaveze a vyprázdní okov do pece. Automatické řízení zavážení je „spřaženo“ s radioizotopovým hlídačem výšky hladiny vsázky v peci. Celé druhování a zavážení je řízeno počítačem - tedy bezobslužné. Pro zpětnou kontrolu a sledování spotřeby surovin je množství komponent každého druhovaného okovu rozepsáno a vytištěno na tiskárně. Po skončení tavení je vytištěn celkový součet jednotlivých surovin, který slouží jako podklad ke kalkulacím. Do každého okovu je „nadruhováno“ 1 500 kg kovové vsázky.

Při výkonu kuplovný 7 až 10 t za hodinu a teplotě dmýchaného vzduchu 500°C, je teplota kovu na žlábků 1 520 ± 20°C při celkové spotřebě koksu 12 ± 3 %.

Během kampaně se vsázka mění v závislosti na opotřebení (úbytku) výdusky v nístěji a tím zvětšení průměru této části kupolní pece (snižuje se tavicí výkon a zvyšuje se nauhličení).

Příklady různých vsázek na začátku a na konci kampaně pro okov 1500 kg:

Vsázkové komponenty	Vsázka na začátku kampaně		Vsázka na konci kampaně	
	1. Program	2. Program	1. Program	2. Program
Ocel šrot	0	500	0	900
Surové železo	750	500	700	300
Vratný materiál	750	500	800	300
Ferosilicium	18	22	20	43
Vápenec	55	55	60	60
Koks	180	195	200	213

Vsázka se samozřejmě mění ještě v závislosti na kvalitě surovin (např. množství křemíku v surovém železe, vlhkosti koksu, kusovitosti koksu, hutnosti ocelového šrotu atd.).

Tavení litiny na elektrické indukční peci

Ke kumulaci tekutého kovu, k ohřevu a ke konečné úpravě tekutého kovu na požadovanou jakost slouží dvě šestitunové pece na síťovou frekvenci typ 2 x INTOL 6/1,5 (dodavatel ZEZ Praha). Pece jsou řešeny tak, že každý kelímek je přímo napájen pecním transformátorem, takže mohou být v provozu obě současně. Původně byly tyto pece projektovány pouze pro systém DUPLEX, až s rozvojem tvárné litiny se začaly využívat i pro tavení z tuhé vsázky.

Výduska indukčních pecí je kyselá (obchodní označení SILICA MIX 7 0,6). Dusání se provádí pomocí šablony „na ztraceno“.

Technické parametry: - pec

Tavicí výkon :	2,2 t/hod ± 10 %
Měrná spotřeba při tavení:	540 kWh/t ± 10 %
Jmenovitá hmotnost taveniny:	6 000 kg
Jmenovitý příkon při tavení	1 500 kW
Jmenovité napětí:	1 200 V
Jmenovitá frekvence:	50Hz
Chlazení :	vodou – 2 obvody
Počet závitů cívky.	28

Technické parametry: - pecní transformátor

Druh transformátoru:	trífázový,olejový ,regulační pecní transformátor
----------------------	--

Výkon :	1 800 kVA
Spojení :	Yd 1
Primární napětí :	6 000 V
Sekundární napětí max:	1 200 V
min :	333 V
Frekvence :	50 Hz
Počet regulačních stupňů:	18

2.2.3.1. Výrobní způsob 6 – Výroba litiny s lupínkovým grafitem na kuplovně ve Slévárně D

K výrobě šedé litiny se používá kuplovna popsána v kapitole 2.2. Elektrické indukční pece pracují systémem duplex –upravuje se v nich chemické složení a teplota. Do hodnocení je zahrnuta jakost EN-GJL-250. Litina se očkuje do pánve během odpichu.

Ke kumulaci tekutého kovu pod žlábkem kuplovny a přepravě tohoto kovu do elektrických pecí slouží dvě osmitunové pánve. Jedna je vždy plněna tekutým kovem a druhá je odvážena k indukčním pecím.

Ve Slévárně D se vyrábějí jakosti šedé litiny EN-GJL-150 až EN-GJL-350. Tavení šedé litiny probíhá pouze na noční směně (noční proud je levnější). Téměř každý den se odlévají všechny jakosti šedé litiny. Začíná se EN-GJL-150 a EN-GJL-200, pro které je nastaven první program zavážení. Po „nadruhování“ požadovaného množství této vsázky je program změněn na vsázku pro materiály EN-GJL-250 až EN-GJL-350. Všechny jakosti šedé litiny jsou vyráběny systémem DUPLEX.

Úprava tekutého kovu v indukčních pecích se provádí čistým ocelovým šrotem a feroslitinami (FeSi a FeMn). Nauhličování litiny v indukčních pecích se neprovádí. Z toho tedy vyplývá, že pro výrobu litiny kvality EN-GJL-150 , EN-GJL-200 je z kuplovny dodáván kov o přibližné kvalitě EN-GJL-150 a pro výrobu litiny kvality EN-GJL-250 až EN-GJL-350 je z kuplovny dodáván kov o přibližné kvalitě EN-GJL-250.

Během kumulace tekutého kovu v osmitunových pánvích je z každé pánve odebrán vzorek pro kvantometrický rozbor. Tyto rozборы slouží pro informaci mistra taviřny, který na základě licích plánů kombinuje „skládání“ odlitků podle hmotnosti a materiálu tak, aby efektivně využíval objem indukčních pecí (6 až 7 tun).

Množství tekutého kovu v osmitunových pánvích zjišťuje z displeje váhy nainstalované na jeřábu, kterým je dopravován kov z kuplovny do indukčních pecí a pak dál na licí pole čtyř různých formoven.

Po naplnění elektrické pece tekutým kovem z kuplovny nabere tavič vzorek pro kvantometrický rozbor a odešle ho pomocí potrubní pošty do chemické laboratoře. Výsledky rozboru jsou na taviřnu dodány počítačovou sítí do programu pro výpočet korekce vsázky. Tavič tedy zná přesné množství tekutého kovu, které zadá do programu a pak si vybere jakost materiálu, kterou chce vyrobit a suroviny, pomocí kterých tuto úpravu bude provádět.

Ocelový šrot je druhován do indukčních pecí pomocí košů, které jsou plněny ze zásobníků s vibračním podavačem (je společný pro kupolní pec i indukční pece). Feroslitiny jsou váženy na průmyslové váze o rozsahu 0 - 200 kg s rozlišením 1 kg. Do pece jsou přidávány ručně. Očkovadlo je váženo také na této váze a očkování se provádí na dno pánve.

2.3. CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍCH ZPŮSOBŮ VÝROBY LKG

Základní kov pro výrobu tvárné litiny je připravován výhradně z pevné vsázky buď v šestitonových elektrických indukčních pecích nebo v elektrických obloukových pecích..

Přidání přísad do EIP musí být provedeno na hladinu lázně zbavené strusky. Při zvyšování obsahu Si je dodrženo pořadí: první nauhličovadlo a po jeho rozpuštění FeSi.

2.3.1 Výrobní způsob 7 – Výroba litiny s kuličkovým grafitem ve Slévárně C

Kov vyrobený v elektrické peci, která je popsána u výrobního způsobu 4, z pevné vsázky je modifikován v pánvi polévací metodou. K modifikaci se používá předslitina FeSiMg. Postup se používá pro výrobu těžších odlitků.

V autoklávu je možné modifikovat pouze 0,9 t tekutého kovu. Součástí autoklávu jsou speciální lící pánve se snímatelným závěsným a sklopným zařízením.

Hlavní technické údaje autoklávu :

Výška autoklávu od úrovně slévárny bez ponořovacího zařízení:	1 500 mm
Výška autoklávu od úrovně slévárny s ponořovacím zařízením:	3 288 mm
Průměr autoklávu:	1 300 mm
Objem autoklávu:	1 325 dm ³
Max. provozní tlak:	0,7 MPa
Max. zkušební tlak:	1,0 MPa
Množství modifikovaného kovu:	800 – 900 kg
Max. pracovní teplota pláště:	200°C
Těsnicí tlak vzdušnice:	1,0 – 1,2 MPa
Tlak oleje v hydraulice:	6 MPa
Celková hmotnost:	5 750 kg

Po uzavření víka a vytvoření přetlaku v autoklávu je přidáván ponorným zařízením do tekutého kovu čistý hořčík.

Po vyzdvižení pánve z autoklávu a stažení strusky se provede očkování nasypáním odváženého množství očkovačla na hladinu doprovázené důkladným promícháním lázně kovovou lopatkou.

Ke grafitizačnímu očkování se použije FeSi 75% nebo FeSi s obsahem Ba do cca 2 % o zrnitosti 3-8 mm.

2.3.2. Výrobní způsob 8 – výroba litiny s kuličkovým grafitem v EOP ve Slévárně A

Ve Slévárně A. je vyráběna tvárná litina na elektrických obloukových a indukčních pecích. Technologie je vyjma úpravy chemického složení pro jednotlivé tavicí agregáty pro jednotlivé značky litiny stejná.

Technické charakteristika pece:

Pecní parametry stejné jako u způsobu 1.

Hmotnost vsázky: 4 tuny

Průběh tavby: - natavení

- případné snížení obsahu Si , Mn pomocí železné rudy
- případné nauhličení
- modifikace a očkování probíhá v upravené licí pánvi (lití spodem)

Tavicí agregát je popsán v kapitole 2.1.2. Tavba je vedena bez oxidačního údobí. Zásaditá vyzdívka však umožňuje odfosfoření případně oxidaci křemíku. Hmotnost vsázky činí 3,5 t až 4,3 t. Vsázka se skládá z ocelového šrotu, vratného materiálu a surového železa.

Modifikace a očkování probíhá v odlévací pánvi polévací metodou. K modifikaci se používá FeSiMg. K očkování se používá ferosilicium. Očkování u sledovaných taveb se provádělo jako jednostupňové v pánvi během modifikace. Tavby jsou odlévány upravenými pánvemi pro odlévání oceli.

2.3.3. Výrobní způsob 9 –výroba litiny s kuličkovým grafitem v EIP ve Slévárně A

Tavicí agregát byl popsán u výrobního způsobu 2 v kapitole 2.1.2. Výduska je kyselá. Vsázka se druheje z ocelového šrotu, vratného materiálu a surového železa.

Pecní parametry jsou stejné jako u způsobu 2.Hmotnost vsázky je 4 tuny.Vsázka je nachystána do bedny. Ocelové pakety jsou sázeny do pece pomocí jeřábu a kleští, surové železo a vratný materiál ručně. Nauhličovadlo se dávkuje po 25 kg v průběhu sázení ocelových paket.

Průběh tavby: - natavení

- případné zvýšení či snížení obsahu C
- případné zvýšení obsahu Si, nebo Cu
- modifikace a očkování probíhá v upravené licí pánvi (lití spodem)

Modifikace a očkování probíhá v odlévací pánvi polévací metodou. K modifikaci se používá FeSiMg. K očkování se používá ferosilicium. Očkování u sledovaných taveb se provádělo jako jednostupňové v pánvi během modifikace. Tavby jsou odlévány upravenými pánvemi pro odlévání oceli.

2.3.4. Výrobní způsob 10 – výroba litiny EN-GJS-400-15 ve Slévárně D

Tvárná litina se taví z tuhé vsázky na elektrických indukčních pecích. Surové železo, ocelový šrot a část vratného materiálu je vsazována do pecí s pomocí sázecích košů. Ocelový šrot a surové železo se plní do košů ze zásobníků s vibračními podavači a vratný materiál se dává do košů pomocí jeřábu s magnetem. Po naplnění košů jsou tyto koše zváženy pomocí jeřábu se zabudovanou váhou. Označené koše jsou umístěny k pecím a přichystány k sázení.

Chemické složení tvárné litiny se upravuje s pomocí čistého tříděného ocelového šrotu, feroslitin (FeSi a FeMn) a mědi.

Po natavení tuhé vsázky a po její úplné homogenizaci nabere tavič vzorek pro kvantometrický rozbor a zašle ho potrubní poštou do chemické laboratoře. V době, kdy čeká na výsledek rozboru stáhne strusku z pece tak, že přelije natavený kov do pánve, z které se po naklonění struska odstraňuje přes stahovací hubičku pánve.Pak se následně kov vrací do pece.

Po ukončení úprav chemického složení tavič zahřeje kov na teplotu předepsanou technologickým předpisem. Teplotu měří ponornou metodou (termočláanky Pt-PtRh10). Po „njetí“ na teplotu přelije tekutý kov do modifikační pánve s víkem, do které je před tím na dno nasypán modifikátor (jedná se tedy o polévací metodu). Očkování probíhá v licí pánvi, kam je kov přeléván z pánve modifikační.

Před vlastním odléváním je ještě stažena struska z lící pánve. Protože je tato struska velmi „drobivá“, používá se k vázání strusky přípravek s obchodním názvem SLAX.

2.3.5. Výrobní způsob 11 – výroba litiny EN-GJS-500-7 ve Slévárně D

Výrobní postup je stejný jako u výrobního způsobu 10. Chemické složení litiny se pouze upravuje zvýšením obsahu perlitotvorných prvků tak, aby se dosáhly požadované pevnostní hodnoty.

3.0 HODNOCENÍ VÝROBNÍCH ZPŮSOBŮ

Pro vlastní hodnocení porovnávaných výrobních způsobů se vycházelo z výpočtu základních statistických charakteristik.

3.0.1 Výběr statistických charakteristik použitých pro nákladovou analýzu

Pro posuzování výrobních způsobů byly vypočteny pro veškeré sledované nákladové hodnoty, které charakterizovaly jednotlivé tavby (kampaně) tyto statistické ukazatele:

- střední hodnoty: - aritmetický průměr
 - modus
 - medián
- ukazatele charakterizující „variabilitu“ průměrné hodnoty: - „spodní“ hranici průměru
 - „horní“ hranici průměru
- ukazatele charakterizující měnlivost hodnot: - minimální a maximální hodnotu souboru
 - variační rozpětí
 - směrodatná odchylka
 - variační koeficient

3.0.1.1 Výpočet středních hodnot

Aritmetický průměr je definován jako součet hodnot daného souboru dělený jejich počtem.

Modus je číslo (hodnota), která se v oblasti dat vyskytuje nejčastěji. Pokud se všechny hodnoty vyskytují jen jednou, modus neexistuje.

Medián je číslo, které leží uprostřed podle velikosti uspořádaného souboru čísel. Polovina čísel má tedy hodnotu, která je větší nebo rovna mediánu a polovina čísel má hodnotu, která je menší nebo rovna mediánu.

3.0.1.2. Výpočet ukazatelů charakterizujících „variabilitu“ průměrné hodnoty

Confidence(c) je hodnota, která určuje tzv. interval spolehlivosti pro střední hodnotu (průměr). Je vypočtena na základě směrodatné odchylky, počtu dat v souboru a tzv. hladiny spolehlivosti (pro naše propočty jsme používali 95 %). V praxi to znamená, že i při výběru jiných hodnot - v tomto případě taveb (jiný výběrový soubor) ze základního souboru se bude průměrná hodnota na 95% hladině vyskytovat v daném zjištěném intervalu (spolehlivosti).

Můžeme tedy konstatovat, že průměr (\bar{x}) je definován určitým intervalem, který je omezen spodní hranicí průměru ($\bar{x} - c$) a horní hranicí průměru ($\bar{x} + c$)

3.0.1.3. Výpočet ukazatelů charakterizujících měnlivost hodnot

Minimum je minimální (nejmenší) hodnota souboru dat.

Maximum je maximální (největší) hodnota souboru dat.

Variační rozpětí je rozdíl maximální a minimální hodnoty souboru.

Směrodatná odchylka vyjadřuje, jak se hodnoty liší od průměrné hodnoty, určuje variabilitu. U vypočítané směrodatné odchylky je problematické rozhodnout, zda je to hodnota „velká“ nebo „malá“. Proto se s výhodou využívá dalšího statistického ukazatele - variačního koeficientu, jehož výpočtem odstraníme jednotky.

Variační koeficient je podílem směrodatné odchylky a průměru, je to tedy míra relativní, a vynásobená stem udává variabilitu v procentech.

Při hodnocení výrobních způsobů jsme srovnávali jednotlivé technologie dle druhu tekuté fáze a následně jsme se zaměřili na srovnání tekutých fází navzájem.

3.1 POROVNÁNÍ VÝROBNÍCH ZPŮSOBŮ TEKUTÉ FÁZE

Při vlastním nákladovém porovnání jsme se nejprve zaměřili na výrobní způsoby, které vyrábějí ocel.

3.1.1 Hodnocení výrobních způsobů „OCEL“.

V souboru výrobních způsobů, které vyrábějí ocel jsou zařazeny podle tab. 1 tři výrobní způsoby. Výrobní způsoby 1 a 2 ,které vyrábějí ocel v podmínkách Slévárny A na EOP a IP. U těchto výrobních způsobů (dále VZ) byla veškerá data získána dle výše popsané metodiky.

Třetím VZ, zajišťujícím výrobu oceli na IP ve Slévárně B, jsme se oproti sestavené metodice odlišili ve dvou oblastech.

V uvedeném souboru (VZ 3) byly vedle taveb oceli 422660 dle ČSN sledovány i tavby oceli 422709. Poněvadž mezi oběma značkami oceli je významný rozdíl v chemickém složení (zejména v manganu) byla provedena příslušná úprava. Pro stanovení nákladů na vsázku a přísady bylo použito pro tuto jakost průměrné složení ze všech taveb jakosti 422660 vyrobených v prvním pololetí roku 2000. Následně pak v oblastech porovnávání, kde se vyžaduje znalost měnlivosti (variability) se vychází z výsledků souboru 422709.

Tam kde je nutná znalost nákladového porovnání používáme tedy náklady na vsázku a přísady dle půlročního výsledku jakosti 422660 a zbylý nákladový podíl dle konkrétních taveb jakosti 422709.

U tohoto výrobního způsobu byly dále nedostatečné podklady pro výpočet nákladů na opravy agregátů a na ekologické poplatky. Proto byly použity pro tyto nákladové položky hodnoty výrobního způsobu č. 2. Jedná se o celkovou částku 44 Kč/t (cca 0,7 % z celkových sledovaných nákladů), což je nevýznamné.

V úvodu vlastního nákladového porovnání je třeba připomenout, že VZ 3 pracuje s relativně nízkou tonáží tavby (1,77 t) viz ř. 11, tab. Va oproti VZ 1 –5,4 t a VZ 2 - 3,9 t.

Ve vzpomenuté tab.Va. jsou uvedeny průměrné hodnoty základních technických a ekonomických výsledků porovnání VZ „OCEL“. Z řádku 10 tabulky vyplývá, že neúplné vlastní náklady (dále NVN) VZ 1-EOP,A jsou 6 651 Kč/t. Jsou tedy vyšší o 947 Kč/t než u VZ 2-IP,A a o 530Kč/t vyšší než VZ 3-IP,B 422660. Rozdíl mezi nákladově nejnáročnějším a relativně nejlevnějším VZ je téměř 17 %..Takový obraz NVN poskytují průměrné hodnoty.

K tomuto nákladovému rozdílu je nezbytné uvést,že odpad použitý ve vsázce u všech VZ je v souladu s odsouhlasenou metodikou oceňován jednotnou cenou 3,3 Kč/kg. Je známo,že EOP mohou zpracovat méně kvalitní odpad,což může mít svůj nákladový dopad.

Kupříkladu při nižší ceně méně kvalitního odpadu o cca 10 % (0,3 Kč/kg) by se nákladový dopad mohl projevit ve snížení NVN až o 305 Kč/t. V rozborech, které se následně provádějí není tento v zásadě hypotetický nákladový dopad promítnut.

Zcela jiná je situace,když posuzujeme relativní četnosti NVN (viz obr. 1a). U VZ 1 (EOP A) v prvním pohledu zjišťujeme dva relativně zcela samostatné procesy.První s hlavním vrcholem v oblasti NVN 6 300 Kč/t a druhý s hlavním vrcholem v oblasti 7 200 Kč/t.Mimořádně vysokou variabilitu zjištěnou u VZ 1 podtrhuje dále skutečnost,že NVN se ve zjištěných průměrných hodnotách z různých výběrových souborů (na úrovni 95 % pravděpodobnosti) budou pohybovat v rozmezí od 6 451 Kč/t až po 6 751,3 Kč/t (viz tab. VIa ř.10, sl.5,6).To znamená,že v konkrétních provozních podmínkách se vykázané průměrné NVN výběrového souboru budou pohybovat v rozmezí ± 150 Kč/t (ř.10,sl.4).

Z obr. 1 je zřejmé,že VZ 2 a VZ 3 vykazují také vysokou měnlivost.VZ 2 vykazuje dva jednoznačné vrcholy NVN v oblasti 5 500 Kč/t a 5 900 Kč/t.Podobně VZ 3 signalizuje dva zcela odlišné nákladové vrcholy (5 800 Kč/t a 6 100 Kč/t). Interval průměrů se pohybuje v oblasti ± 81 Kč/t (VZ 2) a $\pm 58,3$ Kč/t (VZ 3) je velice široký – viz tab.VIa ř.10 sl.4. Uvedená konstatování o vysoké měnlivosti NVN prakticky u všech tří VZ podtrhuje zjištěný variační koeficient. Hodnota variačního koeficientu u VZ 3 a VZ 2 dosahuje 3,5 % a 3,3 % (sl.11). Tuto hodnotu u NVN hodnotíme jako vysokou. Nicméně velikost variačního koeficientu u VZ 1 je však téměř dvojnásobná (5,8 %) – viz tab.VIa ř. 10 sl.11.

Příčiny velice nepříznivé variability NVN u hlavních nákladových skupin jsou v položkách:

- vsázka a přísady
- zpracovací náklady

Konstatovaný rozdíl je jednak u nákladů na vsázku a přísady (tab.Va,ř.4) o 495 Kč/t (VZ 1 oproti VZ 2) a 262 Kč/t (VZ 1 oproti VZ 3).

Podobná situace je u zpracovacích nákladů (dále ZN), kdy výroba VZ 1 (tab.Va,ř.9) je oproti VZ 2 dražší o 451 Kč/t. VZ 3 je oproti VZ 1 levnější o 267 Kč/t.

3.1.1.1 Vsázka a přísady

Hodnotíme-li náklady na vsázku a přísady celkem (viz tab.Va,ř 4) docházíme k závěru,že VZ 1 je nákladově náročnější o (oproti VZ 2) o 495 Kč/t. A v porovnání s VZ 3 je dražší o 262 Kč/t.Relativní rozdíl mezi nejdražším a nejlevnějším VZ je 13 %.

Jiný obraz o vývoji nákladů na vsázku celkem poskytuje obr. 2a. Z něj je zřejmé že u VZ 2 a VZ 3 jsou náklady situovány zcela „odděleně“ a s relativně menším variačním rozpětím (271 Kč/t a 375 Kč/t –viz tab. VIa, sl.10, ř.4). Oba VZ jsou charakterizovány jedním hlavním vrcholem.

Naproti tomu u VZ 1 zjišťujeme variační rozpětí nákladů oproti VZ 2 a VZ 3 téměř dvojnásobné – 653,4 Kč/t. Z obr. 2a je dále zřejmé, že křivka relativních četností vykazuje čtyři téměř rovnocenné vrcholy v oblasti 4 500 Kč/t, 4 700 Kč/t, 4 900 Kč/t a 5 100 Kč/t. Z tohoto obrazu je také zřejmé významně vyšší rozpětí průměrů u VZ 1 oproti VZ 2 a 3. Toto konstatování potvrzuje také variační koeficient (tab. VIa, sl.11, ř.4), který u VZ 2 a VZ 3 je prakticky shodný (1,8 %) kdežto u VZ 1 je prakticky dvojnásobný (4,0 %).

a) Vsázka.

Hodnotíme-li samostatně náklady na vsázku (tab. Va, ř.1, tab VIa ř. 1 a tab VIIa.ř.1-5) pak zjišťujeme, že nejsou mezi VZ 1 a VZ 2 významné rozdíly (ř.1 tab. Va). Konstatuje se rozdíl 35 Kč/t (VZ 2 je dražší oproti VZ 1). Z tabulky VIIa ř.3 vyplývá, že je to do značné míry dáno průsadou 3,9 kg/t surového železa. .

Porovnáme-li VZ 2 a VZ 3 pak zjišťujeme rozdíl 215 Kč/t (tab.Va, sl.2 vůči sl.4) v neprospěch Slévárny B. Rozdíl je dán opět zejména v průsadě 102,2kg/t sur.železa (tab.VIIa, ř.3). Nutnost této relativně vysoké průsady si zaslouží samostatné posouzení.

K tomuto problému je třeba uvést, že jakost 422660 se ve Slévárně B vyrábí prakticky po „jednotlivých“ tavnách a téměř ojedinele. „Nosnou“ jakostí je 422709. Výrobě této jakostí se také prakticky podřizují vsázkové poměry (tedy i průsada vratného odpadu).

Z tab.VIa dále vyplývá, že interval spolehlivosti průměrů je u VZ 1 $\pm 17,6$ Kč/t oproti VZ 2 $\pm 10,6$ Kč/t (viz sl.4 ř.1). Interval spolehlivosti průměrů je u VZ 3 dokonce pouze $\pm 3,9$ Kč/t. Významně vyšší měnlivost také potvrzuje hodnota variačního koeficientu, který pro VZ 1 činí 1,3 %, kdežto pro oba další VZ pouze 0,4 % a 0,7 % (sl.11).

b) Kovové přísady

Pokud se týká porovnání nákladů na kovové přísady (ř.2, tab.Va, ř.2, tab.VIa a ř.6 až 14, tab.VIIa) pak zjištěné rozdíly vyplývají v zásadě z technologických odlišností tavení na EOP a IP. Nicméně dosti významná odlišnost ve skladbě mezi VZ 2 a VZ 3 (i když se zásadně ekonomicky neprojevuje – rozdíl je pouhých 17 Kč/t) naznačuje vhodnost opětného posouzení skladby kovových přísad.

Mezi VZ 1 a oběma dalšími VZ na IP je u kovových přísad nákladový rozdíl 383 Kč/t a 365 Kč/t. Tento rozdíl do jisté míry vyplývá z oxidačně redukčního pochodu na EOP a přetavbě na IP. Nicméně variabilita nákladů na kovové přísady je vysoká. Interval spolehlivosti průměrů je kupříkladu u VZ 2 $\pm 26,5$ Kč/t a u VZ 1 dokonce $\pm 45,5$ Kč/t. Variační koeficient je u všech tří souborů značně vysoký a pohybuje se v rozmezí od 13,5 % do 15,6 % (sl. 11, tab.VIa ř.2). Jeho hodnota je prakticky nejvyšší ze všech sledovaných nákladových položek.

Uvedené skutečnosti naznačují, že u kovových přísad lze snížením variability podmínek výroby snížit náklady.

c) Nekovové přísady

Náklady na nekovové přísady jsou jak je známo vlastní pouze EOP. Je třeba připomenout, že v tab. VIa jsou oproti tabulkám VIIa a Va ne zcela v souladu s metodikou nákladového členění zařazeny náklady na elektrody v hodnotě 448 Kč/t.

Přestože náklady na nekovové přísady se v zásadě odhadují nelze ani tuto položku vyjmout z rigorózního posuzování při hledání nákladových úspor.

Při hodnocení nákladů na vsázku a přísady je nezbytné se také věnovat ukazateli předváhy. Předváha jak je známo významně ovlivňuje veškeré náklady a náklady na vsázku a přísad obzvlášť.

d) Předváha

Informace o vývoji předváhy jsou uvedeny v tab.Va ř.14,tab.VIa ř.14 a na obr. 5a. Z tab. Va zjišťujeme, že její hodnota se pohybuje u VZ 2 a VZ 3 1038 kg/t a 1036,5 kg/t. U VZ 1 dosahuje předváha 1081 kg/t. Z obr. 5a je zřejmé, že hodnoty předváhy se u VZ 2 posunují i k hodnotám 1050 i 1060 kg/t. U VZ 1 je zřejmé, že soubor taveb vykazuje dva vrcholy předváhy. Jeden v oblasti 1080 kg/t a druhý v oblasti 1100 kg/t. Tuto skutečnost potvrzuje i variační rozpětí předváhy, které u VZ 2 dosahuje 29,4 kg/t a u VZ 1 dokonce 57,2 kg/t (tab. VIa sl.10, ř.14).

Je třeba říci, že dosažené hodnoty jsou v zásadě podle literatury a dřívějších šetření autorů v oblasti horní hranice předváž jak u IP tak i EOP. Uvedenou problematiku doporučujeme posoudit a s přihlédnutím ke konkrétním podmínkám příslušné slévárny řešit.

3.1.1.2 Zpracovací náklady

Zpracovací náklady u tavicích procesů tvoří obvykle cca třetinu nákladů. Z tab. Va ,ř.9 je zřejmé, že jejich výše u EOP (VZ 1) je vůči VZ 2 vyšší o 451 Kč/t a oproti VZ 3 o 267 Kč/t. Tento závěr potvrzuje známou skutečnost, že tavení oceli v IP je oproti EOP nákladově příznivější. Dále je zajímavé, že uvedených 451 Kč/t nákladového rozdílu mezi nejdražším a nejlevnějším VZ představuje téměř 24 % nákladového rozdílu.

Pozoruhodný je obr. 3a, kde jsou uvedeny relativní četnosti zpracovacích nákladů. Velice pozoruhodná je skutečnost, že křivky relativních četností obou souborů Slévárny A (VZ 1, VZ 2) mají prakticky stejný tvar i když se jedná o tavení na EOP a IP. Na prakticky stejný tvar křivek usuzujeme : -ze shodných tří maxim obou křivek

- prakticky shodné průměrné hodnoty (1 911,7 Kč/t u EOP a 1 908,5 Kč/t u IP- sl.1, ř.9 tab. VIa)
- velice blízkého mediánu (1 840,4 Kč/t u EOP a 1 859,8 Kč/t u IP – viz tab. VIa ,sl.3)
- téměř shodného variačního rozpětí, atd

Poznámka : ve zpracovacích nákladech VZ 1 v grafu nejsou zahrnuty náklady na grafitové elektrody.

Stejný tvar obou křivek v celém jejich průběhu nelze vysvětlit existencí náhodných jevů. Možné vysvětlení může spočívat kupříkladu v existenci obdobných pracovních režimů u obou tavicích agregátů , které jsou natolik intenzivní, že zastíní technologickou odlišnost obou pochodů. Proto v dalším kroku šetření bude vhodné separátně posoudit tavby obou pochodů v oblasti nákladů 1 800 Kč/t, 2 100 Kč/t a 2 300 Kč/t.

Tvar křivky u VZ 3 je v zásadě odlišný od obou hodnocených VZ. Tento tvar spíše připomíná normální rozdělení souboru s velkou variabilitou.

a) Tavicí elektrická energie

Technologická a vedlejší energie představuje ze zpracovacích nákladů více než dvou třetinový podíl. Z této položky zaujímá tavicí elektrická energie cca 95 %.

Pozoruhodné je, že spotřeby u porovnávaných VZ (VZ 1 692 kWh/t, VZ 2 787 kWh/t a VZ 3 873 kWh/t) – tab. Va, ř. 15 - jsou oproti běžným spotřebám tavicí energie na těchto agregátech významně vyšší. Připomeňme si, že v souborech jsou zařazeny běžné tavby, kde maximální prostoj dosahoval 60 min.

Porovnááme-li intervaly spolehlivosti průměrů – tab. VIa, sl. 4, ř. 15, zjišťujeme, že jsou téměř obdobné (od ± 24 kWh/t až do $\pm 37,3$ kWh/t) a neúměrně rozsáhlé. Tomu také odpovídají vysoké variační koeficienty (tamtéž, sl. 11 - od 9,9 % do 11,6 %).

Grafické znázornění relativních četností na obr. 4a u VZ 1 a 2 naznačuje jistou podobnost tvaru (obdobné dva hlavní vrcholy s jistým posunutím o cca 100 kWh/t). Tomu do jisté míry odpovídá i rozdíl v průměrných hodnotách (také téměř 100 kWh/t). VZ 3 je posunut také téměř o dalších 100 kWh/t k vyšším hodnotám. Navíc tento soubor naznačuje dva hlavní vrcholy v oblastech 850 kWh/t a téměř extrémních 950 kWh /t. Na vysokých spotřebách VZ 3 se do jisté míry podílí relativně nízká hmotnost tavby - 1,77 t (viz ř. 11, tab. Va).

Nicméně zjištěné výsledky o vysoké a extrémně vysoké spotřebě el. energie na tavbu vedou k doporučení na kontrolu používané technologie. Vyvolávají nutnost komplexní prověrky nejen elektrické části tavicích pecí, ale i částí mechanických. Dále doporučujeme prověřit používané energetické režimy pecními osádkami. Při prověrce je třeba se také zaměřit na vazbu spotřeby elektrické energie a doby tavby.

b) Ostatní nákladové položky zpracovacích nákladů

Nelze v žádném případě konstatovat, že pro uvažování o možných nákladových úsporách jsou některé nákladové položky, i když jsou nákladově relativně nevysoké, nevýznamné. Tento detailní rozbor – velice podrobný a pro vlastního provozovatele velice rigorózní - si musí ve vlastním zájmu provést každá tavná samostatně.

Z ostatních nákladů na sebe do jisté míry poutá pozornost spotřeba žáruvzdorného materiálu. Pozoruhodný je relativní rozdíl mezi VZ 2 a VZ 3 kde je konstatovaný náklad 225 Kč/t (VZ 2) oproti 149 Kč/t (VZ 3) - viz tab. VIIa, ř. 27. Připomeňme, že VZ 2 má průměrnou hmotnost tavby 3,9 t a VZ 3 1,77 t. Zde je vhodné provést samostatné detailní šetření.

Významný vliv na náklady tavby zejména zpracovací má doba tavby. Proto je nezbytné tuto veličinu podrobně analyzovat.

c) Doba tavby

V tab. VIa v řádku 13 pro VZ 1 jsou sledované střední hodnoty pro dobu tavby prakticky shodné. Průměrná hodnota 178 min, modus 180 min a medián 180 min. Podobná situace bude i u VZ 2 (průměr 160 min, modus 150 min a medián 160 min). Relativně nejméně uspořádaný se bude jevit soubor VZ 3 kde průměr činí 124 min, modus 105 min a medián 115 min. (Viz tab. VIa, ř. 13.)

Zcela jiný obraz nám však poskytuje obraz relativních četností doby tavby znázorněný na obr. 6a. Křivka vykazuje tři významné vrcholy v oblasti 120 min, 160 min, 180 min a pásmo od 230 do 260 min. Tento soubor je také charakterizován relativně velice širokým pásmem spolehlivosti

průměrů ($\pm 15,8$ min) –viz. tab.VIa ř.13,sl.4. VZ 1 vykazuje dále rozsáhlé variační rozpětí od 105 min do 260 min (sl.7,8,ř.13,tab.VIa).

Tato křivka relativních četností naznačuje,že EOP při tavení oceli v podmínkách Slévárny A pravděpodobně musí rigorózně reagovat na vzniklé podmínky ve svém bezprostředním okolí (příprava vsázky,formovna, energetická omezení,eventuelně další). Naznačené závislosti tavicích agregátů na jejich okolí se jeví v podmínkách Slévárny A také u VZ 2 – pece indukční. Z porovnání obou křivek je zřejmé,že doby tavby na EOP a IP mají prakticky stejné vrcholy. Je to v oblasti 120 –130 min, 150 – 160 min a 180 min.

Zrekapitulujeme-li si zjištěné skutečnosti docházíme k těmto závěrům:

- Pro výši relativních četností zpracovacích nákladů obou VZ (obr. 3a) lze konstatovat vysoký stupeň podobnosti.
- Při posuzování relativních četností křivek spotřeb elektrické energie (viz.obr. 4a) byla dříve zjištěna také jejich významná podobnost s posunutím o cca 100 kWh/t k vyšším spotřebám.
- Podobné podobnosti konstatujeme také u křivek relativních četností doby tavby .

Zdá se tedy, že vnější podmínky na Slévárně A nutí (téměř s jistým pravidlem) tavit na obou agregátech buď 120 –130 min nebo dokonce 180 min. To může mimo jiné přispět ke zvýšení spotřeby tavicí energie ze 700 kWh/t na 800 kWh/t (obr.4a) a následně způsobit zvýšení zpracovacích nákladů z 1 800 Kč/t na 2 100 Kč/t. Úvaha o tom, že doba tavby může být v podmínkách Slévárny A klíčem ke snížení zpracovacích nákladů má své další opodstatnění. Je zřejmé,že se snižující se dobou tavby budou klesat náklady na vyzdívky, chladící voda a náklady na mzdy (při časové mzdě).

Pro Slévárnu A lze tedy doporučit,aby byly zjištěny ty vnější faktory,které prakticky určují doby tavby v zásadě obou tavicích agregátů .Následně je třeba zvážit možnost změny těchto vnějších faktorů .Lze samozřejmě očekávat,že změna těchto vnějších faktorů ve slévárně může mít negativní nákladový dopad. Pak je třeba hledat nákladové optimum pro hospodářský výsledek slévárny.

U VZ 3 je při hodnocení křivky relativních četností situace poněkud odlišná.Průběh křivky naznačuje v této oblasti jistou stabilizaci tavicího procesu, tak jak ji naznačují horní a spodní mez aritmetického průměru (118 – 131 min) viz tab.VIa sl.5,6 , ř.13. Za posouzení však stojí prověřit oblast dob taveb od 130 min do 190 min.Z grafu 6a vyplývá,že v této oblasti jsou pouze tavby, u nichž došlo k jistému vychýlení z pravidelného provozního rytmu. Otázkou je možnost snížení jejich počtu.

d)Hmotnost tavby (odlitý tekutý kov - kg/tavbu)

Hmotnost tavby do jisté míry ovlivňuje výši nákladů zejména zpracovacích. Z tab. Va ř. 11 je zřejmé,že průměrná hmotnost tavby je u VZ 1 největší (5,453 t) oproti VZ 2 3,934 t a VZ 3 kde činí pouhých 1,778 .

Sledujeme-li obr. 7a –relativní četnosti hmotnosti odlitého kovu zjišťujeme,že hmotnosti tavby u VZ 3 se pohybují v relativně úzké oblasti (interval spolehlivosti průměrů činí $\pm 55,4$ kg/tavbu – viz tab. VIa ř.11,sl.4) a jeho variabilita měřená variačním koeficientem je 11,2 %. Podobně VZ 2 (EIP,A) vykazuje interval spolehlivosti průměrů $\pm 68,5$ kg/t a variabilitu 4,1 %.

Zcela odlišná je situace u VZ 1 (EOP,A). Obr. 7a ukazuje čtyři zřetelné vrcholy u hmotností tavby. První (nákladově nejméně příznivý) je v oblasti 4,1 t, který zahrnuje 56 % všech taveb.

Druhý je v oblasti 6,20 t a pokrývá 16 % taveb. Následuje vrchol mezi 7,1 – 7,4 t s 8 % taveb. Poslední vrchol s hmotností tavby 8,4 – 8,5 t zahrnuje 20 % všech taveb. Uvedené skutečnosti zcela zákonitě doprovází následná vysoká měnlivost souboru charakterizovaná kupříkladu enormním intervalem spolehlivosti průměrů (± 670 kg/t – viz tab. VI a ř.11, sl. 4) a stejně tak enormně vysokým variačním koeficientem (31,3 % -tamtéž sl.11).

Je zřejmé, že uvedené změny hmotností se mohou promítnout do dalších charakteristik u VZ 1 včetně výše nákladů.

Nejprve byl posuzován vliv změn hmotnosti taveb na dobu tavby, natavení vsázky a spotřebu elektrické tavicí energie. Z obr.8a je zřejmé, že hmotnost odlitých taveb stoupá od 15. tavby téměř plynule. Současně od této tavby do jisté míry souhlasně s hmotností taveb – stoupá doba natavování a doba tavby. Toto zjištění je v zásadě logické a odpovídá do značné míry našim předpokladům. Poněkud překvapující je vývoj měrné spotřeby elektrické energie v oblasti od zmíněné 15. tavby. Měrná spotřeba se v zásadě nemění i když hmotnost tavby se zvyšuje až na více než dvojnásobek (z původních cca 4,1 t až na více než 8,4 t). Toto zjištění dokládá, že spotřebu el.energie budou u této EOP určovat podstatně významnější vlivy (viz kapitola pojednávající o spotřebě elektrické energie).

Dále jsme se zaměřili na posuzování závislosti mezi změnou hmotností vsázky a výše vynaložených hlavních skupin nákladů. Z obrázku 9a je zřejmý do jisté míry plynulý pokles NVN prakticky od první tavby až do tavby 25. (Tavby jsou v zásadě řazeny podle vzrůstající hmotnosti) Obdobný trend je u nákladů na vsázku a přísady, jakož i u zpracovacích nákladů. Lze říci, že u 15. Tavby, kde dochází k významnějšímu vzrůstu hmotností vsázky nelze pozorovat významnější nákladový pokles.

Tuto stať je možné uzavřít konstatováním, že statisticky významné změny v hmotnosti tavby se neprojevují statisticky významně na změnách nákladů.

3.1.1.3 Shrnutí zjištění u výrobních způsobů „OCEL“

a) Neúplné vlastní náklady

- Byly zjištěny vyšší NVN u VZ EOP oproti VZ IP o 947 Kč/t a 530 Kč/t
- Výrobní způsob 1 dle křivky četnosti nákladů „opticky“ představuje dva zcela odlišné tavicí pochody
- Křivky četností u VZ 2 a VZ 3 signalizují dva hlavní nákladové vrcholy, které se nákladově odlišují o 300 Kč/t až 400 Kč/t.
- U všech porovnávaných VZ byla zjištěna vysoká měnlivost (vysoký variační koeficient a široké rozmezí intervalu spolehlivosti průměrů)

b) Vsázka a přísady

- U vsázky a přísad se konstatuje vyšší nákladová náročnost u VZ 1 o 495 Kč/t (VZ 2) a 262 Kč/t (VZ 3)
- Křivka relativních četností u vsázky a přísad zcela „opticky“ a tím i nákladově odděluje VZ 2 a 3 od VZ 1
- VZ 1 vykazuje čtyři výrazné nákladové vrcholy a vysokou měnlivostí, oproti VZ 2,3, které jsou charakterizovány pouze jedním nákladovým vrcholem
- U nákladů na vsázku se doporučuje posoudit nutnost vysoké průsady surového železa u VZ 3

- Náklady na kovové přísady vykazují u všech tří VZ vysoký stupeň variability. Doporučuje se posoudit u všech tří VZ možnost vyšší stability (standardizaci) skladby přísad a tím snížení nákladů
- Zjištěné předváhy (1 081 kg/t, 1 038 kg/t a 1 036,5 kg/t) se pohybují dle zkušeností autorů v horní hranici těchto hodnot
- Doporučuje se proto prověřka možností snížení jejich výše u všech tří výrobních způsobů

c) Zpracovací náklady

- Vykázané zpracovací náklady jsou u VZ 1 vyšší o 451 Kč/t (oproti VZ 2) a oproti VZ 3 o 267 Kč/t
- U VZ 1 a VZ 2 konstatujeme prakticky shodný průběh křivek relativních četnosti
- U spotřeby el. energie se konstatuje jednak vysoká (692 kWh/t a 787 kWh/t) a velmi vysoká (873 kWh/t – VZ 3) úroveň těchto hodnot
- U křivek relativních četností spotřeb elektrické energie lze pozorovat významnou podobnost s posunutím přibližně o 100 kWh/t k vyšším spotřebám
- Doporučuje se provést komplexní prověrku elektrických a mechanických zařízení všech tavicích agregátů spolu s posouzením energetických režimů
- Dále bude vhodné posoudit možnost snížení nákladů na žáruvzdorný materiál u VZ 2 (viz námět u VZ 3)
- Křivky relativních četností doby tavy u VZ 1 a VZ 2 nesou (stejně jako u křivek spotřeby elektrické energie a zpracovacích nákladů) řadu významných rysů podobnosti
- Z uvedených skutečností vyvozujeme, že oba tavicí agregáty musí ve své práci respektovat patrně zcela zásadní vnější omezení (faktory), které určuje (zásadně prodlužuje) dobu tavy.
- Doba tavy se jeví jako klíčový faktor, který určuje zcela zásadním způsobem výši zpracovacích nákladů
- V podmínkách Slévárny A lze doporučit:
 - prověření vnějších faktorů, které zásadním způsobem určují dobu tavy na obou agregátech
 - posouzení možnosti eliminace jejich působení a zjistit nákladové výdaje, které budou tím vyvolány
 - hledat nákladové optimum mezi působením zjištěných externích faktorů a jejich dopadem na náklady spojené s prodloužením doby tavy
- Pro VZ 3 se doporučuje možnost posouzení počtu taveb s délkou větší než 130 min
- Hmotnost tavy se u sledovaného souboru VZ 1 významně mění prakticky více než na dvojnásobek
- Při následné analýze se zjistily přirozené závislosti na době natavování a době tavy
- Měrná spotřeba elektrické energie však přes zásadní zvýšení hmotnosti vsázky zůstala v zásadě beze změny
- Podobně NVN, zpracovací náklady a náklady na vsázku a přísady vykazovaly v zásadě průběžný pozvolný pokles od první do 25. tavy bez ohledu na zásadní změny ve zvýšení hmotnosti vsázky kupříkladu u 15. tavy

3.1.2 Hodnocení výrobních způsobů „LLG“

V souboru výrobních způsobů, které vyrábějí LLG jsou podle tab. 1 zařazeny tři výrobní způsoby. Výrobní způsob 4 ve Slévárně C vyrábí taveninu v kupolové peci, která se shromažďuje v IP. Litina se očkuje během plnění lící pánve. VZ 5 vyrábí LLG prakticky stejným způsobem v podmínkách Slévárny A. VZ 6 (Slévárna D) podobně jako v předcházejících VZ taví LLG v KP.

U taveniny se následně v IP upravuje chemické složení. Očkování se provádí stejně jako u VZ 4 a VZ 5 v licí pánvi.

Je třeba zdůraznit, že vyhodnocení posuzovaných VZ „LLG“ je poněkud odlišné od hodnocení VZ „OCEL“ nebo „LKG“. Výrobní způsoby „OCEL“ a „LKG“ jsou charakterizovány vždy 20 až 60 tavbami (viz tab. II, sl. 4). Naproti tomu VZ „LLG“ je charakterizována u VZ 4 celkem 50 kampaněmi, VZ 5 pouze 3 kampaněmi a VZ 6 u kupolové pece 4 kampaněmi a u „dohotovení“ na IP 64 dávkami. Tyto skutečnosti se proto projeví v rozdílné vypovídací hodnotě zejména statistických a i grafických výsledků.

V tab. Vb. jsou uvedeny průměrné hodnoty základních technických a ekonomických výsledků porovnání VZ „LLG“. Z řádku 11 tabulky vyplývá, že neúplné vlastní náklady se pohybují od 5439,5 Kč/t (VZ 4) přes VZ 5 (6 015,4 Kč/t) až k 6 387,9 Kč/t u VZ 6. Nákladová odchylka mezi nákladově nejpříznivějším a nákladově nejnáročnějším VZ je 948,4 Kč/t, což je více než 17 %. Tuto skutečnost považujeme za významnou. Významná je tato hodnota pro posuzované slévárny, poněvadž příslušný podíl z této výše může prezentovat nákladovou úsporu.

Při porovnání nákladů je nezbytné připomenout, že Slévárna C (VZ 4) vyrábí jakost EN-GJL-200 (zejména pro lití velkých odlitků), oproti VZ 5 a VZ 6, kde je předmětem porovnání jakost EN-GJL-250. Pokud Slévárna C vyrábí jakost EN-GJL 250 pak používá obdobnou technologii jako Slévárna D. Tím se pochopitelně nákladová náročnost zvyšuje.

Poněkud odlišný pohled poskytuje obr. 1b, který znázorňuje relativní četnosti NVN u VZ „LLG“. Z obrázku je zřejmé, že VZ 4 a VZ 6 mají (navzájem do jisté míry podobné) zcela odlišný tvar křivek relativních četností od VZ 5. Výrobní způsoby 4 (50 kampaní) a VZ 6 (64 „dávek kovu z IP“) mají jak již bylo uvedeno do značné míry podobný tvar. Navíc vyjma hlavního vrcholu je u obou souborů jistým způsobem „signalizováno“, že některé kampaně nebo „dávkky“ se vyskytují v oblasti vyšších nákladů.

Výrobní způsob 5 (charakterizovaný 3 kampaněmi) má na obrázku 1b strmou křivku.

Přes toto konstatování zjišťujeme, že interval spolehlivosti průměrů se pohybuje od $\pm 42,6$ Kč/t po $\pm 59,6$ Kč/t (tab. VIb, ř. 11, sl. 4). Tuto skutečnost názorně dokládají intervaly spolehlivosti průměru na obr. 1b.

Vykázané variační koeficienty jsou do jisté míry zkráceny počty kampaní nebo „dávek“. (Viz tab. VIc ř. 11, sl. 11).

Dále se pokusíme zjistit příčiny nákladového rozdílu NVN u hlavních nákladových skupin.

U nákladů na vsázku a přísady (ř. 5 tab. Vb) zjišťujeme, že do jisté míry „kopírují“ pořadí výše NVN. Nejnižší jsou u VZ 4 (5 017,6 Kč/t). Dále následuje VZ 5 (5 291,6 Kč/t). Posledním v pořadí podle nákladové výše je VZ 6 – 5 453,5 Kč/t (náklady vsázky a přísad jsou v prvním přiblížení stanoveny z jejich výše v části „operace v KP“ (5 135 Kč/t) a nákladů na kovové přísady a náklady na modifikaci a očkování v „operaci v IP“ (154,4 Kč/t + 164,1 Kč/t).

Rozdíl mezi nákladově nejnáročnějším VZ a relativně nejlevnějším je 435,9 Kč/t., což odpovídá téměř 9 %.

Zpracovací náklady u LLG činí pouze 7,3 % až 16 % ze sledovaných NVN. Pohybují se od 421,9 Kč/t (VZ 4) až po 1 050 Kč/t (VZ 6) – viz tab. Vb, ř. 10 (u VZ 6 vypočteno z obou operací). To

znamená, že nákladový rozdíl mezi oběma hraničními soubory činí 628,1 Kč/t, což odpovídá téměř 150 % ve srovnání s VZ 4. Tento rozdíl považujeme za velice významný.

3.1.2.1 Vsázka a přísady

Názorný obraz o vývoji nákladů na vsázku celkem poskytuje obr. 2b. Připomínáme, že v grafu není záměrně uveden VZ 6 vzhledem k tomu, že se skládá ze dvou fází.

Z obr. 2b je zřejmé, že u VZ 4 a VZ 5 jsou náklady situovány téměř „odděleně“, s jedním hlavním vrcholem. Interval spolehlivosti průměrů (tab. VIb, ř. 5, sl. 4) se u posuzovaných VZ této skupiny pohybuje od $\pm 30,1$ Kč/t (u VZ 6 pouze KP) až k $\pm 56,8$ Kč/t (u VZ 4). Tyto vykázané intervaly jsou dosti velké.

a) Vsázka.

Hodnotíme-li samostatně náklady na vsázku (tab. Vb, ř. 1, tab. VIb ř. 1 a tab. VIIb, ř. 1-8) pak zjišťujeme, že nižší náklady vykazuje VZ 5 s 3 940 Kč/t. Výrobní způsob 4 (relativně u vsázky nejdražší) vykazuje tyto náklady v částce 4 256,7 Kč/t.

Nákladový rozdíl ve skladbě vsázky do značné míry odráží vsázkové možnosti jednotlivých sléváren. Kupříkladu VZ 4 „vhodně“ využívá zdroje relativně levnějšího ocelárenského surového železa. Dále u tohoto VZ lze očekávat, že zdroje také levnější zlomkové litiny se budou postupně snižovat. Nicméně i závislost na vlastních vsázkových možnostech nezavrhne možnost nákladové optimalizace vsázky v těsné vazbě na kovové a nekovové přísady.

Jistý „náznak“ tohoto řešení představuje VZ 4, který má relativně dražší vsázku, přičemž náklady na vsázku a přísady jsou ze všech posuzovaných souborů nejnižší. Pozoruhodné je, že u tohoto souboru je na druhé straně nejvyšší variační koeficient (4,4 %)-sl. 11, tab. VIb.

b) Kovové přísady

Náklady na kovové přísady do značné míry souvisejí se skladbou vsázky. Náklady na kovové přísady se pohybují od 228,1 Kč/t (u VZ 4) až po 646 Kč/t (u VZ 6 – stanoveno opět v prvním přiblížení součtem obou fází VZ).

Srovnáváme-li intervaly spolehlivosti průměrů zjišťujeme, že relativně nejvyšší hodnota je dosažena (přes pouze 3 sledované kampaně) u VZ 5 ($\pm 42,8$ Kč/t). Do jisté míry se blíží této hodnotě VZ 4 s $\pm 37,9$ Kč/t. U VZ 6 je tento ukazatel u první fáze $\pm 21,2$ Kč/t a u druhé fáze $\pm 14,6$ Kč/t. Viz tab. VIb, ř. 2 sl. 4.

Variační koeficienty charakterizující variabilitu souboru u VZ 4 a VZ 6 druhé fáze se pohybují prakticky v oblasti extrémních hodnot (59,9 % a 38,5 %). U VZ 5 a VZ 6 fáze na KP dosahují „pouze“ 7,1 % a 4,4 %. Vzhledem k tomu, že výsledek je získán ze 3 a 4 kampaní má hodnota variačního koeficientu nízkou vypovídací hodnotu. Nicméně naznačuje také vysokou variabilitu.

Posuzujeme-li skladbu kovových přísad podle údajů z tab. VIIb, ř. 9 až 16, porovnání posuzovaných VZ naznačuje možnosti posouzení průsady kusového a prachového FeSi – týká se v zásadě všech výrobních způsobů. U VZ 5 je to také otázka množství prosazované Cu. Zcela samostatnou otázkou je technologické zdůvodnění průsady 1 kg/t FeCr. Tyto komponenty tvoří téměř polovinu nákladů na kovové přísady.

Pro docílení možných úspor u kovových přísad platí v zásadě obdobné doporučení jako u vsázky. Tedy sestavit ve vazbě na optimalizovanou vsázku odpovídající skladbu kovových přísad. Dále pečlivě posoudit úroveň technologické a organizační kázně osádek při jejich průsadě.

c) Náklady na očkování

Při výrobě LLG se tavenina očkuje FeSi 75 u VZ 4 (spotřeba je uvedena v kovových přísadách), očkovačem a FeSi (u VZ 5) a pouze očkovačem (u VZ 6). Ve všech případech se očkuje tak, že očkovač je nasypáno na dno licí pánve.

Nákladové srovnání je následující:

- nejlevnější je používání jako očkovače FeSi. U VZ 4 dochází také ke stavu, kdy je dosaženo vhodného chemického složení bez přísady FeSi na očkování
- druhé v nákladovém pořadí je očkování s použitím FeSi a očkovače
- použití pouze očkovače (poslední v nákladovém pořadí pak představuje náklad 164,1 Kč/t

Náklady na očkování u VZ „LLG“ si vyžadují separátní posouzení. Nicméně je u porovnávaných VZ zřejmé, že také v této oblasti existuje prostor pro nákladovou redukci.

d) Nekovové přísady

Náklady na nekovové přísady u KP je nezbytné posuzovat ve vazbě na technologickou energii. Prakticky u všech tří posuzovaných VZ se používá k intenzifikaci plynný kyslík. Jeho použitím se sleduje mimo jiné snížit náklady na drahý slévárenské koks.

U VZ 4 a 5 bylo použito v průměru 22,6 Nm³ kyslíku na 1 tunu tekuté lázně. Zjištěná spotřeba slévárenského koku u obou VZ je však významně rozdílná. U VZ 4 je to 131,2 kg/t s nákladem 525 Kč/t. U VZ 5 byla spotřeba koku vyšší o 49,6 kg/t (o téměř 200 Kč/t), což odpovídá necelým 40 %.

Spotřeba slévárenského koku u VZ 6, kde se dmýchá pouze 2,5 Nm³/t kyslíku dosahuje 163, kg/t, což je přibližně v polovině mezi VZ 4 a VZ 5.

Je zřejmé, že spotřeba slévárenského koku, která je mimo jiné ve vazbě na skladbu vsázky, si vynutí podrobné speciální prošetření.

Z nekovových přísad na sebe upozorňuje rozdílnou spotřebou prosazovaný vápenec (spotřeba se pohybuje od 26,3 kg/t až do 55 kg/t).

Při hodnocení nákladů na vsázku a přísady je nezbytné se také věnovat ukazateli předváhy.

e) Předváha

Informace o vývoji předváhy jsou uvedeny v tab. Vb ř. 15, tab. VIb ř. 15 a na obr. 5b. Z tab. Vb zjišťujeme, že její hodnota je u VZ 4 a VZ 5 prakticky shodná (1045 kg/t a 1045,8 kg/t). U VZ 6 (operace v KP) činí předváha 1012,3 kg/t.

Pozoruhodné je umístění křivky relativních četností předvah (obr. 5b) u VZ 4 (u všech sledovaných kampaní je vykázána konstantní hodnota 1045 kg/t). Naproti tomu u VZ 5 zjišťujeme dva vrcholy. Jeden v oblasti 1030 až 1050 kg/t a druhý v oblasti cca 1070 kg/t. Variabilitu předváhy u VZ 5 potvrzuje i relativně velký interval spolehlivosti průměrů ($\pm 13,7$ kg/t). Křivka VZ 6 není na obrázku zachycena, poněvadž zachycuje pouze první fázi VZ.

Z uvedeného je zřejmé, že oblast předvah si zaslouhuje vlastní samostatné posouzení.

3.1.2.2 Zpracovací náklady

V úvodu této statě o „LLG“ bylo konstatováno, že nákladový rozdíl nejdražšího a nejlevnějšího VZ v porovnávané oblasti je cca 630 Kč/t, což tvoří přibližně 150 % těchto nákladů (bereme za základ VZ 4).

Pozoruhodný je obr. 3b, kde jsou uvedeny relativní četnosti zpracovacích nákladů. Velice zajímavá je skutečnost, že křivky relativních četností VZ 4 a VZ 5 jsou zcela v jiných nákladových oblastech. Jak bylo již uvedeno zpracovací náklady obou částí VZ 6 činí cca 1 050 Kč/t. To znamená, že se nachází v zásadě ve třetí nákladové oblasti.

a) Technologická energie

Technologická a vedlejší energie se podílí na zpracovacích nákladech 24 % (u VZ 6) až 43 % (u VZ 5). Tento podíl je relativně významně nižší než u výrobních způsobů „OCEL“ nebo „LKG“ u nichž se blíží až 95 %.

Vykázaná spotřeba el. energie u VZ 4, 5 a 6 (část KP) se vynakládá na elektrické pohony zejména ventilátorů. Z tab. VIIb v ř. 28 je zřejmý nemalý nákladový rozdíl mezi jednotlivými VZ. Od 32 Kč/t u VZ 4 přes 160 Kč/t u VZ 6 (část KP) až po 193 Kč/t u VZ 5.

Zjištěné výsledky o vyšší spotřebě el. energie je nutné podrobit samostatnému posouzení. Náklady na kyslík byly komentovány společně s nekovovými přísadami.

b) Ostatní nákladové položky zpracovacích nákladů

Z ostatních nákladů na sebe do jisté míry poutá pozornost spotřeba žáruvzdorného materiálu. Pozoruhodný je námět relativních rozdílů nákladů mezi VZ 4 (64 Kč/t) VZ 6 (část KP) s 82 Kč/t a 157 Kč/t u VZ 5.

Z ostatních nákladů jsou významné rozdíly v nákladech na mzdy osádky. Výrobní způsob 4 a 6 (část KP) jsou nákladem 83 Kč/t a 88 Kč/t v zásadě shodné. VZ 5 vykazuje vůči VZ 4 vyšší náklady na mzdy o cca 50 Kč/t.

Významně zdražují náklady LLG nemalé výdaje u IP (VZ 6 část IP), které dosahují téměř 300 Kč/t (viz řádek 41, tab. VIIb).

Z uvedeného je zřejmé, že otázky nákladů na mzdy si budou vyžadovat provedení podrobnějších samostatných rozborů.

Jistý vliv – dosud samostatně neřešený - na zpracovací náklady LLG má délka trvání kampaně u kupolové pece.

c) Délka kampaně

V tab. VIb v řádku 14 a na obr. 6b jsou uvedeny potřebné údaje k posuzování délky kampaně. Zjistíme, že doby kampaní jsou u jednotlivých VZ zcela odlišné. Zatímco u VZ 4 trvá 10,1 hodiny, což odpovídá přibližně jedné směně u VZ 5 již činí 98,7 hod. Tato doba odpovídá přibližně 4 kalendářním dnům. Kampaň u KP výrobního způsobu 6 se svými 710 hodinami trvá prakticky jeden měsíc.

Faktor dopadu délky kampaně na NVN nebyl dosud samostatně zkoumán. Z našeho šetření nelze také předpokládat závislosti, které prodlužující se délka kampaně bude mít za následek.

Posuzování hmotnosti kovu z jedné dávky – u výroby oceli nebo LKG tavba - je u kampaní na KP přímo úměrná délce kampaně. Její dopad je shodný s délkou kampaní proto se s ním dále samostatně zpráva nezabývá..

3.1.2.3 Shrnutí závěrů zjištěných u výrobních způsobů „LLG“

a) Neúplné vlastní náklady

- NVN u tří hodnocených výrobních způsobů se pohybují od 5 439,5 Kč/t až do 6 387,9 Kč/t
- Odchylna mezi „nejdražším“ a „nejlevnějším“ VZ činí téměř 950 Kč/t což odpovídá 17 %
- VZ 4 VZ 6 mají navzájem podobné tvary křivek relativních četností
- Dále se zjistila vysoká měnlivost NVN

b) Vsázka a přísady

- U vsázky a přísad se konstatuje rozdíl mezi nejvyššími NVN a nejnižšími 435,4 Kč/t ,což činí téměř 9 %
- Všechny posuzované VZ využívají zdroje vsázky, které mají k dispozici
- U všech VZ je nezbytné posoudit a pokusit se o optimalizaci vsázky ve vazbě na kovové přísady
- Náklady na kovové přísady se pohybují od 228,1 Kč/t (u VZ 4) až po 646 Kč/t (u VZ 6)
- Doporučení u nákladů na kovové přísady souvisí těsně se skladbou vsázky – optimalizace nákladů obou skupin
- Byly porovnány tři metody očkování litiny
- Problematika očkování si vyžaduje separátní posouzení
- Náklady na nekovové přísady (zejména slévárenský koks) se posuzovaly ve vazbě na energii (zejména množství dmýchaného kyslíku)
- Zjistilo se, že množství slévárenského koksu není v korelaci s množstvím dmýchaného kyslíku
- Dále na sebe upozorňuje rozdílná průsada vápence (26,3 kg/t - 55 kg/t)
- U předváhy se konstatují jisté rozdíly u VZ 4 a VZ 5 (1 045 kg/t) oproti VZ 6 (1 012 kg/t)
- Bude nezbytné podrobné prošetření příčin, které způsobují nevyhovující ukazatele předváhy

c) Zpracovací náklady

- Vykázaný rozdíl u zpracovacích nákladů nejlevnějšího a nejdražšího VZ je cca 630 Kč/t, což odpovídá 150 %
- Technologická a vedlejší energie se podílí na zpracovacích nákladech „pouze“ 24% až 43 %.
- Zjištěné spotřeby technologické elektrické energie se spotřebovávají zejména na pohony ventilátorů (v této oblasti je konstatována nákladová odlišnost od 32 Kč/t až po 193 Kč/t)
- Dále byly konstatovány nákladové rozdíly u nákladů na žáruvzdorný materiál (od 64 Kč/t až po 157 Kč/t)
- Zjistily se významně vyšší náklady na mzdy u VZ 6 (300 Kč/t na část IP a 83 Kč/t na část KP) oproti kupříkladu VZ 4 s 88 Kč/t
- V závěru se upozorňuje na rozdílné délky trvání kampaní (od 1 směny až po kalendářní měsíc)
- Tento dopad na náklady nebyl dosud hlouběji posuzován

3.1.3 Hodnocení výrobních způsobů „LKG“

V souboru výrobních způsobů, které vyrábějí LKG je podle tab. I zařazeno pět výrobních způsobů. Výrobní způsob 7 ve Slévárně C vyrábí taveninu v 6 t IP o síťové frekvenci, ve které je

tavenina následně udržována. Očkování a modifikaci se provádí po dávkách cca 0,7 t v autoklávu. U VZ 8 se ve Slévárně A tavenina připravuje na EOP. Modifikace a očkování probíhá při odlévání v odlévací pánvi. U VZ 9 je model výroby LKG (Slévárna A) v zásadě shodný s tím, že příprava taveniny probíhá v IP. Stejná situace je i u VZ 10 (IP ve slévárně D s výrobou jakosti EN-GJS-400-15) a VZ 11 (IP ve Slévárně D s výrobou jakosti EN-GJS-500-7).

Dále je třeba uvést, že VZ 8 pracuje s průměrnou hmotností tavby u EOP 4,1 t, VZ 9 3,8 t, VZ 10 a VZ 11 s hmotnostmi 7,07 t a 7,09 t. (Viz tab. Vc, ř. 12).

V tab. Vc. jsou uvedeny průměrné hodnoty základních technických a ekonomických výsledků porovnání VZ „LKG“. Z řádku 11 tabulky vyplývá, že neúplné vlastní náklady se pohybují od 7107 Kč/t (VZ 9) přes VZ 8 (7 378 Kč/t) a 7 516 Kč/t u VZ 7 až k 7 606 Kč/t u VZ 11 a 7 652 Kč/t u VZ 10. Takový obraz NVN poskytují průměrné hodnoty.

Zcela jiná je situace, když posuzujeme relativní četnosti NVN (viz obr. 1c). Všechny posuzované VZ „LKG“ vyjma VZ 7 vykazují rozsáhlé ploché křivky s nevýraznými maximy. Toto konstatování dokládá jak rozsáhlý interval spolehlivosti průměrů, který se pohybuje od $\pm 41,8$ Kč/t až po $\pm 72,3$ Kč/t (tab. VIc, ř. 11 sl. 4). Tuto skutečnost názorně dokládají intervaly průměru na obr. 1c a dále vysoký variační koeficient pohybující se od 2 % až po 3,5 %.

První výrobní fáze - tavení v IP vykazuje rozsáhlý interval spolehlivosti průměrů ($\pm 89,7$ Kč/t, viz tab. VIc ř. 11, sl. 4), který je významně vyšší než intervaly spolehlivosti průměrů u VZ 8 – 11. Také variační koeficient (4,7 %) je téměř dvojnásobný oproti dalším VZ. Je třeba připomenout, že druhá fáze VZ 7 - očkování a modifikace v autoklávu – je významně stabilnější. To dokládá interval spolehlivosti průměrů, který dosahuje „pouhých“ $\pm 12,2$ Kč/t a variační koeficient 0,6 % (tamtéž).

Dále se pokusíme zjistit příčiny nákladového rozdílu a velice nepříznivé variability NVN u hlavních nákladových skupin.

Konstatovaný nákladový rozdíl je jednak u nákladů na vsázku a přísady (ř. 5 tab. Vc), kde zjišťujeme, že nejnižší náklady vykazuje VZ 8 (EOP, Slévárna A) s 5 049,5 Kč/t, následuje VZ 7 (IP, AUT, Slévárna C) s 5 077,5 Kč/t (tab. Vc, ř. 5 sl. 1, 2 – vypočteno z obou fází), dále pokračuje VZ 9 (IP, Slévárna A) s 5 364,7 Kč/t. Výčet nákladů na vsázku a přísady uzavírá VZ 11 (IP, Slévárna D) s 5 962,7 Kč/t a VZ 10 (IP, Slévárna D) s 6 022,5 Kč/t. Z uvedeného je zřejmé, že nákladový rozdíl mezi nákladově nejnáročnějším a nejlevnějším VZ je 973 Kč/t (téměř 20 %), což považujeme za zjištění velice významné.

Podobná situace je u zpracovacích nákladů (dále ZN), kdy nákladově nejméně náročný VZ (10) vykazuje 1 630,3 Kč/t oproti nákladově nejnáročnějšímu VZ 7 (2 329,2 Kč/t – vypočteno z obou fází). Prakticky stejné zpracovací náklady vykazuje VZ 8 (2 328,8 Kč/t). Rozdíl mezi zpracovacími náklady nákladově nejnáročnějšího VZ a nejlevnějšího VZ dosahuje téměř 700 Kč/t. To představuje téměř 43 % odchylku.

3.1.3.1 Vsázka a přísady

Názorný obraz o vývoji nákladů na vsázku celkem poskytuje obr. 2c. Z něj je zřejmé, že u VZ 9 jsou náklady situovány téměř „odděleně“, s jedním hlavním vrcholem. Interval spolehlivosti průměrů je ze všech VZ u této skupiny nejmenší (± 24 Kč/t) a s relativně nejmenší měnlivostí (variační koeficient dosahuje „pouze“ 1,8 %) – viz tab. Vic, ř. 8.

Další VZ, které využívají IP jsou situovány v pravé části grafu – tedy v oblasti s významně vyššími náklady. Zajímavé je, že obě křivky (VZ 10 a 11) i když reprezentují prakticky shodné VZ

z jedné slévárny jsou do jisté míry odlišné (VZ 10 má tři vrcholy) a jsou nákladově o cca 60 Kč/t posunuté. Intervaly spolehlivosti průměrů mají prakticky shodné ($\pm 38,4$ Kč/t u VZ 10 a $\pm 36,4$ Kč/t u VZ 11). Podobně i variační koeficienty jsou si velice blízké 2,3 % a 2,2%.

Významně odlišná je křivka relativních četností nákladů vsázky a přísad u VZ 8 (EOP). V oblasti nákladově příznivé (5 400 Kč/t až 5 500 Kč/t) je soustředěno pouze 48 % všech taveb. Následující nákladově vysoce nepříznivý „protáhlý hřbet“ v oblasti 5 600 Kč/t až po 6 000 Kč/t zahrnuje 50 % všech taveb vyrobených na EOP.

Posuzujeme-li VZ 7 jeho první fázi, pak vykázaná měnlivost překračuje jak v intervalu spolehlivosti průměrů ($\pm 70,2$ Kč/t u VZ 7 oproti $\pm 61,2$ Kč/t u VZ 8) tak i ve výši variačního koeficientu (5,3 % oproti 4,0 % u VZ 8).

a) Vsázka.

Hodnotíme-li samostatně náklady na vsázku (tab. Vc, ř. 1, tab. VIc ř. 1 a tab. VIc. ř. 1-13) pak zjišťujeme, že nejlevnější náklady vykazuje VZ 8 s 3 609 Kč/t. VZ s využitím indukčních pecí následují v pořadí VZ 9 (Slévárna A) s 3 908,2 Kč/t, VZ 7 (Slévárna C) se 4 577,8 Kč/t, VZ 11 (Slévárna D) se 4 913,7 Kč/t a VZ 10 (Slévárna D) s 5 040,4 Kč/t. Z tohoto zjištění vyplývá, že nákladový rozdíl mezi hraničními VZ činí neuvěřitelných 1 431,4 Kč/t, což odpovídá téměř 40 %.

Z tabulky VIc ř. 1-13 je zřejmé, že rozdíl spočívá ve skladbě vsázky a to zejména v podílu prosazovaného surového železa. Mezní průsady surového železa se pohybují od 78,5 kg/t u VZ 8 až po 602,6 kg/t u VZ 10.

Obecně lze říci, že u všech VZ (i u VZ 8) je nezbytné posoudit a pokusit se o optimalizaci vsázky s cílem snížit zejména průsadu drahého pevného surového železa.

Při řešení snížení nákladů na vsázku bude také vhodné prověřit aktuální stav třídění vratného odpadu.

b) Kovové přísady

Náklady na kovové přísady do jisté míry souvisejí se skladbou vsázky. I když náklady na kovové přísady se nákladově pohybují od 48,6 Kč/t (u VZ 8) až po 152,1 Kč/t (u VZ 11) je také nezbytné jejich spotřebu pečlivě zvažovat.

Je zajímavé, že u VZ 8, kde jsou nejnižší náklady na vsázku jsou současně nejnižší náklady na kovové přísady. Pozoruhodná je současně skutečnost, u VZ 11 (který má druhé nejvyšší náklady na vsázku – 4 913,7 Kč/t – má současně nejvyšší náklady na kovové přísady - 152,1 Kč/t).

Pro docílení možných úspor u kovových přísad platí v zásadě obdobné doporučení jako u vsázky. Sestavit ve vazbě na optimalizovanou vsázku optimální skladbu kovových přísad. Dále pečlivě posoudit úroveň technologické a organizační kázně osádek při průsadě těchto přísad.

c) Náklady na modifikaci a očkování

Při výrobě LKG se využívaly v zásadě tři způsoby očkování a modifikace. U VZ 7 aplikace ponořovací metody v autoklávu, u VZ 8 a 9 polévací metoda v odlévací pánvi. U VZ 10 a 11 se aplikuje polévací metoda, kde modifikace probíhá v modifikační pánvi s víkem (na dně pánve je modifikátor) a očkování probíhá v lící pánvi.

Z pohledu tohoto rozdělení pak náklady na očkovaní a modifikaci u jednotlivých aplikovaných metod činí:

- **ponožovací metoda v autoklávu (Slévárna C) :**
 - modifikátor Mg 1.1 kg/t 59 Kč/t
 - očkovač FeSi 75 11,5 kg/t 272 Kč/t
 - zpracovací náklady zpracování v autoklávu 196 Kč/t
 - *náklady celkem* 527 Kč/t
- **polévací metoda v lící pánvi (Slévárna A):**
 - modifikátor 15,5kg/t -17,1 kg/t 722 - 796 Kč/t
 - očkovač 9,2 kg/t -9,4 kg/t 276 - 283 Kč/t
 - třísky 9.7 kg/t 12 Kč/t
 - zpracovací náklady 0 Kč/t
 - *náklady celkem* 1 010 -1 091 Kč/t
- **polévací metoda v modifikační pánvi (Slévárna D):**
 - modifikátor 15,0 kg/t – 15,3 699,2- 711,2 Kč/t
 - očkovač 5,7 kg/t 171,9 Kč/t
 - třísky na zasypání 5,1 kg/t 6,1 Kč/t
 - vyzdívka modifikační pánve 7,28 Kč/t
 - *náklady celkem* 884,48 – 896,48Kč/t

Podle uvedeného hodnocení zjistíme, že náklady na modifikaci a očkovaní LKG jsou nákladově nejpříznivější u ponožovací metody v autoklávu. Polévací metoda v modifikační pánvi je nákladově náročnější o 357,48 – 369,48 Kč/t.

Nákladově nejnáročnější metoda je polévací metoda v odlévací pánvi, která je oproti metodě polévací v modifikační pánvi dražší o dalších 125,52 Kč/t až 194,52Kč/t.

I u této skupiny nákladů je nezbytné se zamyslet nad možností jejich nákladového snížení. Na tyto možnosti upozorňují statistické ukazatele v tab.VIc, ř.3. V první řadě je to rozsáhlý interval spolehlivosti průměrů, který se u VZ 8 –11 pohybuje od $\pm 13,4$ Kč/t až po $\pm 18,4$ Kč/t. Na další možnosti poukazuje variační koeficient, který hodnotami od 4,8 % až po 7,2 % a u VZ 7 (AUT) dokonce 18,3 % upozorňuje na vysokou měnlivost těchto nákladů.

d) Nekomové přísady

Náklady na nekovové přísady jsou jak je známo vlastní pouze EOP. U IP jsou zde zařazena pouze nauhličovadla.

Je třeba připomenout, že v tab. VIc jsou oproti tabulkám VIIc a Vc nemetodicky zařazeny v této položce náklady na elektrody v hodnotě 542,1 Kč/t.

Přestože náklady na nekovové přísady se v zásadě odhadují nelze ani tuto položku vyjmout z rigorózního posuzování při hledání nákladových úspor. Tuto skutečnost podtrhují ukazatele statistické analýzy v tab. VIc, ř 4.

Při hodnocení nákladů na vsázku a přísady je nezbytné se také věnovat ukazateli předváhy. Předváha jak je známo významně ovlivňuje veškeré náklady a náklady na vsázku a přísad obzvlášť.

e) Předváha

Informace o vývoji předváhy jsou uvedeny v tab.Vc ř.15,tab.VIc ř.15 a na obr. 5c. Z tab. Vc zjišťujeme, že její hodnota se pohybuje u VZ využívající IP od 1 016,1 kg/t (VZ 11),1 025 kg/t (VZ 7 fáze tavicí),1 026,2 kg/t (VZ 10) až po 1 058.2 kg/t u VZ 9.

Je třeba připomenout,že pro úplnost,bychom měli při očkovaní a modifikaci v autoklávu uvažovat také s jistou byt' nízkou předváhou. Podle technického odhadu by se tato předváha mohla pohybovat okolo 1 005 kg/t.

Již v prvním přiblížení je zřejmé,že u VZ 7 a 10 je ukazatel předváhy vyšší.U výrobního způsobu 9 je jeho hodnota (není-li příčina v použitých datech) naprosto extrémní a metalurgicky stěží podložená. To dokládá křivka relativních četností předváh na obr.5c. U VZ 9 je umístěna zcela mimo oblast VZ s IP.

Pozoruhodné je umístění křivky předváh u VZ 8 (EOP).Křivka VZ 8 je zřetelně situována před křivkou IP (VZ 9).

Hodnotíme-li výši předváhy u VZ 8 (EOP) pak naopak ukazatel předváhy (1 049,8 kg/t) je relativně kupříkladu vůči dosažené předváze na stejném agregátu u výroby oceli (1 081 kg/t) nižší.

Dále se pokusíme v prvním přiblížení usuzovat na odpovídající hodnotu předváhy na EOP při výrobě LKG srovnáním s výrobou ocelové taveniny na stejném agregátu.Budeme předpokládat,že „propal“ kovu je do značné míry úměrný prosazené rudě.

Při výrobě oceli jsme v průměru prosadili 54,8 kg/t rudy (viz tab.VIIa, ř..13) přičemž dosažená předváha činila 1 081 kg/t (byla charakterizována jako vysoká). Při výrobě LKG bylo u EOP vsazeno přibližně poloviční množství rudy (27 kg/t – tab.VIIc, ř.31) a docílená předváha byla 1049,8 kg/t.Počítáme-li relativní snížení předváhy vůči předváze při výrobě oceli pouze z hodnoty nad 1 000kg/t pak toto snížení se blíží 40 %.Můžeme tedy v prvním přiblížení konstatovat,že vykázaná předváha na EOP u výroby LKG je podobně jako u výroby oceli vysoká.

Toto konstatování podporuje tvar křivky relativních četností (viz. obr.5c), který má velice plochý charakter (nízkou špičatost).U VZ 8 je také poměrně rozsáhlé variační rozpětí (tab.VIc, ř.15 sl.,7,8),který se pohybuje od 1 036 kg/t až do 1 079,2 kg/t.

Z uvedeného vyplývá,že v této oblasti bude nezbytné se věnovat možnosti snížení předváh u VZ 7 a VZ 10. Dále prošetřit vykázanou extrémní předváhu u VZ 9 na IP.Následně podrobně posoudit možnosti snížení dosažené předváhy u EOP.

3.1.3.2 Zpracovací náklady

V úvodu této statě bylo konstatováno,že nákladový rozdíl nejdražšího a nejlevnějšího VZ v porovnané oblasti je cca 700 Kč/t,což tvoří přibližně 43 % těchto nákladů.Toto je důležitý podnět k hledání cest jak tuto položku snížit.

Pozoruhodný je obr. 3c,kde jsou uvedeny relativní četnosti zpracovacích nákladů.Velice zajímavá je skutečnost, že křivky relativních četností VZ 9,10, a 11 mají prakticky společný vrchol zpracovacích nákladů v oblasti cca 1 700 Kč/t. Z obr. 3c dále vyplývá,že VZ 9 vykazuje druhý hlavní vrchol v oblasti téměř 1 900 Kč/t a vedlejší vrchol v oblasti cca 1 500 Kč/t.

Velice pozoruhodný průběh má také křivka VZ 8 (EOP).Obdobně jako VZ 9 (IP) má dva vrcholy hlavní (první v oblasti 1 800 Kč/t a druhý v oblasti cca 2 000 Kč/t a jeden vedlejší (1 600 Kč/t).

Zajímavá je skutečnost, že obdobně jako u výroby oceli mají oba soubory Slévárny A (VZ 8, VZ 9) velice podobný tvar s tím, že jsou obě křivky o cca 100 Kč/t posunuty - i když se jedná o tavení na EOP a IP. Podobnost tvaru podtrhuje téměř shodný (velice vysoký) variační koeficient (10,3 % a 11,0 %) obou souborů – viz tab. VIc, ř. 10 sl. 11. Dále poměrně rozsáhlý (a velice podobný) interval spolehlivosti průměrů blízký ($\pm 51,3$ Kč/t a $\pm 48,4$ Kč/t) – sl. 4.

Poznámka : ve zpracovacích nákladech VZ 8 (podobně jako u při výrobě oceli) v grafu 3c nejsou zahrnuty náklady na grafitové elektrody.

Do značné míry podobný tvar obou křivek v celém jejich průběhu nelze vysvětlit podobně jako při výrobě oceli existencí náhodných jevů. Možné vysvětlení může spočívat kupříkladu v existenci obdobných pracovních režimů u obou tavicích agregátů, které jsou natolik intenzivní, že zastíní technologickou odlišnost obou pochodů. Proto v dalším kroku šetření bude vhodné separátně posoudit tavby obou pochodů v oblasti hlavních nákladových vrcholů.

a) Tavicí elektrická energie

Technologická a vedlejší energie představuje ze zpracovacích nákladů u VZ 9, 10 a 11 cca 72 až 75 %. U VZ 8 (EOP) energie činí ze zpracovacích nákladů 50 a u VZ 7 cca 42 %. Elektrická energie na tavení dosahuje z veškeré energie až 95 %.

Pozoruhodné je, že spotřeby u porovnávaných VZ (VZ 8 685,3 kWh/t, VZ 9 742,9 kWh/t a VZ 10 758,9 kWh/t a VZ 11 764,1 kWh/t) - tab Vc ř. 16 - jsou oproti běžným spotřebám tavicí energie na těchto agregátech významně vyšší. Připomeňme si opět, že v souborech jsou zařazeny běžné tavby, kde maximální prostoj dosahoval 60 min.

Vykázaná spotřeba el. energie u VZ 7 na IP ve výši 662,9 kWh/t je relativně nižší. Situace u tohoto výrobního způsobu je taková, že vlastní tavení trvá 4,8 hod. Poté se kov udržuje v IP na teplotě a postupně očkuje a modifikuje v autoklávu. Tato operace v průměru trvá dalších 5,7 hod. To znamená, že vlastní perioda trvá v průměru 10,5 hodiny. Bylo tedy konstatováno, že získané měrné hodnoty spotřeb nemusí odpovídat reálné skutečnosti.

Porovnáváme-li intervaly spolehlivosti průměrů – tab. VIc sl. 4, ř. 16, zjišťujeme, že jsou VZ 8 (EOP) a VZ 9 (IP) téměř obdobné ($\pm 24,8$ kWh/t u EOP, $\pm 27,2$ kWh/t u IP) a neúměrně široké. Tomu také odpovídají vysoké variační koeficienty (tamtéž, sl. 11- 13,1 %, 14,5 %).

Grafické znázornění relativních četností na obr. 4c u VZ 8 a 9 také naznačuje jistou podobnost tvaru (obdobné dva hlavní vrcholy s jistým posunutím téměř o cca 100 kWh/t). Tomu do jisté míry odpovídá i rozdíl v průměrných hodnotách. Oba soubory jsou na rozdíl od ostatních VZ charakterizovány výrazně plochými křivkami relativních četností s nízkou špičatostí.

Tři následující VZ jsou relativně „kompaktnější“, křivky se vyznačují jedním hlavním maximem.

Hmotnost tavby u sledovaných VZ se pohybuje od 3,8 t do 7,0 t (tab. Vc, ř. 12). je tedy zřejmé, že není mezi VZ tak výrazný rozdíl jako při výrobě oceli.

b) Ostatní nákladové položky zpracovacích nákladů

Z ostatních nákladů na sebe do jisté míry poutá pozornost spotřeba žáruvzdorného materiálu. Pozoruhodný je námět relativního rozdílu mezi VZ 9 na jedné straně a VZ 10 a 11 kde je konstatovaný nákladový rozdíl více než 40 Kč/t. Prakticky poloviční měrné náklady vykazuje VZ 7 (cca 30 Kč/t).

U nákladů na měření se zjišťují nezanedbatelné rozdíly mezi VZ 7, 8 a 9 (náklady 45,9 Kč/t – 62,4 Kč/t) oproti VZ 10 a 11 (cca 96 Kč/t). Jedná se o opakované použití měřicí sondy a o různý počet měření.

Z ostatních nákladů jsou významné rozdíly v nákladech na mzdy osádky. Významně se odlišuje náklad 793 Kč/t u VZ 7. U ostatních VZ náklady na mzdy kolísají mezi 16 Kč/t až 175 Kč/t. Při podrobnějším šetření u VZ 7, které bylo provedeno v průběhu řešení úkolu se zjistilo, že uvedený údaj nebyl objektivně podložený. Odpovídající hodnota činí 198 Kč/t, což je do jisté míry v souladu s dalšími VZ.

U VZ 10 a 11 nebylo možné náklady ekologického charakteru z podkladů akciové společnosti v dané době s dostatečným stupněm věrohodnosti zjistit. Proto nejsou v našem šetření vykázány.

Významný vliv na náklady tavby zejména zpracovací má doba tavby.

c) Doba tavby

V tab. VIc v řádku 14 jsou uvedeny potřebné údaje k posuzování doby tavby. Zjišťujeme, že soubory VZ 8 (EOP) a VZ 9 (IP) ze Slévárny A tvoří s vykázanou dobou tavby (141,2 min u EOP a 164,8 min u IP) jednu skupinu. Za ní následují VZ 7 s 288 minutami a VZ 10, 11 s 368 a 377 minutami.

Na obrázku 6c jsou zřejmé prakticky pro všechny VZ zřetelné a v zásadě oddělené křivky relativních četností. Pozoruhodné je, že „kompaktní“ a relativně vysoce uspořádané soubory vykazují vysoký stupeň variability. To dokládají variační koeficienty, které se pohybují od 11,4 % do 18,7 %. U VZ 7 dokonce variační koeficient dosahuje 30,3 % (sl. 11).

Intervaly spolehlivosti u VZ Slévárny A se pohybují od $\pm 7,3$ min do $\pm 7,9$ min. U obou VZ Slévárny D tedy 10 a 11 jsou tyto intervaly spolehlivosti téměř dvojnásobné ($\pm 12,1$ min a $\pm 18,2$ min).

Přes to, že tvar křivek relativních četností dob taveb vykazuje do jisté míry větší míru uspořádanosti nemůžeme být spokojeni s neúměrnou dobou taveb. Je třeba mít na paměti, že neúměrně dlouhé doby tavby, které na sebe zákonitě váží potřebné pracovní síly, náklady na výdusky, zvýšenou spotřebu elektrické energie, neumožňují pružnou reakci na okamžitou situaci v provozu atd. Tyto skutečnosti si vynucují zvážit buď zásadní intensifikaci agregátů, kupříkladu instalací výkonnějších transformátorů a měničů nebo dokonce výměnou za nový nebo „reparovaný“ agregát. Tento podnět se týká prakticky všech posuzovaných VZ s IP.

d) Hmotnost tavby (odlitý tekutý kov - kg/tavbu)

Hmotnost tavby do jisté míry ovlivňuje výši nákladů zejména zpracovacích. Z tab. Vc ř. 12 je zřejmé, že průměrná hmotnost tavby se pohybuje od 3,8 t do 7,09 t. Dávky kovu v autoklávu dosahují cca 0,76 t. Z obr. 7c zjišťujeme, že křivky relativních četností vykazují vysokou míru špičatosti. Křivky mají pouze jeden hlavní vrchol a také jejich intervaly spolehlivosti průměrů jsou relativně úzké (od $\pm 29,1$ kg/t do $\pm 94,3$ kg/t) – tab. VIc, ř. 12, sl. 4. Také variační koeficienty jsou relativně v nižších oblastech (od 2,7 % do 5,8 %).

Z uvedeného je zřejmé, že tavby LKG jsou relativně ustálené a nebudou mít významnější vliv na variabilitu nákladů.

3.1.3.3 Shrnutí závěrů zjištěných u výrobních způsobů „LKG“

a) Neúplné vlastní náklady

- NVN u pěti hodnocených výrobních způsobů se pohybují od 7 108 Kč/t až do 7 653 Kč/t
- Pozoruhodné je, že VZ 8 (EOP Slévárna A) je sice vůči svému „sesterskému“ VZ 9 (IP) o 271 Kč/t dražší, ale vůči všem dalším VZ s IP je vždy levnější.
- Již to samo svědčí o skutečnosti, že u všech VZ s IP musí být nevyužité významné možnosti nákladové redukce.
- U všech porovnávaných VZ (s výjimkou VZ 7) se konstatuje výskyt rozsáhlých plochých křivek relativních četností NVN s nevýraznými maximy
- Dále se zjistila vysoká měnlivost (vysoký variační koeficient a relativně široké rozmezí intervalu spolehlivosti průměrů)

b) Vsázka a přísady

- U vsázky a přísad se konstatuje rozdíl mezi nejvyššími NVN a nejnižšími 973 Kč/t, což činí téměř 20 %
- u všech VZ (i u VZ 8) je nezbytné posoudit a pokusit se o optimalizaci vsázky s cílem kupříkladu snížit průsadu drahého pevného surového železa.
- dále je nutné se zaměřit na technologickou kázeň vsázkařů
- náklady na kovové přísady se pohybují od 48,6 Kč/t (u VZ 8) až po 152,1 Kč/t (u VZ 11)
- doporučení u nákladů na kovové přísady souvisí těsně se skladbou vsázky – optimalizace nákladů obou skupin
- byly porovnány tři metody modifikace a očkování
- nákladově nejnáročnější se ukázala polévací metoda v licí pánvi (1 010 Kč/t až 1 091 Kč/t), dále následuje polévací metoda v modifikační pánvi (884 Kč/t – 896 Kč/t) a nákladově nejpříznivější je ponořovací metoda v autoklávu (527 Kč/t)
- následně bude potřebné podrobně posoudit možnosti nákladových úspor u jednotlivých metod (zejména je do jisté míry překvapující významný nákladový rozdíl u obou variant polévací metody)
- u předváhy se konstatuje jisté zvýšení u VZ 7 a VZ 10
- hodnota vykázané předváhy u VZ 9 (IP) ve výši 1 058,2 kg/t je charakterizována jako extrémní
- předváha u VZ 8 (EOP) ve výši 1 049 kg/t se hodnotí jako vysoká
- bude nezbytné podrobné prošetření příčin, které způsobují nevyhovující ukazatele předváhy

c) Zpracovací náklady

- Vykázaný rozdíl u zpracovacích nákladů nejlevnějšího a nejdražšího VZ je cca 700 Kč/t, což odpovídá téměř 43 %
- Obdobně jako u zpracovacích nákladů výroby oceli mají VZ 8 a VZ 9 podobný průběh křivky relativních četností
- Tato podobnost vybízí k hledání příčin, které tento stav způsobují
- Zjištěné spotřeby tavicí elektrické energie, které se pohybují od 685,3 kWh/t až po 764 kWh/t jsou oproti běžným spotřebám významně vyšší.
- Jistou výjimku lze konstatovat u VZ 7 se 662,9 kWh/t
- Konstatuje se však, že vzhledem k prakticky 10,5 hod trvající době tavby a udržování kovu na teplotě nemusí tato hodnota odpovídat reálné skutečnosti

- Doporučuje se podobně jako u výroby oceli provedení komplexní prověrky elektrických částí el. pecí a používaných energetických režimů
- Dále byly konstatovány nákladové rozdíly u nákladů na žáruvzdorný materiál a náklady na měření s příslušnými doporučeními
- Zejména u VZ 7,10 a 11 se konstatuje dlouhá doba tavby
- Doporučuje se proto zvážení provedení zásadní intenzifikace nebo posouzení možnosti instalace nových výkonnějších nových nebo „reparovaných“ tavicích agregátů
- Hmotnosti tavby jsou oproti VZ vyrábějících ocel podstatně stabilnější a nezpůsobují proto zásadní zvýšení variability sledovaných NVN

3.1.4 Shrnutí závěrů nákladového porovnání výrobních způsobů „OCEL“, „LLG“ a „LKG“

3.1.4.1 Odhad potenciálního prostoru ke snížení nákladů

Pro rámcovou představu o možnostech nákladových úspor u sledovaných VZ mohou být jistým vodítkem horní a spodní nákladové meze zjištěné předkládaným šetřením.

Jak vyplývá z tab. VIII, odchylky mezi nákladově nejnáročnějšími výrobními způsoby (měřeno NVN) a nejlevnějšími se pohybují *od 545 Kč/t u LKG až do 948 Kč/t u LLG a i oceli*. V relativním vyjádření se to pohybuje od 8 % do 17 % (vztaženo ke spodní mezi nákladů). Viz ř. 1-3 tab. VIII.

Toto rozmezí určuje potenciální prostor k možným nákladovým úsporám.

U nákladů na vsázku a přísady je situace do jisté míry obdobná. Nákladový rozdíl mezi nejdražšími a nejlevnějšími výrobními způsoby se pohybuje *od 435 Kč/t u LLG až po 973 Kč/t u LKG*. V relativním vyjádření se možný potenciální prostor využitelný pro nákladové úspory pohybuje od 9 % do 19 % - viz ř.4 –6, tab. VIII.

U nákladů zpracovacích se rozdíly mezi oběma mezními hodnotami pohybují *od 451 Kč/t u oceli až po 699 Kč/t u LKG*. V poměrovém vyjádření zjistíme, že zjištěná odchylka činí 23 % až 149 %.

Z uvedeného je zřejmé, že potenciální prostor ke snižování nákladů je nemalý. Lze říci, že tento prostor existuje prakticky u všech porovnávaných výrobních způsobech. Toto konstatování potvrzují výše uvedené závěry z podrobné analýzy výrobních způsobů.

3.1.4.2 Obecné porovnání nákladů tekuté fáze

Při porovnávání nákladů na výrobu tekuté oceli, LLG a LKG se nemůžeme nezmínit o vzájemných nákladových proporcích těchto skupin.

Z tab. VIII ř. 1 –3 vyplývá, že nákladově nejnáročnější je tekutá fáze LKG. Jak je uvedeno neúplné vlastní náklady se pohybují v rozmezí 7108 Kč/t až do 7653 Kč/t. Průměrná hodnota porovnávaných NVN ze všech tří VZ činí 7452,3 Kč/t.

Následují náklady na výrobu oceli, které se pohybují v rozmezí 5704 Kč/t až 6651 Kč/t. Opět průměrná hodnota ze tří sledovaných VZ je 6158,7 Kč/t.

Nákladově nejméně náročná je výroba LLG. Její mezní hodnoty jsou 5440 Kč/t až 6388 Kč/t. Aritmetický průměr sledovaných VZ činí 5947,6 Kč/t.

Porovnáme-li námi vypočtené střední hodnoty pro jednotlivé druhy tekutého kovu pak docházíme k následujícímu závěru:

- náklady na ocel jsou oproti LLG dražší o 211,4 Kč/t, což odpovídá 3,5 %
- náklady LKG jsou oproti oceli nákladově náročnější o dalších 1293,6 Kč/t, což tvoří vůči oceli 21 %.

K uvedenému rámcovému nákladovému porovnání je třeba připomenout, že intervaly rozpětí nákladů na výrobu oceli a LLG se asi ze 70 % překrývají.

Tyto zjištěné informace o nákladové rozdílnosti tekuté fáze lze použít pro úvahy v záměrech jednotlivých sléváren.

3.1.4.3 Využití výsledků předkládané studie

Je třeba připomenout, že předkládaná práce se nemohla detailně věnovat všem dílčím problémům jednotlivých posuzovaných výrobních způsobů. To také nebylo její poslání a záměr. Také hloubka doporučení a námětů je rozdílná. U VZ „OCEL“ a „LKG“ mají autoři rozsáhlé zkušenosti s ekonomickými analýzami, proto náměty a doporučení jsou konkrétnější. Poněkud odlišná je situace u LLG, kde se předmětné nákladové porovnání provádí v podmínkách České republiky prakticky poprvé. Proto také návrhy a doporučení mají v řadě případů spíše charakter vytýčení problémů nebo upozornění na možnosti nákladových úspor.

Předložená studie obsahuje také řadu podkladů v tabulkách zejména statistického charakteru (viz tabulky řady VI), které nebyly v této studii v plném rozsahu využity. Tyto údaje spolu s detailními podklady předanými slévárnám tvoří datový základ pro následující etapu prací v jednotlivých slévárnách. Jejím výsledkem by měl být soubor konkrétních návrhů k etapovitému snížení nákladů. A to by měl být nejdůležitější výsledek jednorocní práce řešitelského kolektivu.

Zjištěných výsledků je vhodné využít ještě v dalších dvou oblastech. První je možné použití pro další tavníky a slévárny. Slévárny a tavníky mohou získat informace jaké jsou potenciální možnosti úspor nákladů v obecné podobě. Dále mohou získat praktický návod k provedení obdobné nákladové analýzy.

Druhé využití je informace široké slévárenské veřejnosti o situaci v nákladovosti tavení tekuté fáze. K tomu se nabízí možnost jednak uspořádat seminář, kde by metoda nákladové analýzy byla podrobně vysvětlena. Dále by byli účastníci detailně seznámeni s praktickým postupem šetření a s dosaženými výsledky.

3.1.4.4 Naznačení dalšího postupu

Tavení tekutého kovu je první fází výroby odlitku. Proto je nezbytné v nákladové analýze pokračovat a v dalším šetření se zaměřit na posouzení nákladové náročnosti výroby odlitků v dalších fázích, jedná se o přípravu formovacích směsí, vlastní formování, lití kovu atd.

Výsledkem musí být komplexní nákladové porovnání celé škály nákladů na odlitek na bázi železa.

Následující práce budou podmíněny v první řadě sestavením vhodné metodiky, která umožní provést zjištění nákladů na vybranou kalkulační jednici (reprezentanta) příslušného výrobního způsobu vlastní dané slévárně.

Pro další práce by bylo vhodné využít stávajícího řešitelského kolektivu, který se vytvořil a do jisté míry úspěšně ověřil svoje možnosti v této etapě prací.

4.0 ZÁVĚR

Zpráva se v úvodní části zaměřuje na sestavení vhodné *metodiky nákladové analýzy* posuzovaných výrobních způsobů. Řeší zajištění potřebné vypovídací úrovně vstupních dat. Dále se zaměřila na podrobné rozpracování kalkulačního vzorce pro nákladové porovnání VZ. vymezuje pojem *výrobního způsobu* u tekuté fáze. V metodické části se také stanovují zásady pro dosažení jednotné cenové hladiny u porovnávaných VZ.

V následující části je *zevrubně popsáno všech jedenáct porovnávaných výrobních způsobů*.

Pro ocel to jsou VZ 1–3. VZ 1 taví ocel na EOP v podmínkách Slévárny A. Podobně VZ 2 využívá ve stejné slévárně IP k výrobě tekuté fáze. Výrobní způsob 3 taví ocel na IP v podmínkách slévárny B.

LLG je charakterizována VZ 4 (KP ve Slévárně C), dále VZ 5 taví litinu na KP ve Slévárně A. Slévárna D je zastoupena VZ 6 s výrobou LKG v KP dohotovenou v IP.

LKG se vyrábí na IP ve Slévárně C a očkuje a modifikuje v autoklávu. VZ 8 (EOP Slévárna A) a VZ 9 (IP Slévárna A) zastupují spolu s VZ 10 (IP Slévárna D) a VZ 11 (IP Slévárna D) zbylé výrobní způsoby.

Vlastnímu hodnocení VZ předchází detailní popis statistických charakteristik, které byly pro nákladovou analýzu vypočteny.

U porovnávaných VZ „OCEL“ se zjistil rozdíl u NVN (odchylka nejdražšího od nejlevnějšího) ve výši 947 Kč/t (17 %). Dále se dokládá nákladová výhodnost tavení oceli na IP oproti EOP.

Prakticky u všech sledovaných nákladových druhů se konstatuje možnost nákladových úspor. Stať je doplněna řadou doporučení a námětů.

Výrobní způsoby „LLG“ vykazují nákladové pásmo potenciálních úspor v rozsahu 948 Kč/t (17 %). Při formulaci námětů na řešení nebo možných problémů, jejichž řešení může mít za následek nákladové snížení, je zdůrazněno zejména komplexní optimální řešení nákladů na vsázku a přísady.

U VZ tavení „LKG“ se konstatuje nákladový prostor mezi nejlevnějším a nejdražším výrobním způsobem ve výši 545 Kč/t (8 %). Nákladová analýza VZ je doplněna nákladovým porovnáním tří metod modifikace a očkování. Nákladově nejpříznivější se jeví ponořovací metoda v autoklávu (527 Kč/t) oproti nákladově nejnáročnější polévací metodě v lici pánvi 1010 Kč/t až 1 091 Kč/t.

V práci se upozorňuje na řadu vzniklých problémů a doporučení na zlepšení nákladových charakteristik (vysoké hodnoty předváž, zvýšené spotřeby elektrické tavicí energie, rozdílné spotřeby žáruvzdorného materiálu atd.).

Studie dále posuzuje u všech tří druhů sledovaných tekutých fází potenciální prostor na nákladové úspory. Dochází se k závěru, že u všech sledovaných VZ se u NVN tento prostor pohybuje od cca 550 Kč/t do cca 950 Kč/t.

Ve studii se dále konstatuje, že nejnižší náklady vykazuje LLG (5 947,6 Kč/t), dále následuje ocel (6 148,7 Kč/t). Nákladově nejnáročnější je LKG s 7 452,3 Kč/t.

Využití výsledků studie pro jednotlivé zainteresované slévárny spočívá zejména v tom, že s pomocí všech informací, které jsou v ní obsaženy a následného detailního posouzení priorit a vlastních možností slévárny si vytvoří konkrétní plán zavedení detailních opatření, které povedou ke snížení nákladové náročnosti výrobního procesu.

Dále se jeví využití předložené práce pro širokou slévárenskou veřejnost jako námět k vlastní racionalizaci práce.

V závěru práce se navrhuje její pokračování v oblasti sledování celkových nákladů na výrobu odlitků. Jako vhodné se jeví využití ověřeného stávajícího řešitelského kolektivu k dalšímu rozpracování této problematiky.

5.0 LITERATURA

1. Martínek L., Kafka V., Bůžek Z., Fila P., Kopecký L.: Postup sledování nákladů v reálném čase v ocelárně ŽĎAS a.s., in sborník „Sekundární metalurgie na prahu nového století“, s.185 – 198, dne 6 –8.10.1999, Velké Losiny, ISBN 80 – 238 – 4618 – 3
2. Bail V., Kafka V., Bůžek Z., Hon V., Slováček J., Beňa M., Daňko I.: Zavádění metody sledování nákladů v reálném čase v ocelárně I a.s. VÍTKOVICE a.s., dtto, str.199 –208
3. Šenberger J., Kafka V., Bůžek Z., Stránský K., Vondrák V.: Technicko-ekonomické podmínky substituce oceli litinou s kuličkovým grafitem, Slévárství 8 –9, 1997, s.335-340
4. Kafka V., Šenberger J., Szmek V., Palán P., Filip J.: Problematika nákladového porovnání odlitků vyráběných z ocelí a různých druhů litin, in sborník 14.celostátní konference „Výroba a vlastnosti oceli na odlitky a tvárné litiny“, s.55 – 65, dne 12.-13..9.2000, Brno, ISBN 80-238-5802-5