

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA EKONOMICKÁ

Bakalářská práce

Analýza efektivnosti podnikových výrobních procesů

An analysis of the efficiency of business processes

Zuzana Suchá

Cheb 2015

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta ekonomická

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Zuzana SUCHÁ**
Osobní číslo: **K14B0485P**
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Podniková ekonomika a management**
Název tématu: **Analýza efektivnosti podnikových výrobních procesů**
Zadávací katedra: **Katedra podnikové ekonomiky a managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Charakterizujte vybraný podnik od jeho založení do současnosti a uveďte výsledky jeho hospodaření v posledních letech.
2. Popište hlavní výrobní procesy ve vybraném podniku.
3. Přibližte a zkoumejte určitou část výrobního procesu ve vybraném podniku a její specifika.
4. Analyzujte efektivnost určité části výrobního procesu ve vybraném podniku a její vlivy na hospodaření podniku.
5. Vyhodnoťte provedenou analýzu.
6. Navrhněte na případná zlepšení.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 60 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- **CHRÁST, Jaroslav.** *Slévárenská zařízení.* Brno: CERM, 2006. ISBN 80-7204-456-7.
- **MICHNA, Štefan a kol.** *Encyklopedie hliníku.* Prešov: Adin, 2005. ISBN 80-89041-88-4.
- **SYNEK, Miroslav, KISLINGEROVÁ, Eva a kol.** *Podniková ekonomika.* Praha: C. H. BECK, 2010. ISBN 978-80-7400-336-3.
- **SYNEK, Miloslav a kol.** *Manažerská ekonomika.* Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-3494-1.
- **TOMEK, Gustav, VÁVROVÁ, Věra.** *Řízení výroby a nákupu.* Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1479-0.

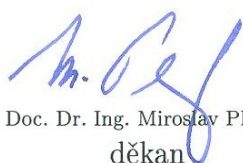
Vedoucí bakalářské práce:

Dr. Ing. Jiří Hofman

Katedra podnikové ekonomiky a managementu

Datum zadání bakalářské práce: 25. října 2014

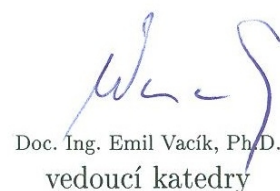
Termín odevzdání bakalářské práce: 24. dubna 2015



Doc. Dr. Ing. Miroslav Plevný
děkan



L.S.



Doc. Ing. Emil Vacík, Ph.D.
vedoucí katedry

V Chebu dne 25. října 2014

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma

„Analýza efektivnosti podnikových výrobních procesů“

vypracovala samostatně pod odborným dohledem vedoucího bakalářské práce za použití pramenů uvedených v příložené bibliografii.

Cheb dne.....

.....
podpis autora

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu bakalářské práce panu Dr. Ing. Jiřímu Hofmanovi za odborné vedení, které mi poskytl při zpracování této práce.

Tato bakalářská práce mohla vzniknout ve společnosti Slévárna HEUNISCH, a. s. díky panu Ing. Josefu Vargovi, za což mu moc děkuji.

Za cenné rady a připomínky děkuji panu Clausu Steffenovi.

Zároveň děkuji panu Petru Datlovi za velice přátelský a vstřícný přístup, ochotu, spolupráci a za poskytnutí cenných informací, díky nimž jsem se mohla touto tematikou ve své bakalářské práci zabývat.

Obsah

ÚVOD.....	9
1 CHARAKTERISTIKA PODNIKU OD JEHO ZALOŽENÍ DO SOUČASNOSTI.....	11
1.1 Hospodaření podniku v letech 2008 až 2012.....	13
2 HLAVNÍ VÝROBNÍ PROCESY.....	22
2.1 Konstrukce slévárenského nářadí.....	22
2.1.1 Kokily.....	22
2.1.2 Simulace tuhnutí.....	22
2.1.3 Jaderníky.....	23
2.1.4 Tlakovací přípravky.....	23
2.2 Výroba kokil a jaderníků.....	24
2.2.1 Materiál.....	24
2.2.2 Obrábění.....	24
2.2.3 Poskládání.....	24
2.2.4 Testování.....	24
2.3 Tavení.....	25
2.3.1 Popis procesu tavení.....	25
2.4 Výroba pískových jader.....	26
2.5 Odlévání.....	26
2.6 Výrobní procesy cídírny.....	26
2.7 Mechanické obrábění odlitků.....	28
2.8 Praní odlitků.....	28
2.9 Výstupní kontrola a balení.....	29
2.10 Expedice.....	29
3 TAVENÍ, LITÍ.....	30
3.1 Hliník.....	30
3.1.1 Historie používání hliníku a jeho slitin.....	30
3.1.2.1 Mechanické vlastnosti.....	32
3.1.2.2 Technologické vlastnosti.....	32
3.2 Tavení.....	33

3.2.1 Stanovení poměru přípustného obsahu vratného materiálu u odlitků.....	34
3.2.2 Vměstky ve slitinách hliníku.....	34
3.2.3 Rafinace taveniny.....	35
3.2.3.1 Krycí přípravky.....	35
3.2.3.1 Rafinační přípravky.....	35
3.2.4 Kontrola kvality slitin.....	35
3.2.4.1 Průběh a řízení dokumentace slitinových analýz z tavicích pecí.....	36
3.2.4.2 Provozní kontrola taveniny.....	36
3.2.5 Tavicí a udržovací pece.....	37
3.2.5.1 Požadavky na tavicí pece.....	37
3.2.5.2 Vytápění pecí.....	38
3.2.5.3 Druh pecí – komorové pece.....	38
3.3 Lití.....	39
3.3.1 Příprava materiálu před litím.....	39
3.3.2 Některé přísadové prvky a nečistoty ve slitinách hliníku.....	40
3.3.2.1 Křemík.....	40
3.3.2.2 Nikl.....	40
3.3.2.3 Zinek.....	40
3.3.2.4 Titan.....	40
3.3.3 Modifikace eutektika slitin hliníku.....	41
3.3.3.1 Modifikace sodíkem.....	41
3.3.3.2 Modifikace stronciem.....	41
3.3.4 Odplyňování hliníkových slitin.....	42
3.3.4.1 Odplyňování soli.....	42
3.3.4.2 Aplikace plyných prostředků.....	43
3.3.5 Naplynění taveniny a redukce staženin.....	43
3.3.5.1 Příklady používaných naplyňovacích prostředků.....	43
3.3.6 Kontrola odlitků a opravy vad.....	44
3.3.7 Druhy odlévání a příklady odlitků.....	44
3.3.7.1 Gravitační lití.....	45
3.3.7.2 Sklopné lití.....	45
3.3.7.3 Nízkotlaké lití.....	46
4 ENERGETICKÁ NÁROČNOST TAVICÍCH PECÍ A UDRŽOVACÍCH KELÍMKŮ..	48

4.1 Hospodaření středisek tavnírní a slévárny.....	48
4.1.1 Celkové náklady tavnírní během posledních 5 let.....	48
4.1.2 Celkové náklady slévárny během posledních 5 let.....	49
4.1.3 Propal.....	51
4.1.3.1 Propal 2010.....	51
4.1.3.2 Propal 2011.....	52
4.1.3.3 Propal 2012.....	53
4.1.3.4 Propal 2013.....	54
4.1.3.5 Souhrnný propal za poslední 4 roky.....	55
4.1.3.6 Souhrnný propal za poslední 4 roky vyjádřený v Kč.....	56
4.2 Spotřeba elektrické energie a zemního plynu.....	57
4.2.1 Cena energií ve společnosti Slévárna Heunisch, a. s. v posledních letech.....	57
4.2.1.1 Elektrická energie.....	57
4.2.1.2 Zemní plyn.....	57
4.2.2 Celková spotřeba energií ve Slévárně Heunisch, a. s.....	58
4.2.3 Spotřeba energie na ruční lití.....	60
4.2.4 Spotřeba elektrické energie v závislosti na produkci.....	60
4.2.5 Spotřeba zemního plynu v závislosti na produkci.....	65
4.3 Porovnání energetické náročnosti původní a nové tavnírní pece.....	69
4.4 Rozbor spotřeba elektrické energie v udržovacích pecích.....	74
4.4.1 Rozbor spotřeby elektrické energie prováděný v srpnu 2013.....	76
4.4.2 Rozbor spotřeby elektrické energie prováděný v říjnu 2013.....	78
4.4.3 Porovnání spotřeby elektrické energie s použitím izolačního materiálu a bez izolačního materiálu během dvou období.....	80
4.5 Rozbor spotřeby elektrické energie v klasické udržovací peci a v udržovací peci LAC.....	81
5 NÁVRH NA VYLEPŠENÍ UDRŽOVACÍCH PECÍ NA SLÉVÁRNĚ.....	84
5.1 Elektrická udržovací pec PTE Mk.II.....	84
5.1.1 Technické parametry.....	84
5.1.2 Vybavení udržovací pece.....	85
5.1.3 Dodatečné údaje o udržovací peci.....	87
5.2 Výhody udržovací pece TP 500/09 Mk.II.....	88
5.2.1 Zajímavost.....	89

ZÁVĚR.....	90
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	91
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	93
SEZNAM TABULEK.....	95
ABSTRAKT (v českém jazyce).....	97
ABSTRACT (v anglickém jazyce).....	98

Úvod

V dnešní vysoce konkurenční době se setkáváme s obrovským počtem společností, které jsou hnacím motorem ekonomiky jednotlivých států. Společností, které zaměstnávají stovky zaměstnanců, generují ohromné zisky, a které hrají důležitou roli na trhu. Zda jsou či nejsou efektivní a do budoucna perspektivní můžeme spekulovat, nebo si udělat vlastní názor nahlédnutím do finančních výkazů.

Pro tuto bakalářskou práci si autorka vybrala Slévárnu HEUNISCH, a. s. Krásná. Tato společnost patří do skupiny Giesserei Heunisch, která má celkem 4 pobočky, z toho 2 v České republice. Díky tomu, že odlévá hliníkové odlitky v nejvyšší kvalitě, což považuje za svou tradici, nadále roste a expanduje. Skupina Heunisch si získala po celém světě velmi dobré jméno také svou podnikatelskou spolehlivostí. Vděčí za to především naprosté integritě, na níž je založena veškerá její obchodní činnost. Jejím cílem je dosažení vysoké podnikatelské kultury založené na vzájemném respektování, porozumění a ochotě ke spolupráci. V době hospodářské krize to prokázala svým vřelým přístupem k zaměstnancům. Aby firma „přežila“, místo rozsáhlého propouštění zaměstnanců, jak tomu bylo u jiných firem, zvolila odlišnou strategii. Jednalo se o zkrácení pracovního poměru (na 4 pracovní dny), a tím i snížení mzdových nákladů o 20% na každého zaměstnance.

To však nejsou jediné důvody autorčina výběru. Slévárna HEUNISCH, a. s. jí je i velmi blízká. Měla možnost v této společnosti absolvovat několik brigád a školních praxí. Převážně se jednalo o výpomoc ve finanční účtárně, ale i na personálním, nebo odbytovém oddělení. Tím pádem zná velmi dobře ekonomickou a finanční část podniku, a prostřednictvím bakalářské práce dostala možnost poznat i samotnou výrobu.

Nosným pilířem podniku je množství a kvalita vyrobených hliníkových odlitků. Z toho důvodu se zaměřila na podniková střediska tavnou a slévárnu, kde jsou k provozu tavicích pecí a kelímků vynakládány obrovské náklady na elektrickou energii a zemní plyn.

Cílem bakalářské práce je zhodnotit energetickou náročnost tavicích pecí a udržovacích kelímků, a na základě zjištěných výsledků navrhnout úsporných opatření.

V teoretické části jsou vymezeny základní údaje o podniku, jeho historie a hospodaření v jednotlivých letech. Větší část je pak věnována hlavním výrobním procesům a podrobnému popisu tavení a lití.

Praktická část je rozdělena do několika oblastí. V první z nich je uvedeno hospodaření podnikových středisek tavní a slévárny, rozbor cen energií vyjednaných přímo pro tento podnik a rozbor spotřeby elektrické energie a zemního plynu obou středisek v závislosti na produkci.

Dále jsme se zabývali rozborů:

- porovnáním energetické náročnosti staré tavní pece a pece nové, přičemž autorka porovnává průměrnou spotřebu zemního plynu v m³ na 1 t nataveného materiálu
- rozbor spotřeby elektrické energie v udržovacích pecích v období dvou víkendů s izolačním materiálem a bez izolačního materiálu
- rozbor spotřeby elektrické energie v klasické udržovací peci a v nové udržovací peci (LAC) s uzavíratelným víkem.

U jednotlivých rozborů je zároveň i jejich vyhodnocení. V závěru práce je navrženo opatření na úsporu energetické náročnosti udržovacích kelímků.

1 Charakteristika podniku od jeho založení do současnosti

Obec Krásná u Aše leží v ašském výběžku 24 km severozápadně od Chebu v těsné blízkosti hranice s Německem. V objektech dřívější továrny Carl Fleissner (strojírna, železné konstrukce a slévárna litiny, která existovala již počátkem 20. století) a bývalé textilní továrny Wolfrum, byl koncem padesátých let pověřen podnik METAZ Týnec nad Sázavou vybudováním nového metalurgického provozu. Jednalo se o slévárnu, která byla zaměřena na odlévání formovacích rámců pro pískové slévárny z hliníkových slitin. Realizací úkolu byl pověřen závod Metalis Nejdek. Po nejnútnejších úpravách objektů bylo v listopadu 1960 zahájeno zkušební odlévání prvních odlitků. V následujícím roce bylo vyrobeno 240 t odlitků, litých do pískových forem, na nichž se podílelo 36 pracovníků.

Od roku 1966 byla továrna začleněna přímo do podniku METAZ Týnec, přičemž došlo v letech 1967 – 1970 ke změně výrobního programu. Na přechodnou dobu byla zajišťována spolu s kokilovými odlitky finální výroba pístů (odlévání i opracovávání pístů pro traktorové motory a motory maloobjemových motocyklů). Současně proběhl vlastní vývoj s výrobou kokil i výroba pístových jader a k tomu výroba potřebných jaderníků. Po vybudování potřebných kapacit v dalších závodech našeho podniku specializovaných na výrobu pístů, byla tato výroba opět zrušena. Od této doby je závod specializován na výrobu odlitků z Al-slitiny technologií gravitačního lití do kovových forem a výrobu licích nástrojů a jejich oprav. V roce 1967 bylo vyrobeno 1100 t pístů a 500 t jiných odlitků.

V roce 1970 se stala továrna samostatným závodem METAZ Krásná s 213 pracovníky. Výrobní náplň byla zaměřena na výrobu odlitků z hliníkových slitin litých do kovových forem a na výrobu a opravu těchto forem. Odlitky byly určeny převážně pro automobilový průmysl, zbytek pro jiné podniky a výrobní družstva. K zajištění dalšího rozvoje výroby došlo k modernizaci tavicích pecí, mechanizaci odlévání do kokil. U některých drobných odlitků byla zavedena i poloautomatická zařízení. Od roku 1983 byla výroba rozšířena o novou technologii nízkotlakového lití. V roce 1985 bylo dosaženo při 270 pracovnících již výroby 3420 t odlitků. Do konce roku 1990 se továrna stala největší komerční slévárnou tohoto typu u nás.

Roku 1992 došlo k privatizaci továrny, která se stala součástí firmy Giesserei Heunisch, GmbH, Bad Windsheim a je nyní provozována jako Slévárna Heunisch, a. s., Krásná u Aše.

Výrobní program zůstal v podstatě zachován, jsou vyráběny odlitky z hliníkové slitiny typu silumin o hmotnosti do 35 kg v rozsahu 1600 až 2000 t ročně. Vyrábí se technologií gravitačního nebo nízkotlakového odlévání do kovových forem s pískovými jádry hotovenými metodou Cold Box. Odlitky jsou dodávány včetně tepelného zpracování, povrchových úprav a obrábění, jsou určeny převážně pro export.

Odlitky jsou dále zušlechťovány tepelným zpracováním, povrchovou úpravou a od roku 1994 i obráběny na moderních obráběcích CNC strojích, se zajištěním kvality ISO 9001 a od roku 2004 i ISO 14001. Produkce slévárny směřuje z 85% do zemí Evropské unie, zbývajících 15% na domácí trh.

K nárůstu počtu nově zřízených pracovních míst a rozšíření výroby významnou měrou přispělo zavedení, ve slévárně do té doby nepoužívané technologie - CNC obrábění odlitků. Dodávání obrobenech dílů přímo k montáži u zákazníka se po roce 1990 stalo významným trendem, se kterým chtěla společnost rozhodně udržet krok. Proto bylo ještě v roce 1992 rozhodnuto o uskutečnění strategického záměru zavedení obrábění ve Slévárně Heunisch.

V následujících letech 1993 a 1994 proběhla rekonstrukce jednoho ze stávajících objektů, v němž byla zřízena hala CNC obrobny. Zkušební provoz se rozběhl již v září 1993; v závěru roku 1994 byl objekt, vybavený repasovanými stroji dovezenými ze SRN zkolaudován. Program obrábění odlitků ve Slévárně Heunisch byl úspěšně zahájen a naplno se rozběhl. Obráběny byly nejen hliníkové odlitky z vlastní produkce slévárny, ale i litinové odlitky z mateřské firmy Giesserei Heunisch Bad Windsheim.

V průběhu let 2008 – 2012, kdy byla celosvětová hospodářská situace silně poznamenána krizí, bylo nutno přizpůsobit výrobní a nosné programy zcela novým podmínkám tak, aby se firma na trhu nejen udržela, ale aby byla schopna především konkurovat nejen českým, ale i zahraničním slévárnám. Proto byla zrealizována zcela zásadní a rozsáhlá modernizace haly slévárny, přičemž byly instalovány nové, moderní nízkotlaké licí zařízení (3 NTL). Díky tomuto strategickému kroku se firmě otevřely velmi zajímavý severoevropský trh a Slévárna HEUNISCH, a.s. tak získala nové, velmi zajímavé zakázky. Díky nově instalovaným technologiím odlévání je možné dále rozšiřovat nabídkový program firmy a v současné době probíhá příprava realizace další modernizace a rozšíření výrobních provozů slévárny.

Jako dobrý krok se také ukázaly personální změny ve vedení slévárny a provedené reorganizace na středním článku řízení.

Slévárna Heunisch nezaostává ani na úrovni svého sociálního programu. I v tomto ohledu je nad celostátním průměrem. Svým zaměstnancům poskytuje například dodatekové dovolené, vlastní stravování, pracovníkům na slévárenských pracovištích dalších pět dní volna na rehabilitaci, odměny při významných životních a pracovních jubileích, příspěvky na ubytování a dopravu externím zaměstnancům. Svými sponzorskými a charitativními dary také podporuje kulturu a sport v místním regionu (např. pěvecký sbor, fotbalový oddíl Jiskra Aš, dětský lyžařský klub či dětský domov.

Za dvacet let své existence Slévárna Heunisch a.s., sídlící v Krásné u Aše, bezesporu prokázala, že je životaschopnou, neustále se rozvíjející firmou, která dokáže obstát v silné konkurenci světového trhu, a se kterou je třeba i do budoucna počítat jako s hospodářsky silným článkem nejen chebského regionu.

1. 1 Hospodaření podniku v letech 2008 až 2012

Akciová společnost Slévárna HEUNISCH se sídlem v Krásné (IČO 45357374) byla založena Fondem národního majetku České republiky k 30. 4. 1992. Jejím hlavním akcionářem je Giesserei Heunisch GmbH, Westheimerstrasse 8, Bad Windsheim, Německo s majoritním podílem 84,83% akcií. Ostatní akcionářské podíly činí:

0,001% - investiční podílové fondy

15,17 – drobní investoři.

Obchodní jméno: Slévárna HEUNISCH, a.s.

Sídlo: Krásná, 351 22

Právní forma: akciová společnost

Zapsáno u: Krajského soudu v Plzni
Spisová značka oddíl B, vložka 228

Předmět činnosti:

- Obráběčství
- Zámečnictví, nástrojařství
- Hostinská činnost
- Slévárenství, modelářství

Představenstvo:

- Ing. Wolfgang Heunisch
- MUDr. Christiane Heunisch-Grotz
- Ing. Ladislav Mošovský

Dozorčí rada:

- Alois Zimmermann
- Christian Gerhäuser
- Ing. Jaromír Hais

Základní kapitál účetní jednotky v současnosti činí 35.883.000 Kč.

Průměrný počet zaměstnanců během posledních let

Tabulka 1: Počet zaměstnanců

Ukazatel	Počet	Počet	Počet	Počet	Počet
Rok	2008	2009	2010	2011	2012
Zaměstnanci celkem	317	259	251	278	288

Zdroj: Výroční zpráva 2012

„Vlivem ekonomické krize se firma rozhodla v dalších letech snížit počet zaměstnanců. Zhruba od ledna 2009 do léta 2010 byla stanovena pracovní doba pouze na 4 pracovní dny, čehož následkem bylo i zřetelné snížení platů zaměstnanců. Tímto způsobem se společnost snažila vyrovnat s nedostatkem zakázek a rostoucími finančními problémy.“

Tržby v posledních čtyřech účetních obdobích

Tabulka 2: Tržby v posledních letech

Rok	Výroba odlitků	Obrábění	Tržby ostatní
2008	302.897 Kč	104.114 Kč	46.482 Kč
2009	112.897 Kč	63.985 Kč	46.069 Kč
2010	203.497 Kč	79.104 Kč	53.086 Kč
2011	300.333 Kč	90.186 Kč	49.090 Kč
2012	273.817 Kč	97.851 Kč	66.509 Kč

Zdroj: Výroční zpráva 2012

Hospodaření společnosti za rok 2008

Rok 2008 byl ve znamení středních investičních akcí. V rámci hlavních investic byl pořízen majetek za 13,6 mil. Kč. Byla zakoupena tavicí pec Balzer, dále repasovaný vstřelovací stroj na výrobu jader a proběhla rekonstrukce sociálního zařízení na slévárně. Během prvního pololetí došlo k velkému zpevnění Kč k EURŮM, což mělo vliv na finanční situaci firmy. Ve druhém pololetí došlo k oslabení měny, ale již v průběhu 4. čtvrtletí se začaly projevovat první vlivy počínající světové krize. V prosinci již došlo k poklesu objednávek proti srovnatelnému období roku 2007.

- Provozní tržby a výnosy (v Kč) v roce 2008 vzrostly o 1,41% ve srovnání s rokem 2007.
- Provozní náklady (v Kč) v roce 2008 vzrostly o 1,45% ve srovnání s rokem 2007.

Hospodaření společnosti za rok 2009

Tento rok byl v akciové společnosti poznamenán celosvětovou krizí, to se projevilo počátkem roku prudkým poklesem zakázek, který kulminoval v měsíci květnu při poklesu na 30% úrovně zakázek roku 2008. Počátkem července došlo k mírnému nárůstu, který pokračoval střídavě až do konce roku. Během roku firma získala nové zakázky, například pro firmu Volvo, ABB jejichž realizace si vyžádala investice do oblasti slévárenské technologie.

„Celý rok byl v důsledku světové krize ve znamení snižování nákladů, opatření si k udržení stávajících zákazníků a zvládnání finanční situace firmy.“

- Provozní tržby a výnosy (v Kč) v roce 2009 klesly o 51% ve srovnání s rokem 2008.
- Provozní náklady (v Kč) v roce 2009 vzrostly o 41% ve srovnání s rokem 2008.

Analýza výkazu zisku a ztráty mezi roky 2008 – 2009

Tabulka 3: Analýza výkazu zisku a ztráty 2008 - 2009

UKAZATEL (v tis. Kč)	Rok 2008	Rok 2009		Rozdíl 2009-2008
Tržby a výnosy (provozní)	453.493	222.951		- 230.542
Náklady (provozní)	408.153	241.576		- 166.577
HV hrubý - provozní	45.340	- 18.625		- 63.965
Tržby a výnosy (finanční)	18.334	10.387		- 7.947
Náklady (finanční)	40.977	23.586		- 17.391
HV hrubý- finanční	- 22.643	- 13.199		9.444
HV hrubý- celkem	22.697	- 31.824		- 54.521
Daň z příjmu	5.698	- 588		- 6.286
HV - celkem	16.999	- 31.236		- 48.235

Zdroj: Vlastní zpracování, 2014

Analýza rozvahy mezi roky 2008 – 2009

Tabulka 4: Analýza rozvahy 2008 - 2009

UKAZATEL (v tis. Kč)	Rok 2008	Rok 2009		Rozdíl 2009-2008
Aktiva celkem	217.039	180.342		- 36.697
Stálá aktiva	79.505	78.984		- 521
Oběžná aktiva	136.610	97.077		- 39.533
Ostatní aktiva	924	4.281		3.357
Pasiva celkem	217.039	180.342		- 36.697
Vlastní kapitál	179.365	147.916		- 31.449
Cizí zdroje	37.674	32.426		- 5.248
Ostatní pasiva	0	0		0
Základní kapitál	35.883	35.883		0
Vlastní kapitál	179.365	147.916		- 31.449

Zdroj: Vlastní zpracování, 2014

Hospodaření společnosti za rok 2010

Tento rok byl poznamenán dopady celosvětové krize, která firmu ovlivňovala od roku 2009. Počáteční nárůst zakázek z konce minulého roku dále plynule pokračoval během celého roku. V průběhu roku 2010 došlo k zahájení dodávek pro firmu Volvo a uvedení produkce do sériové výroby. Pro zajištění kvality byl v průběhu roku zakoupen a uveden do provozu nový rentgen.

„Celý rok 2010 byl ve znamení kontroly a snižování nákladů, například bylo uplatněno opatření zkrácení pracovní doby u všech pracovníků. Tato opatření směřovala k udržení si stávajících zákazníků a zvládnutí finanční situace firmy.“

- Provozní tržby a výnosy (v Kč) v roce 2010 vzrostly o 51% ve srovnání s rokem 2009.
- Provozní náklady (v Kč) v roce 2010 vzrostly o 26% ve srovnání s rokem 2009.

Analýza výkazu zisku a ztráty mezi roky 2009 – 2010

Tabulka 5: Analýza výkazu zisku a ztráty 2009 - 2010

UKAZATEL (v tis. Kč)	Rok 2009	Rok 2010		Rozdíl 2010-2009
Tržby a výnosy (provozní)	222.951	335.686		112.735
Náklady (provozní)	241.576	304.473		62.897
HV hrubý - provozní	- 18.625	31.213		49.838
Tržby a výnosy (finanční)	10.387	5.841		- 4.546
Náklady (finanční)	23.586	21.831		- 1.755
HV hrubý- finanční	- 13.199	- 15.990		- 2.791
HV hrubý- celkem	- 31.824	15.223		47.047
Daň z příjmu	- 588	- 273		315
HV - celkem	- 31.236	15.496		46.732

Zdroj: Vlastní zpracování, 2014

Analýza rozvahy mezi roky 2009 – 2010

Tabulka 6: Analýza rozvahy 2009 - 2010

UKAZATEL (v tis. Kč)	Rok 2009	Rok 2010		Rozdíl 2010-2009
Aktiva celkem	180.342	190.236		9.894
Stálá aktiva	78.984	71.224		- 7.760
Oběžná aktiva	97.077	115.787		18.710
Ostatní aktiva	4.281	3.225		- 1.056
Pasiva celkem	180.342	190.236		9.894
Vlastní kapitál	147.916	163.126		15.210
Cizí zdroje	32.426	27.110		- 5.316
Ostatní pasiva	0	0		0
Základní kapitál	35.883	35.883		0
Vlastní kapitál	147.916	163.126		15.210

Zdroj: Vlastní zpracování

Roky 2008 – 2010 (rozsáhlá hospodářská krize)

Firma okamžitě začala s přípravou a realizací nutných opatření k „přežití firmy“. Jednalo se o redukci počtu zaměstnanců, rozsáhlé mzdové opatření vedoucí k úsporám. Využívalo se zákonných prostředků (plný rozsah odstupného u lidí, kteří byly propuštěni z nadbytečnosti). Kvalitní zaměstnance, kteří odešli právě z důvodů nadbytečnosti (asi 30%) měla firma snahu po skončení krize opět přijmout do pracovního poměru. Byla tu i snaha o nejrychlejší řešení (buď mohl zaměstnanec dostat 3měsíční výpovědní lhůtu a 2měsíční odstupné NEBO dostal 5měsíční odstupné a odešel hned). U zaměstnanců, kteří zůstali, bylo sjednáno dle zákoníku práce nepopulární opatření zkrácení pracovního úvazku a tím i mzdy o 20%. V tomto těžkém období se ukázalo, že všichni zaměstnanci projevili obrovskou solidaritu a tuto dohodu o úpravě podepsalo 100% zaměstnanců. Celkový stav zaměstnanců v době krize klesl na asi 69%.

Hospodaření společnosti za rok 2011

Tento rok byl ve znamení dalšího růstu zakázek proti roku 2010. Došlo k nárůstu o dalších 40% u odlitků a cca 15% u obrábění. Vzhledem k nárůstu výroby firma pokračovala i v investicích – byla zakoupena horizontální vyvrtávačka WF 13, další kompresor od firmy KAESER v rámci plánu na rozvoj nízkotlakého odlévání a byl proveden upgrade informačního systému OPTI. Dále začala v tomto roce realizace nového pískového hospodářství na jaderně, byl objednan nový NTL stroj a nový obráběcí stroj. Tyto tři investice budou dokončeny a uvedeny do provozu během 1. pololetí 2012. Co se týká personálu, pokračovalo se dále v úsporných opatřeních, která započala v době krize. Tzn., že byli přijímáni pracovníci hlavně do výrobních oblastí.

- Provozní tržby a výnosy (v Kč) v roce 2011 vzrostly o 31% ve srovnání s rokem 2010.
- Provozní náklady (v Kč) v roce 2011 vzrostly o 27% ve srovnání s rokem 2010.

Společnost v tomto roce charakterizovala tyto jevy:

- nárůst objemu odbytu hliníkových odlitků o 42% (výkon v t) proti roku 2010
- nárůst objemu odbytu z obrábění odlitků o 14% (výkon v Kč) proti roku 2010

Analýza výkazu zisku a ztráty mezi roky 2010 – 2011

Tabulka 7: Analýza výkazu zisku a ztráty 2010 - 2011

UKAZATEL (v tis. Kč)	Rok 2010	Rok 2011		Rozdíl 2011-2010
Tržby a výnosy (provozní)	335.686	439.609		103.923
Náklady (provozní)	403.473	388.181		83.708
HV hrubý - provozní	31.213	51.428		20.215
Tržby a výnosy (finanční)	5.841	10.627		4.786
Náklady (finanční)	21.831	25.717		3.886
HV hrubý- finanční	- 15.990	- 15.090		900
HV hrubý- celkem	15.223	36.338		21.115
Daň z příjmu	- 273	7.901		8.174
HV - celkem	15.496	28.437		12.941

Zdroj: Vlastní zpracování, 2014

Analýza rozvahy mezi roky 2010 – 2011

Tabulka 8: Analýza rozvahy 2010 - 2011

UKAZATEL (v tis. Kč)	Rok 2010	Rok 2011		Rozdíl 2011-2010
Aktiva celkem	190.236	234.089		43.853
Stálá aktiva	71.224	74.075		2.851
Oběžná aktiva	115.787	156.134		40.347
Ostatní aktiva	3.225	3.880		655
Pasiva celkem	190.236	234.089		43.853
Vlastní kapitál	163.126	191.183		28.057
Cizí zdroje	27.110	42.906		15.796
Ostatní pasiva	0	0		0
Základní kapitál	35.883	35.883		0
Vlastní kapitál	163.126	191.183		28.057

Zdroj: Vlastní zpracování, 2014

Hospodaření společnosti za rok 2012

Rok 2012 byl u akciové společnosti Slévárna HEUNISCH ve znamení růstu a následně poklesu zakázek. V prvním pololetí pokračoval nárůst z předcházejícího roku až do měsíce května, potom došlo k poklesu, který trval až do konce roku.

Přesto společnost pokračovala v investicích – byly dokončeny investice započaté v roce 2011:

- pískové hospodářství
- nový obráběcí stroj Chiron
- nové NTL zařízení od firmy Kurtz.

Dále bylo pořízeno zařízení pro sušení jader na jaderně a nová CNC frézka pro výrobu nástrojů. Byly započaty i projektové práce na plánované přístavbě slévárny.

- Provozní tržby a výnosy (v Kč) v roce 2012 byly stejné jako v roce 2011.
- Provozní náklady (v Kč) v roce 2012 vzrostly o 3% ve srovnání s rokem 2011.

Společnost v tomto roce charakterizovala tyto jevy:

- pokles objemu odbytu hliníkových odlitků o cca 8% (výkon v t) proti roku 2011
- nárůst objemu odbytu z obrábění odlitků o 8,5% (výkon v Kč) proti roku 2011

Analýza výkazu zisku a ztráty mezi roky 2011 – 2012

Tabulka 9: Analýza výkazu zisku a ztráty 2011 - 2012

UKAZATEL (v tis. Kč)	Rok 2011	Rok 2012		Rozdíl 2012-2011
Tržby a výnosy (provozní)	439.609	438.177		- 1.432
Náklady (provozní)	388.181	399.623		11.442
HV hrubý - provozní	51.428	38.554		- 12.874
Tržby a výnosy (finanční)	10.627	11.442		815
Náklady (finanční)	25.717	30.194		4.477
HV hrubý- finanční	- 15.090	- 18.752		- 3.662
HV hrubý- celkem	36.338	19.802		- 16.536
Daň z příjmu	7.901	3.840		- 4.061
HV - celkem	28.437	15.962		- 12.475

Zdroj: Vlastní zpracování, 2014

Analýza rozvahy mezi roky 2011 – 2012

Tabulka 10: Analýza rozvahy 2011 - 2012

UKAZATEL (v tis. Kč)	Rok 2011	Rok 2012		Rozdíl 2012-2011
Aktiva celkem	234.089	245.964		11.875
Stálá aktiva	74.075	88.317		14.242
Oběžná aktiva	156.134	154.238		- 1.896
Ostatní aktiva	3.880	3.409		- 471
Pasiva celkem	234.089	245.964		11.875
Vlastní kapitál	191.183	207.047		15.864
Cizí zdroje	42.906	38.917		- 3.989
Ostatní pasiva	0	0		0
Základní kapitál	35.883	35.883		0
Vlastní kapitál	191.183	207.047		15.864

Zdroj: Vlastní zpracování, 2014

Akciová společnost HEUNISCH je velmi silná a stabilní společnost. V řádu několika let se dostala se svými produkty i přes hranice České republiky. Vyváží do Německa, Švýcarska, Brazílie, Belgie, Švédska a Francie.

Ohledně dalších záměrů do budoucna bude činnost firmy v roce 2013 směřovat k dalšímu růstu výroby. Budou dokončeny započaté investice z roku 2012. Vývoj situace se předpokládá mírně pozitivní i přes záporně laděné informace o hospodářské situaci Evropy.

2 Hlavní výrobní procesy

Slévárna HEUNISCH, a. s., CZ - 35122 Krásná má celkem 10 hlavních výrobních procesů. Každý výrobní proces se skládá z několika částí.

2. 1 KONSTRUKCE SLÉVÁRENSKÉHO NÁŘADÍ

Na základě výkresové dokumentace dílů od zákazníka navrhuje Slévárna HEUNISCH, a. s. pomocí počítačové technologie formy na lití odlitků a výrobu pískových jader.

2. 1. 1 Kokily

Kokila je kovová, opětovně použitelná, dělená nádoba, do níž se odlévá slitina. Licí kokily se používají v hromadné výrobě odlitků z kovů a slitin s nízkou teplotou tání, jako je například hliník. Tyto kokily se nazývají také *trvalé formy* a lze je použít na několik tisíc odlitků.¹ Slévárna využívá jak gravitační, tak i nízkotlaké a sklopné kokily.

2. 1. 2 Simulace tuhnutí

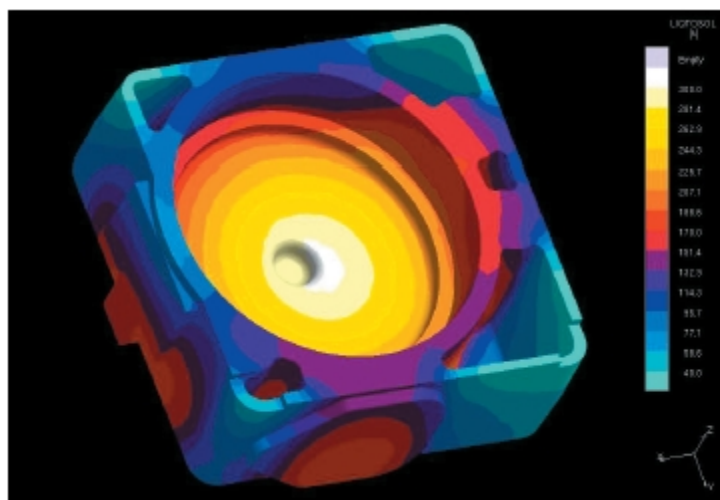
Jde o počítačovou simulaci průběhu tuhnutí během licího procesu – takto se dají včas rozpoznat případné slabiny v přípravě budoucího odlitku. S pomocí simulace se zjišťuje plnění taveniny do formy a výskyt případných turbulencí nebo chování odlitku při chlazení (např. výskyt oblastí s tvorbou staženin).

Již v průběhu samotné simulace je možno prohlížet průběžně ukládané výsledky. Samotná simulace se obvykle skládá z výpočtu plnění a výpočtu tuhnutí. Při plnění dochází k intenzivnímu ochlazování taveniny, a tak na konci plnění je dosažené teplotní pole značně heterogenní. Toto nerovnoměrné teplotní pole je následně použito jako výchozí pro navazující simulaci tuhnutí. Z toho vyplývá, že simulace plnění je nezbytnou součástí procesu výpočetní simulace.²

¹ Kokila. In: *Wikipedia: Otevřená encyklopedie* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2013-09-29]. Dostupné z: <http://sk.wikipedia.org/wiki/Kokila>.

² MICHNA, Štefan, Ivan LUKÁČ, Vladivoj OČENÁŠEK, Rudolf KOŘENÝ, Jaromír DRÁPALA, Heinz SCHNEIDER a MIŠKUFOVÁ. *Encyklopedie hliníku: Simulační program pro odlévání Al slitin*. s. 636. Prešov: Adin, s. r. o., 2005. ISBN 80-89041-88-4

Obrázek 1: Doba setrvání v intervalu tuhnutí



Zdroj: MICHNA, Štefan, Ivan LUKÁČ, Vladivoj OČENÁŠEK, Rudolf KOŘENÝ, Jaromír DRÁPALA, Heinz SCHNEIDER a MIŠKUFOVÁ. Encyklopedie hliníku: Simulační program pro odlévání Al slitin. s. 637. Prešov: Adin, s. r. o., 2005. ISBN 80-89041-88-4

V této fázi je možné provádět cenově relativně příznivé změny na odlitku nebo na vtokovém systému ještě před vytvořením vlastního modelu resp. kokily. Simulace tuhnutí je velmi užitečným a ekonomickým doplňkem k praktickému testu výroby odlitku.

Simulace se vztahuje především na návrh kokily, kde ji před započítím výroby zpracuje konstruktér kokily.

2. 1. 3 Jaderníky

Jsou v podstatě trvalé formy na výrobu pískových jader. Jaderníky se zhotovují podobně jako kokily, většinou dělené, aby bylo možno vyjmout hotová jádra z jaderníku. Písková jádra jsou používána, pokud to vyžaduje tvar odlitku. Ve Slévárně HEUNISCH, a. s. jsou tato jádra v současné době vyráběna metodou COLD-BOX (jedná se o výrobu jader ve studeném jaderníku, kdy je teplota vytvrzování cca 20 °C).

2. 1. 4 Tlakovací přípravky

Jedná se o zařízení, do kterého se upíná odlitek za účelem zkoušky těsnosti.

2. 2 VÝROBA KOKIL A JADERNÍKŮ

2. 2. 1 Materiál

Při výrobě kokil se používá Superplast 300. Jedná se o ocel, vyvinutou za účelem náhrady klasických jakostí ocelí. Díky vysoce čisté struktuře dosahuje vynikající obrobiteľnost, lešitelnost, leptatelnost a zvyšuje kvalitu povrchu a mechanické vlastnosti vyrobených odlitých dílů. Vyšší tepelná vodivost SP300^{®(P)} zvyšuje produktivitu nástroje. Tento materiál umožňuje snadnou svařitelnost a jednodušší opravy a úpravy designu formy.

U materiálu na výrobu jaderníků se jedná o umělou hmotu, kterou dodává firma „Ebalta Kunststoff GmbH“.

2. 2. 2 Obrábění

Jde technologický proces, kterým se vytváří požadovaný tvar obráběného předmětu (obrobku), v daných rozměrech a v daném stupni přesnosti, a to odebráním materiálu. Programátor obdrží od konstrukce 3D modely, pomocí nichž naprogramuje pohyb obráběcích nástrojů.

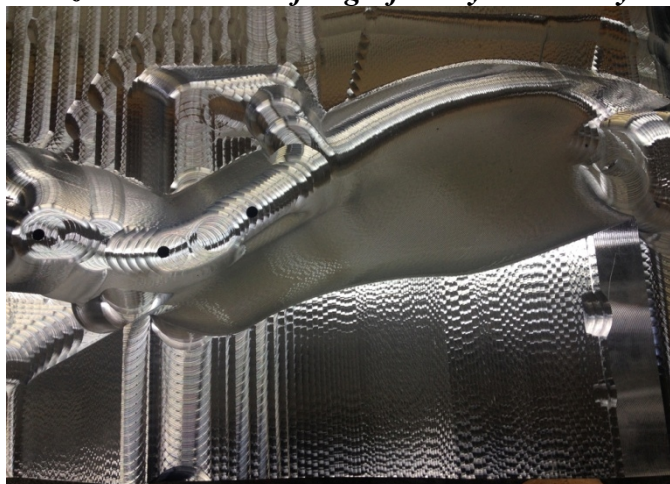
2. 2. 3 Poskládání

Jedná se o různé detaily na upevnění a montážní prvky.

2. 2. 4 Testování

Kokily se testují na slévárně, kde se při teplotě kokily kolem 380 °C nalijí první vzorky. Pokud se vyskytnou závady, technolog slévárny sepíše, o které chyby se jedná a předá kokilu s protokolem o lici zkoušce zpět nástrojárně

Obrázek 2: Umělecká fotografie – výroba kokily



Zdroj: vlastní zpracování, 2014

2. 3 TAVENÍ

Kvalita odlitků nemůže být lepší, než kvalita roztaveného kovu. Cílem tavicího procesu proto musí být natavení slitiny s požadovanou kvalitou a to za co možná nejnižších nákladů.

Kvalitní tavenina se vyznačuje především požadovaným chemickým složením, co nejnižším obsahem oxidických a neoxidických vměstků a nízkým naplyněním.

2. 3. 1 Popis procesu tavení

Příprava tavicí pece – jedná se o čištění stěn od zbytků oxidů, složení vsázkového materiálu (housky hliníku, vratný materiál, případně předslitiny nebo jiné legovací prvky) a nastavení teploty pece.

Vložení vsázky do tavicí pece, která je roztavená na cca 500 °C následuje vsazení materiálu.

Kontrola vlastností taveniny (chemická analýza, teplota, popř. naplynění).

Vyprázdnění tavicí pece – při tom se provádí vyčištění taveniny v transportní pánvi čistící soli. Následuje transport taveniny do udržovacích kelímkových pecí na slévárně. Dle potřeby probíhá čištění tavicí pece a transportní pánve.³

³ Slévárna HEUNISCH, a. s. *Příručka systému QMS, EMS: Popis procesu tavení*. Krásná, 2010.

2. 4 VÝROBA PÍSKOVÝCH JADER

Před zahájením i během výroby jader nastavuje jádrař výrobní parametry podle pracovního postupu. Instrukční karty uvádějí pro jednotlivé druhy jader prvotní nastavení vstřelovačky při seřizování před zahájením sériové výroby.

Vstupním materiálem je křemičitý písek, velikost zrna má v průměru 0,34 mm, který se dováží sušený z německého města Haltern.

Automatickým zařízením se provede transport ze zásobníku a zvážení písku. Po zapnutí mísiče se přidá aktivátor a pryskyřice (tato směs se skládá ze dvou komponent: Ecocure 11 i Teil 1 a Ecocure 21 i Teil 2). Množství pojiva závisí na množství písku v mísiči. Po ukončení míchání jsou jádrovou směsí naplněny zásobníky strojů. ⁴Posledním článkem je katalyzátor (kupuje se v tekutém stavu v nádobách po 8 kg), který se při teplotě 80 °C přes generátor zplyňuje a vytvrdí jádro.

2. 5 ODLÉVÁNÍ

Jde o způsob výroby odlitků tím, že se roztavený hliník vlévá do formy potřebného tvaru. Způsob výroby odléváním se volí především pro výrobky složitých tvarů. Forma obsahuje dutinu, která je negativem požadovaného výrobku, a v ní dle potřeby tzv. kovové nebo pískové jádro. Po ztuhnutí odlévané taveniny a odstranění formy vzniká odlitek. Ten je buď konečným produktem, nebo polotovarem pro další zpracování. ⁵

2. 6 VÝROBNÍ PROCESY CIDÍRNY

Oddělení cidírny provádí následující procesy, pokud to odlitek vyžaduje.

Vypalování jader – jedná se o ohřívání odlitků s pískovým jádrem pro lepší výtluk.

Vytloukání jader – pneumatickým kladivem se manuálně vytluče pískové jádro z odlitku.

⁴ Slévárna HEUNISCH, a. s. *Příručka systému QMS, EMS: Příprava jádrové směsi*. Krásná, 2003.

⁵ Odlévání. In: *Wikipedia: Otevřená encyklopedie* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2013-09-27]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Odlévání>.

Řezání odlitků pásovou pilou – pomocí této pily se odřízne vtoková soustava odlitku.

Hrotování na rotačním pilníku – obroušení některých odlitků dle potřeby na určité tvary.

Oklep otřepů - kladivem se odstraňují z okraje odlitků otřepy, které při lití vznikají u dělicí roviny.

Broušení pásovou bruskou a ruční pilování – pomocí pásové a úhlové brusky se zbrúsí povrch odlitku do požadovaného tvaru.

Rovnění – kladivem a pravítkem nebo rovnacím přípravkem se vyrovnají křivé odlitky.

Tryskání – pomocí tryskové směsi ocelových a jiných kuliček se v tryskovém boxu vylepšuje povrch odlitků.

Vrtání, závitování, frézování, montáž – v případě potřeby se oddělením cídírny provádí jednoduché obráběcí operace (pomocí vrtačky, frézy), případně se namontují montážní prvky na odlitek.

Temování – pokud se na odlitku najdou menší netěsnosti, je možné ho na daném místě zacelit (díky údarům kladiva kov mění tvar a prasklina se uzavře).

Zavařování, broušení po zavařování – pokud to vyžaduje netěsnost odlitku a je to přípustné dle zákaznických předpisů, je dané místo opraveno zavařením a následným broušením.

Ruční tmelení, broušení po tmelení – pro odstranění některých kosmetických závad se dané místo v odlitku zatmelí kovovou pastou, která se následně zabrousí.

Tepelné zpracování – pomocí tzv. rozpouštěcího žíhání anebo umělého stárnutí je struktura materiálu upravena tak, aby byly dosaženy požadované mechanické hodnoty.

Tlakování - probíhá na poloautomatickém stroji, který byl vyvinut a postaven přímo pro tlakování odlitků. Samotná kontrola probíhá při natlakování odlitku vzduchem ve vodní lázni. Pokud je odlitek netěsný, jsou vidět vzduchové bublinky pod vodou. Odlitek se musí následně buď zatěsnit, nebo pokud je velká netěsnost, je odlitek považován za zmetek.

2. 7 MECHANICKÉ OBRÁBĚNÍ ODLITKŮ

Počítačem ovládané CNC obráběcí stroje obrábí odlitky dle požadavků zákazníků do požadovaných tvarů a velikostí s vysokou přesností. Následují dle potřeby další procesy, jako je hrotování, broušení, tlakování, montáž.

Kromě ostatních stávajících strojů uvedla Slévárna HEUNISCH, a. s. v roce 2013 do provozu nové horizontální obráběcí centrum od výrobce Heller. Centrum umožňuje díky pojezdu až 1000 mm v každé ose X, Y a Z obrábět i větší odlitky. Efektivní využívání stroje napomáhá snižovat neustále rostoucí náklady.

Obrázek 3: CNC obráběcí stroj



Zdroj: HEUNISCH GUSS. EBERT, Christian. *Heunisch Guss: Aktuality* [online]. [cit. 2013-09-26]. Dostupné z: <http://www.heunisch-guss.com/cz/podnik/aktuality>.

2. 8 PRANÍ ODLITKŮ

Pomocí pračky odlitků jsou odstraněny buď ve vodní lázni, nebo pomocí chemického odmaštění nežádoucí nečistoty na odlitcích.

2. 9 VÝSTUPNÍ KONTROLA A BALENÍ

Před obráběním, před expedicí ke kooperantovi v případě externě zadaných procesů a před expedicí k zákazníkovi provádí příslušné kontrolní oddělení výstupní kontrolu odlitků.

Pracovník kontroly postupuje podle specifického kontrolního postupu, který stanovuje jednotlivá kontrolní kritéria pro daný druh dílu. Takto ověřuje převážně pomocí vizuálních kontrol, zda výrobky odpovídají předepsaným jakostním požadavkům. Při tom kontroluje také správnost průvodek, provedení předchozích pracovních operací a vede evidenci kontrolovaných výrobků. Kusy bez závad zabalí kontrolorka popř. kontrolor dle balicích předpisů do stanovených přepravek a uvolňuje do dalších procesů.

2. 10 EXPEDICE

Pracovníci skladu expedice zajišťují zejména převzetí výrobků od výstupní kontroly, expedování výrobků k zákazníkům, pohyb výrobků do a z kooperací a příjem výrobků vrácených zákazníkem.

Pracovník překontroluje při převzetí palety druh a počet dílů a před expedicí dle potřeby upraví nebo dokončí balení výrobků dle balicích předpisů.

3 Tavení, lití

Slévárenství představuje poměrně složitý technický obor průmyslové výroby, při níž se získává výrobek ztuhnutím taveniny ve formě. Postup výroby odlitků zahrnuje výrobu tekutého kovu, přípravu formovacích a jádrových směsí, výrobu forem a jader, odlévání, uvolňování odlitků z forem a jejich čištění. Každá z těchto dílčích činností vyžaduje potřebné znalosti a dovednosti.

3. 1 HLINÍK

Hliník je v přírodě jedním z nejrozšířenějších kovů. Jde velmi lehký kov bělavě šedé barvy, velmi dobrý vodič elektrického proudu, široce používaný v elektrotechnice a ve formě slitin v leteckém průmyslu, a mnoha dalších aplikacích. Hliník je třetím nejvíce zastoupeným prvkem v zemské kůře. Podle posledních dostupných údajů tvoří hliník 7,5–8,3% zemské kůry. Nejběžnější horninou na bázi hliníku je bauxit, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$. Obvykle bývá doprovázen dalšími příměsemi na bázi oxidů křemíku, titanu, železa a dalších. Jiným významným minerálem je kryolit, hexafluorohlinitan sodný Na_3AlF_6 , používaný především jako tavidlo pro snížení teploty tání oxidu hlinitého při elektrolytické výrobě hliníku. Minerály na bázi oxidu hlinitého Al_2O_3 patří mezi velmi významné i ceněné. Korund je na 9. místě Mohsovy stupnice tvrdosti. Technický oxid hlinitý se nazývá také elektrit a je hojně využíván k výrobě brusného papíru.⁶

3. 1. 1 Historie používání hliníku a jeho slitin

Ve srovnání s ostatními neželeznými kovy je historie používání hliníku velmi krátká. Laboratorně hliník poprvé získal v roce 1825 Dán Christian Oersted chemickou dedukcí draslíkem. Technicky nejvýznamnější množství hliníku vyrobil, díky finanční podpoře císaře Napoleona III., Francouz Saint-Claire, který na pařížské světové výstavě předvedl hliníkovou tyč o hmotnosti 1 kg. V roce 1886 patentovali, nezávisle na sobě, Paul T. Héroult ve Francii a Charles M. Hall v USA metodu elektrolytické výroby hliníku z bauxitu v lázni roztaveného kryolitu. V letech 1887 – 1888 byly postaveny první hutě, které znamenaly začátek prudkého rozvoje průmyslové výroby hliníku. Elektrolytická metoda redukce hliníku z bauxitu se používá dosud.

⁶ Hliník. In: *Wikipedie: Otevřená encyklopedie* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2013-09-20]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Hliník>.

Od roku 1903 začaly pokusy s využitím hliníku v konstrukci motorů, zejména pro výrobu pístů. V roce 1921 objevil Pacz metodu zjemnění eutektika slitin Al-Si modifikací sodíkem. To vedlo k výraznému zlepšení mechanických vlastností, zvláště zvýšení tažnosti. Velký rozvoj ve výrobě a používání hliníkových slitin přinesly obě světové války, kdy se začaly hliníkové slitiny masivně používat při stavbě letadel. Ve 20. a 30. letech se začala věnovat pozornost rovněž recyklaci hliníkových slitin a v souvislosti s tím byly vyvinuty slitiny typu Al-Si-Cu, později označované jako slitiny druhého tavení.

K prudkému nárůstu výroby hliníkových odlitků došlo po 2. světové válce rozšířením technologie odlévání do kovových forem, a to zvláště tlakovým litím. V současné době se tlakovým litím vyrábí přibližně 50% z celkové tonáže hliníkových odlitků, gravitačním a nízkotlakým litím dohromady rovněž asi 50%.

3. 1. 2 Vlastnosti hliníku

Hliník má kubickou plošně centrovanou mřížku K12. V důsledku toho má hliník i jeho slitiny dobré plastické vlastnosti jak za tepla, tak za studena. Hodnoty některých fyzikálních vlastností jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 11: Některé fyzikální vlastnosti hliníku

Vlastnosti	Hodnoty
Mřížka	K2
Parametr mřížky	$a = 0.404958 \text{ nm}$
Hustota	2.6989 g.cm^{-3} (při 20 °C)
Teplota tavení	660.4 °C
Teplota varu	2494 °C
Tepelná vodivost	247 W.m^{-1} (při 25 °C)
Elektrická vodivost	62 % IACS (Al 99.8) 65 – 66 % IACS (Al 99.999+)
Latentní teplo tavení	397 kJ.kg^{-1}
Latentní teplo varu	10.78 MJ.kg^{-1}
Atomová hmotnost	26.98154
Objemová změna při krystalizaci	6.5 %
Specifické teplo	0.900 kJ/kg.K (při 25 °C) 1.18 kJ/kg.K (při 660.4 °C)
Spalné teplo	31.05 MJ/kg
Elektrický odpor	$26.2 \text{ n}\Omega.\text{m}$ (Al 99.999+ při 20 °C) $26.55 \text{ n}\Omega.\text{m}$ (Al 99.8 při 20 °C)
Teplota supravodivosti	1.2 K
Účinný průřez pro neutrony	0.2b/atom pro energii neutronu 0.02 V 0.65 b/atom pro energii neutronu 100 MV

Zdroj: MICHNA, Štefan, Ivan LUKÁČ, Vladivoj OČENÁŠEK, Rudolf KOŘENÝ, Jaromír DRÁPALA, Heinz SCHNEIDER a MIŠKUFOVÁ. *Encyklopedie hliníku: Vlastnosti hliníku a jeho slitin.* s. 119. Prešov: Adin, s. r. o., 2005. ISBN 80-89041-88-4.

Uvedené fyzikální vlastnosti se využívají v jednotlivých oborech. Například účinný průřez pro neutrony se využívá v aplikaci slitin v jaderné energetice, elektrická vodivost v elektrotechnice, tepelná vodivost v energetickém průmyslu.

3. 1. 2. 1 Mechanické vlastnosti

Mechanické vlastnosti hliníku jsou závislé zejména na druhu a vlastnostech základní kovové hmoty, na disperzitě strukturních složek, na přítomnosti a tvaru intermetalických fází a na tepelném zpracování. Jemnozrnná struktura jednoznačně zlepšuje všechny mechanické a také řadu technologických vlastností slitin. Citlivost vlastností hliníkových slitin na rychlost tuhnutí je velmi vysoká, proto se při jejich odlévání preferují takové metody, které zajišťují vysokou rychlost ochlazování při tuhnutí.

- Mez pevnosti běžných hliníkových slitin se v litém stavu pohybuje v rozmezí asi 150 – 250 MPa. Pevnostní vlastnosti se velmi podstatně zvyšují vytvrzováním. Vytvrditelné slitiny obsahují obvykle hořčík nebo měď a jedná se o slitiny typu Al-Cu, Al-Si-Cu nebo Al-Si-Mg.
- Tažnost běžných hliníkových slitin je řádu 1 – 4%. Značného zvýšení tažnosti slitin Al-Si lze dosáhnout modifikací eutektika. Pevnostní vlastnosti se modifikací zvyšují jen poměrně málo, maximálně asi o 50%, ale tažnost roste až o 200%.
- Za zvýšení teplot se mechanické vlastnosti poměrně rychle snižují. U slitin typu Al-Si a Al-Si-Mg dochází k výraznějšímu poklesu již při teplotách nad 200 °C. Vytvrzené slitiny za těchto teplot svoje vlastnosti rychle ztrácejí a pod působícím napětím dochází k tečení.
- Vlastnosti za nízkých teplot se díky plošně centrované kubické mřížce hliníku téměř nemění. S poklesem teplot pevnost dokonce mírně vzrůstá, tažnost zůstává stejná.

3. 1. 2. 2 Technologické vlastnosti

Jedná se o vlastnosti, které souvisí se způsobem výroby součástí.

- Leštitelnost a možnost povrchových úprav charakterizuje schopnost povrchového zpracování odlitků.
- Slévárenské vlastnosti úzce souvisí se šířkou intervalu tuhnutí dané slitiny. Nejlepší vlastnosti mají slitiny s úzkým intervalem tuhnutí. Naopak slitiny se širokým intervalem tuhnutí mívají slévárenské vlastnosti špatné.

- Nepropustnost je schopnost bránit pronikání plynu nebo kapaliny skrze stěny odlitku. Těsnost odlitků souvisí zejména s výskytem mikrostaženin nebo prasklin. Rovněž přítomnost oxidických vměstků v kovu těsnost odlitků významně zhoršuje. Nepropustnost se zjišťuje tlakovými zkouškami.
- Obrobitelnost je daná kombinací velikosti obráběcích sil, charakteru třísek a kvality obrobeného povrchu. U slitin hliníku je typickým prvkem, kterým zlepšuje obrobitelnost, měď. Slitiny s mědí dávají krátkou třísku a hladký obrobený povrch.

3. 2 TAVENÍ

Pro výrobu odlitků je nutné daný kov nebo slitinu nejprve roztavit v plynových pecích.

Housky slitin (vstupní materiál), dodávané z hutí, jsou nejkvalitnějším vsázkovým materiálem. Mívají garantované chemické složení, nízký obsah nečistot a rozpuštěných plynů. Rozlišují se tzv. „primární slitiny“ (slitiny prvního tavení), vyrobené hutnickým způsobem a „sekundární slitiny“ (slitiny druhého tavení), vyrobené hutnickým přetavením hliníkového šrotu.

Obrázek 4: Tvary housek hliníku



Zdroj: MICHNA, Štefan, Ivan LUKÁČ, Vladivoj OČENÁŠEK, Rudolf KOŘENÝ, Jaromír DRÁPALA, Heinz SCHNEIDER a MIŠKUFOVÁ. *Encyklopedie hliníku: Tavení a odlévání hliníku a jeho slitin*. s. 253. Prešov: Adin, s. r. o., 2005. ISBN 80-89041-88-4.

Vratný materiál (vtoky, nálitky, odřezky) je významnou složkou vsázky. Podle technologie odlévání a podle druhu odlitků může být využití tekutého kovu někdy i menší než 50%, a téměř vždy vratný materiál představuje značný podíl z nataveného kovu. Vratný materiál obsahuje vždy větší množství vměstků, chemických nečistot a rozpuštěných plynů, než bývá v houskách. Podíl vratného materiálu, který se uplatňuje do vsázky, závisí na požadované kvalitě kovu – čím vyšší jsou kvalitní nároky, tím méně se vsází vratného materiálu.

Hliníkový šrot tvoří hlavně vyřazené součástky a třísky. Z kvalitativního hlediska se jedná o nejméně spolehlivé vsázkové suroviny.

3. 2. 1 Stanovení poměru přípustného obsahu vratného materiálu u odlitků

Ve většině případů se tavenina skládá z 60% vstupního materiálu a 40% vratného materiálu. Při přípravě taveného materiálu je potřeba přihlížet k požadavkům na předepsanou kvalitu dle technických přijímacích podmínek podle skupiny náročnosti.

- 1. Skupina jsou odlitky z materiálu EN AC-ALSi11 (nejnáročnější požadavky na kvalitu taveného materiálu), kde je přípustný podíl vratného materiálu na vsázce maximálně 30%.
- 2. Skupina obsahuje přípustný podíl vratného materiálu na vsázce maximálně 45%.

Vzhledem k stávajícímu technickému vybavení pracovníci tavnírní sledují dodržování maximálně přípustného podílu vratného materiálu pouze na základě odhadu při vsázkách. Rozhodující jsou výsledky chemických analýz a zkoušek mechanických vlastností.⁷

3. 2. 2 Vměstky ve slitinách hliníku

Nekovové vměstky jsou částice, které se vyskytují v objemu ztuhlého kovu. Narušují souvislost kovové matrice a svou přítomností snižují mechanické vlastnosti slitiny, zhoršují slévárenské vlastnosti, chemickou odolnost, těsnost, obrobiteľnosť a možnost povrchové úpravy.

Většina vměstků má vysokou tvrdost. Jejich vliv je dán především jejich chemickou podstatou a morfologií.

⁷ SLÉVÁRNA HEUNISCH, a. s. *Průručka systému QMS, EMS: Stanovení poměru přípustného obsahu vratného materiálu*. Krásná, 2006

Nekovové vměstky v hliníkových slitinách mají dvojí původ:

- Exogenní vměstky jsou částice, které se do taveniny dostávají zvenčí během tavení a odlévání. Nejčastěji to jsou částice žáruvzdorných materiálů z vyzdívky tavicích pecí nebo licích pánví.
- Endogenní vměstky vznikají oxidací hliníku a dalších prvků vzájemnými chemickými reakcemi mezi jednotlivými prvky v samotné tavenině, nebo jde o zbytky solí, které byly použity k metalurgickým účelům.⁸

3. 2. 3 Rafinace taveniny

Jako rafinace se označuje proces, při kterém se v tavenině snižuje množství vměstků. Při rafinaci **profukováním plyny** se využívá pohybu plynových bublin k vynášení vměstků na hladinu. K tomuto způsobu rafinace dochází také při odplynování taveniny. **Používání krycích a rafinačních solí** je jednak metodou zabránění vzniku vměstků, a jednak jejich odstranění z taveniny.

3. 2. 3. 1 Krycí přípravky

Krycí soli jsou směsí především chloridů a fluoridů alkalických kovů. Jejich účelem je bránit případnému kontaktu taveniny s atmosférickým kyslíkem a s vlhkostí. Složení přípravků se volí tak, aby jejich teplota tavení byla nižší, než je tavicí teplota slitiny, tj. na tavenině tvoří tekutou ochrannou vrstvu strusky.

3. 2. 3. 2 Rafinační přípravky

Účelem rafinačních solí je odstranit z taveniny oxidické vměstky, snížit ztráty kovového hliníku, případně snížit obsah některých nežádoucích prvků.

3. 2. 4 Kontrola kvality slitin

Kontrola jakosti slitin musí probíhat během celého výrobního cyklu, tj. v průběhu tavicího procesu, na zkušebních kusech i na hotových odlitcích. Z hlediska zajištění kvality kovu a její stability jsou důležité zejména provozní zkoušky, kterými se zjistí vlastnosti slitiny ještě před odlitím do forem.

⁸ *Metalurgie neželezných slitin*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. r. o., 2004, s. 56-57. ISBN 80-214-2790-6.

3. 2. 4. 1 Průběh a řízení dokumentace slitinových analýz z tavicích pecí

V souladu se stanoveními pro průběh výroby a s pracovními postupy je provedena pro každou šarži následujícího postupu *expresní spektroanalýza* z tavenin, které se nachází v tavicích pecích.

- Tavič odebírá zkoušku materiálu po každém natavení z každé tavicí pece, která je přímo před vylitím do transportní pánve. Zkoušky odebírá do vzorkovací kokilky na chemické složení a předává ji do laboratoře Spektro s následujícími údaji: číslo zkoušky, datum odběru, čas odběru, číslo tavicí pece, číslo slitiny a teplota.
- Laboratoř Spektro provádí analýzu slitiny a prozkoumá, jestli chemické složení odpovídá materiálním hodnotám.
- OTK tavrna uloží do databáze minimálně následující data: číslo zkoušky, datum a čas odběru, čas provedení analýzy, číslo tavicí pece a slitiny, teplota, číslo udržovací pece, do které bude nalit kov, chemické složení.⁹

3. 2. 4. 2 Provozní kontrola taveniny

Provozní kontrola se provádí při přípravě vsázky, tavicího zařízení k provozu a v průběhu tavení. Použité metody musí být co nejjednodušší, aby je bylo možno provádět přímo v tavírenském provozu. Současně musí poskytovat rychlou orientaci o aktuálním stavu, na jejímž základě by bylo možno ještě v průběhu tavby provést potřebné korekce.

Měření teploty taveniny – je u hliníkových slitin velmi důležité zvláště z důvodů naplynění a vzniku oxidických vměstků. Odhad teploty kovu je u slitin hliníku velmi nepřesný. Teplota kovu by měla být kontrolována jak v tavicích a udržovacích pecích, tak při všech metalurgických operacích (rafinaci, odplyňování a lití).

Pro měření teplot se používají téměř výhradně termočlánky NiCr-Ni, které jsou dostatečně přesné a v teplotní oblasti taveného hliníku mají, při správném používání, vysokou životnost. Při operativní kontrole teploty taveniny se používají ponorná čidla.

Technologické zkoušky slitin – Těmito zkouškami se zjišťují základní technologické vlastnosti slitiny, jako jsou zabíhavost, stanovení obsahu nekovových vměstků, atd.

⁹ SLÉVÁRNA HEUNISCH, a. s. *Průběh a řízení dokumentace slitinových analýz z tavicích pecí*. Krásná, 2004.

Zkouška zabíhavosti charakterizuje schopnost zaplnění dutiny formy. Vedle teploty a chemického složení kovu ovlivňuje zabíravost i přítomnost vměstků. Slitiny s vysokým obsahem oxidických vměstků mívají oproti čistému kovu podstatně sníženou zabíravost.

3. 2. 5 Tavicí a udržovací pece

Tavicí pece slouží k výrobě tekuté slitiny pro potřeby slévárny. Při přelévání z tavicí pece do transportních pánví se často tavenina filtruje keramickými nebo tkanými filtry. Jejich zapínání se provádí v pracovních dnech vždy v 02,00 hodin a v den pracovního klidu předcházejícího dnu pracovnímu vždy ve 22,00 hodin. Zapínání pecí provádí pracovník noční směny údržby zasunutím klíčku do panelu a jeho otočením. Vypínání provádí pracovník tavrny na základě přímého pokynu směnového mistra.¹⁰

Udržovací pece slouží především k udržování teploty taveniny v blízkosti jednotlivých pracovišť. Topný systém umožňuje regulovat teplotu kovu a částečně též tavit pevnou vsázku, přidávanou do roztaveného kovu. V udržovacích pecích se obvykle neprovádí zásadní úprava chemického složení ani větší metalurgické zásahy. Taveninu je často možné očkovat nebo modifikovat.

3. 2. 5. 1 Požadavky na tavicí pece

Pro tavicí pece platí některé obecné zásady, které by měly být zajištěny. Jde například o malou oxidaci a naplynění kovu, oddělení tekutého kovu od pevné vsázky a zamezení místního přehřívání taveniny.

- Rozsah oxidace závisí zejména na chemickém charakteru atmosféry v peci a velmi významně také na způsobu proudění a turbulenci taveniny. Jakýkoliv pohyb kovu, při němž se porušuje kompaktnost oxidické vrstvy na hladině, je příčinou další oxidace. Proto je nutné se vyhnout zbytečnému víření, přelévání a míchání kovu. Důsledkem oxidace je „propal“. Hodnota propalu je důležitým technicko-ekonomickým parametrem tavicí pece. Oxidy, které plavou na hladině nebo jsou vyneseny na hladinu při rafinaci, se oddělují od tekutého kovu a tvoří tzv. „stěry“. Stěry představují pro slévárnu ztrátu kovu, neboť je nelze přímo zpracovat.

¹⁰ SLÉVÁRNA HEUNISCH, a. s. *Příručka systému QMS, EMS: Návod pro zapínání tavicích pecí*. Krásná, 2003.

- Oddělení tekutého kovu od pevné vsázky je požadavkem, který souvisí se snahou zamezit přímému kontaktu taveniny s vlhkostí. Je zásadně špatné, když se pec dosazuje vhozením studených vsázkových surovin přímo do lázně roztaveného kovu.
- Místní přehřívání kovu má negativní vliv na naplynění, vznik vměstků i na stav krystalizačních zárodů. Dochází k němu při nerovnoměrném, jednostranném ohřevu ve špatně seřízených pecích.

3. 2. 5. 2 Vytápění pecí

Ve slévárně HEUNISCH, a. s. se používají tzv. plamenné pece, kde se jako palivo používá zemní plyn. Při výhřevnosti asi 35000 kJ/Nm³ se na roztavení a přehřátí 100 kg hliníku na teplotu 750 °C spotřebuje teoreticky asi 3,6 Nm³ zemního plynu. Skutečná spotřeba je však asi 8 – 20 Nm³. Pro dosažení dobré tepelné účinnosti i příznivých metalurgických poměrů je důležité správné nastavení poměru plynu a vzduchu.

3. 2. 5. 3 Druh pecí – Komorové pece

Tyto pece se skládají z tavicí části a nístějové části. Vsázka je vsázena do tavicí části a přichází do přímého styku s taveninou.

Na začátku roku 2013, současně s lednovým zahájením výroby, byla v tavně hliníku uvedena do provozu nová pec od německého výrobce Balzer. Její výkon je 1000 kg taveniny za hodinu, přičemž její udržovací část pojme až 2000 kg.¹¹

¹¹ HEUNISCH GUSS. EBERT, Christian. *Heunisch Guss: Aktuality* [online]. [cit. 2013-09-26]. Dostupné z: www.heunisch-guss.com

Obrázek 5: Tavicí pec



Zdroj: HEUNISCH GUSS. EBERT, Christian. *Heunisch Guss: Aktuality [online]. [cit. 2013-09-26]. Dostupné z: <http://www.heunisch-guss.com/cz/podnik/aktuality>.*

Nová tavicí pec snižuje tepelné ztráty na minimum a optimalizuje celkovou spotřebu plynu. K dalším výhodám patří bezesporu optimální obsluha a snadné čištění.

Touto investicí chtěla slévárna reagovat na neustále stoupající náklady na energie. Efektivní využívání plynu umožní část těchto zvýšených nákladů kompenzovat.

3. 3 LITÍ

Odlévání je technologie, která je řazena mezi technologie ke zpracování kapalných systémů.

3. 3. 1 Příprava materiálu před litím

- K objednání tekutého kovu z tavriny dochází při dosažení minimálního přípustného množství materiálu v kelímku (cca. 1/3) na slévárně.
- Dle pokynů v v instrukční kartě pro daný odlitek se provede v udržovací peci rafinace, která se provádí pomocí určeného rafinačního chemického přípravku.
- K metalurgické úpravě licího kovu dochází podle speciálního předpisu pro daný odlitek. Během přípravy licího kovu není povoleno lití z udržovací pece. Pozastavení materiálu je označeno červeným plechovým štítkem na udržovací peci, uvolnění materiálu je označeno zeleným plechovým štítkem.
- Po ukončení metalurgické přípravy licího kovu je nutno očistit povrch kovu a okraj kelímku, a stáhnout nečistoty, které plavou na hladině.

- Dle potřeby (zejména v případě modifikace se stronciem) proběhne další kontrola tekutého kovu v udržovací peci (chemické složení, naplynění, modifikace), včetně odlití zkoušek pro chemickou analýzu.
- Zahájení lití po odstátí materiálu je v rozmezí 5 až 10 minut, podle druhu úprav.¹²

3. 3. 2 Některé přísadové prvky a nečistoty ve slitinách hliníku

3. 3. 2. 1 Křemík

Je ve slitinách Al-Si základním přísadovým prvkem. Ve slévárenských slitinách vyšší obsah křemíku zužuje interval tuhnutí a zlepšuje téměř všechny slévárenské vlastnosti. S rostoucím obsahem křemíku se zejména zvyšuje zabíhavost, snižuje nebezpečí trhlin (za tepla) a prasklin (za studena), zlepšují se kluzné vlastnosti a odolnost proti otěru, zmenšuje se tepelná roztažnost a zvyšuje se korozní odolnost.

Slitiny s nižšími obsahy křemíku (menší podíl eutektika) je vhodné očkovat, slitiny s velkým podílem eutektika modifikovat.

3. 3. 2. 2 Nikl

Maximální rozpustnost niklu v hliníku při eutektické teplotě je pouze asi 0,05%, při normální teplotě méně než 0,01%. Slitiny s niklem se používají zejména pro písty a hlavy válců motorů. Slévárenské vlastnosti se s obsahem niklu zhoršují.

3. 3. 2. 3 Zinek

Zinek zvyšuje tekutost slitin a jejich zabíhavost, rovněž zlepšuje obrobitelnost. Při tlakovém lití se snižuje lepení kovu na formy. Při obsahu do 2 – 3% dochází k mírnému zvýšení mechanických vlastností. Při vyšším obsahu však roste sklon ke vzniku trhlin.

3. 3. 2. 4 Titan

Nejvýznamnějším vlivem titanu ve slitinách hliníku je jeho očkovací účinek. Vlivy titanu na další vlastnosti souvisí nepřímo s jeho zjemňujícím účinkem. Díky zjemnění primárního zrna se mírně zlepšuje obrobitelnost, odolnost proti korozi i možnosti povrchové úpravy odlitků.¹³

¹² SLÉVÁRNA HEUNISCH, a. s. *Příručka systému QMS, EMS: Příprava materiálu před litím*. Krásná, 2010.

¹³ Metalurgie neželezných slitin. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. r. o., 2004, s. 33-37. ISBN 80-214-2790-6.

3. 3. 3 Modifikace eutektika slitin hliníku

Z prvků, které mají modifikační účinek, se pro modifikaci slévárenských slitin hliníku prakticky používá pouze sodíku a stroncia. Modifikací se mírně zvyšují pevnostní vlastnosti, velmi výrazně však vlastnosti plastické, tažnost a houževnatost. Modifikované slitiny dosahují tažnosti i vyšší než 8% oproti běžným 2 – 3% u slitin nemodifikovaných.

3. 3. 3. 1 Modifikace sodíkem

Sodík je nejsilnějším modifikačním prvkem. Modifikační účinek působí spolehlivě i při pomalém ochlazování. Pro získání plně modifikované struktury musí slitina obsahovat přibližně 50 – 100 ppm sodíku. Čím větší je obsah křemíku ve slitině (tj. více eutektika), tím vyšší musí být obsah sodíku. Sodík zvyšuje sklon k oxidaci a zhoršuje zabíhavost.

Sodík je velmi reaktivním prvkem s vysokou afinitou ke kyslíku, intenzivně reaguje s vodou a s jakoukoliv formou vlhkosti. V roztaveném hliníku se sodík rozpouští prakticky okamžitě. V důsledku vysoké tenze par (asi 20 kPa při teplotě 730 °C) se sodík vypařuje a uniká z taveniny. Páry sodíku způsobují bouřlivý var.

Modifikační soli jsou směsí chloridů a fluoridů, které se dodávají jak v práškové podobě, tak i jako tablety. Modifikační sůl nebo tableta se zvonem ponoří ke dnu lázně. Po odeznění reakce se lázeň zamíchá, produkty reakce se nechají vyplavat na hladinu a pečlivě se stáhnou. Za 5 až 10 minut je tavenina připravena k lití.

Při modifikaci sodíkem lze obvykle počítat s dobou modifikačního účinku 15 – 20 minut, maximálně do 30 minut. Jestliže je doba mezi modifikací a odléváním delší, musí se tavenina zmodifikovat menší dávkou modifikačního prostředku. Aby se dosáhlo k prodloužení modifikačního účinku v udržovacích pecích, používají se modifikační tablety s pomalým rozpouštěním v lázni. Hustota tablet je přibližně stejná jako hustota taveniny, tzn., že se v lázni vznášejí, pomalu se rozkládají a postupně nahrazují ztráty sodíku.

3. 3. 3. 2 Modifikace stronciem

Stroncium je lehký kov s tavicí teplotou 770 °C. Je mnohem méně reaktivní než sodík, a dává vysoké a stabilní využití. Stroncium se do taveniny dostává rozpuštěním, přičemž čím vyšší je teplota taveniny, tím rychleji se předslitina rozpouští a tím rychleji nabíhá modifikační účinek.

Aplikace předslitin stroncia do taveniny je snadná. Modifikační předslitiny se dodávají jako tyče o průměru asi 10 mm a s délkou kolem 0,5 m. Dávkování se provádí určením počtu tyčí na určitou hmotnost taveniny. Tyče se jednoduše ponoří do roztaveného kovu. Pro rychlejší náběh modifikačního účinku je výhodné, když dochází k pohybu taveniny, například mícháním. Pro dosažení dobrého modifikačního účinku je nutno dávkovat obvykle 150 – 200 ppm stroncia.

Účinek stroncia je vždy slabší než účinek sodíku. Při lití do kovových forem, nebo tenkostěnných odlitků do písku se dosahuje dobré úrovně modifikace. Zatímco ke změně struktury pro modifikaci sodíkem dochází prakticky okamžitě, je u stroncia nutno respektovat určitou inkubační periodu, po kterou dochází k náběhu modifikačního účinku. Před litím má být prodleva alespoň 5 – 10 minut. Úroveň modifikace se však postupně zlepšuje po dobu několika desítek minut. Z toho důvodu je vhodné neodlévat bezprostředně po modifikaci stronciem (na rozdíl od modifikace sodíkem).

Odezdnívání modifikačního účinku stroncia v tavenině je velmi pozvolné a dostatečný modifikační účinek trvá několik hodin (běžně 3 až 6 hodin).¹⁴

3. 3. 4 Odplyňování hliníkových slitin

S neustálým vývojem kontrolních metod a narůstajícími požadavky zákazníků je kvalita odlitku stále více kontrolována a posuzována ze všech možných stran. Požadavky na vnitřní čistotu odlitku jsou stále více nekompromisní a slévači jsou nuceni zaručit stále vyšší kvalitu.

Odplyňování je metalurgická operace, jejímž cílem je snížení obsahu vodíku na takovou úroveň, při které nedojde k vyloučení bublin. Obecně platí, že čím pomalejší je tuhnutí, tím vyšší je sklon ke vzniku bublin a tím dokonalejší musí být odplynění.

3. 3. 4. 1 Odplyňovací soli

Jde o směsi sloučenin, které se při teplotě taveniny rozkládají za vzniku plynného dusíku, případně chloru nebo fluoru. Soli ve formě prášku, granulátu nebo tablet se ponoří ke dnu tavicího kelímku pomocí ponorného zvonu, nebo se do taveniny dmýchají tryskou dusíkem. Po skončení reakce se vyčká, až reakční zplodiny vyplavou na hladinu a struska se z hladiny stáhne mimo kelímek. Druh solí se volí podle složení slitiny a teploty kovu.

¹⁴ Metalurgie neželezných slitin. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. r. o., 2004, s. 26-28. ISBN 80-214-2790-6.

3. 3. 4. 2 Aplikace plynných prostředků

Má se provádět tak, aby byl splněn základní předpoklad dobré účinnosti, tj. dosaženo co nejmenší velikosti bublin. Nosný plyn se vhání do taveniny pomocí trubic, porézních tvárnic nebo pomocí rotačních impellerů.¹⁵

3. 3. 5 Naplynění taveniny a redukce staženin

Z výrobního hlediska je zajímavá korelace mezi naplyněním a stahováním. Plynové póry mohou částečně nebo úplně nahrazovat úbytek objemu kovu stahováním při tuhnutí. Velmi silně odplyněná tavenina má proto i silný sklon k tvorbě soustředěných staženin.

Staženina má negativní vliv na pevnostní charakteristiky hliníkových odlitků. Jejich nepravidelná struktura má silný vrubový účinek, takže je snižována jak pevnost materiálu v tahu, tak i tažnost.

Aby se staženina eliminovala, může se materiál řízeně naplynit vodíkem. Při ochlazování kovu, obzvláště v době tuhnutí, je snižována rozpustnost vodíku v kovu. Snižováním rozpustnosti se stává kov přesycený. Pokud se atomy vodíku mezi atomy hliníku nevejdou, začnou vytvářet vlastní útvary, tedy bubliny, k čemuž vodík potřebuje nějaký zárodek.

Pokud je v tavenině k dispozici velké množství zárodků, tak již při malém obsahu vodíku bude v konečné struktuře velké množství malých bublin. Součet objemu bublin v konečném efektu eliminuje stahování, ke kterému během tuhnutí dochází. Dnes je k dispozici zárodek, který při malém množství vodíku dodá velké množství tak malých bublin, které nebudou patrné ani při několikanásobném zvětšení.¹⁶

3. 3. 5. 1 Příklady používaných naplyňovacích prostředků

- Naplyňovací tableta HYDRAL 40

Jde o naplyňovací činidlo nažloutlé barvy pro hliník a všechny hliníkové slitiny. Jeho účinek spočívá v uvolňování určitého obsahu vodíku z taveniny, který se znovu vylučuje ve formě plynu během tuhnutí kovu. Ponořuje se do taveniny pomocí čistého, perforovaného plunžrového zvonu. Po dokončení reakce je potřeba stěr opatrně odstranit.

¹⁵ Metalurgie neželezných slitin. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. r. o., 2004, s. 69-73. ISBN 80-214-2790-6.

¹⁶ VRTÍLEK, Jan. *Způsoby naplynění taveniny a redukce staženin*. Brno, 2007.

Teplota při aplikaci musí být 650 °C a vyšší. Požadované množství přípravku velice závisí na obsahu vodíku v tavenině.

- Naplyňovací sůl DYCASTAL 40

Jde o naplyňovací sůl šedavé barvy, použitelnou pro technologii gravitačního a nízkotlakého lití do kovových forem. Její účinek nastává uvolněním určitého množství vodíku uvnitř taveniny, který se opětovně vylučuje ve formě plynu před ztuhnutím kovu. Požadované množství soli se navrší na povrch taveniny, do které se poté vmísí pomocí zvonu. Reakce je ukončena v okamžiku, když se již netvoří žádné bubliny. Po ukončení reakce je stěr odstraněn. Teplota při aplikaci je 650 °C a vyšší.¹⁷

3. 3. 6 Kontrola odlitků a opravy vad

Po ztuhnutí a uvolnění odlitků z forem následují dokončovací operace a kontrola odlitků. Během dokončovacích operací se provádí průběžná kontrola odlitků, jejímž cílem je zachycení odlitků se zjevnými vadami a jejich vyřazení z výroby. Optickým pozorováním je možno zjistit řadu běžných povrchových vad, nezaběhnutí, výskyt studených spojů a další defekty. Další testování jakosti se provádí podle požadavků zákazníka. Provádí se zejména rozměrová kontrola, zkoušky struktury, mechanických a fyzikálních vlastností, a zkoušky těsnosti.

Značná část vad odlitků souvisí s typickými problémy slitin hliníku, tj. přítomností oxidických vměstků, staženin a plynových dutin. Odlitky s těmito vadami se z výroby vyřazují. Netěsnost způsobenou výskytem prasklin opravit nelze. Vady, které jsou lokalizovány do ohraničeného místa odlitku lze odstranit zavařováním.

3. 3. 7 Druhy odlévání a příklady odlitků

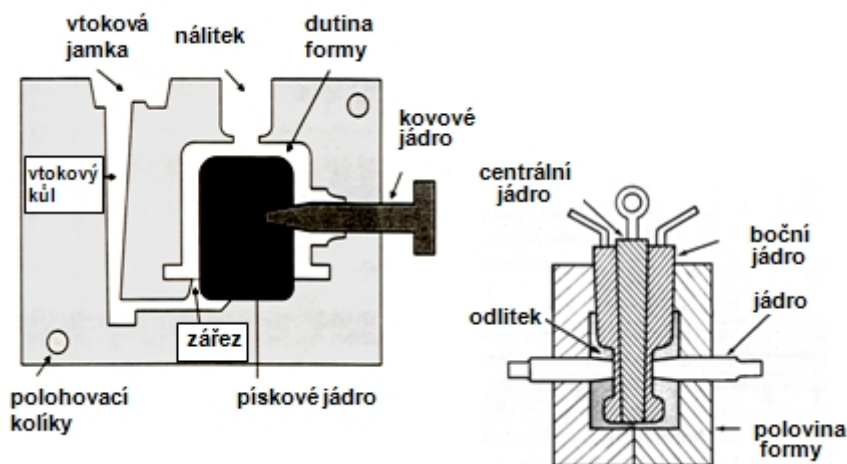
Slévárna HEUNISCH, a. s. v Krásné dodává své produkty výrobcům chladicích kompresorů, nákladních vozidel a do všech oblastí strojírenství. Hmotnost odlitků se pohybuje od 0,5 kg do 50 kg.

¹⁷ FOSECO, s. r. o. *Foseco pro slévárny gravitačního a nízkotlakého lití*. Příkazy, 2012.

3. 3. 7. 1 Gravitační lití

Používá se pro výrobu velmi namáhaných součástí (písty, hlavy spalovacích motorů atd.). Plní se do formy vlastní tíhou kovu.

Obrázek 6: Kovová forma pro gravitační lití



Zdroj: *Metalurgie neželezných slitin. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. r. o., 2004, s. 100. ISBN 80-214-2790-6.*

Obrázek 7: Příklady odlitků gravitačního lití do kokil



Skříň 6-ti válec

Adapter

Potrubí

Vstřikovací čerpadlo

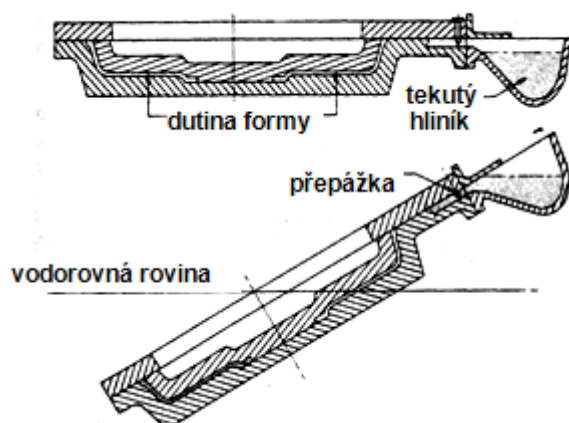
Blok ventilu

Zdroj: *HEUNISCH GUSS. EBERT, Christian. Heunisch Guss: Hliníkové kokilové odlitky [online]. [cit. 2013-09-27]. Dostupné z: www.heunisch-guss.com.*

3. 3. 7. 2 Sklopné lití

Při sklopném lití se kokila před ztuhnutím materiálu sklopí až o 180°. Kov plní formu klouzáním po jedné straně formy a podél druhé vystupuje vzduch z dutiny formy. Velkou předností sklopného lití je, že se dají odlévat složité odlitky.

Obrázek 8: Forma pro sklopné lití



Zdroj: Metalurgie neželezných slitin. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. r. o., 2004, s. 101. ISBN 80-214-2790-6.

Obrázek 9: Příklady odlitků sklopného lití



Skříň

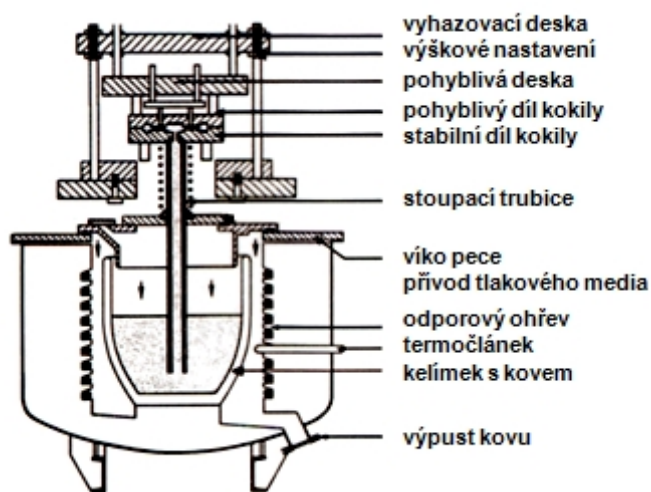
Sběrná skříň

Zdroj: HEUNISCH GUSS. EBERT, Christian. Heunisch Guss: Hliníkové kokilové odlitky [online]. [cit. 2013-09-27]. Dostupné z: www.heunisch-guss.com.

3. 3. 7. 3 Nízkotlaké lití

Spočívá ve vytlačování taveniny přetlakem cca 0,02 - 0,05 MPa. Tento přetlak tlačí na hladinu taveniny a tím se tavenina vytlačuje z udržovací pece do kovové formy pomocí keramické trubice a vtokového muzikusu. Udržovací pec je součástí nízkotlakého lícího stroje a je situován ve spodní části pod nástavbou stroje. Odlitky vyrobené touto technologií se vyznačují dobrou kompaktností, hutností materiálu, dobrými mechanickými vlastnostmi a bez vnitřních vad, které jsou specifické pro gravitační odlévání.

Obrázek 10: Schéma stroje pro nízkotlaké lití



Zdroj: Metalurgie neželezných slitin. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. r. o., 2004, s. 103. ISBN 80-214-2790-6.

Obrázek 11: Příklady odlitků nízkotlakého lití



Víko

Skříň převodovky

Zdroj: HEUNISCH GUSS. EBERT, Christian. Heunisch Guss: Hliníkové kokilové odlitky [online]. [cit. 2013-09-27]. Dostupné z: www.heunisch-guss.com.

4 Energetická náročnost tavicích pecí a udržovacích kelímků

4.1 HOSPODAŘENÍ STŘEDISEK TAVÍRNY A SLÉVÁRNY

Podstatou moderního nákladového systému je co nejobjektivnější zachycení nákladů a určení míst jejich vzniku. Toto účetnictví umožňuje pracovat s nákladovými položkami a kontrolovat náklady v reálném čase. Systematika nákladového účetnictví v této společnosti spočívá v zachycení veškerých nákladových druhů ve finančním účetnictví a jejich zaúčtování na konkrétní střediska společnosti.

4.1.1 Celkové náklady tavírny během posledních 5 let

Údaje v následující tabulce jsou uvedeny v tisících Kč.

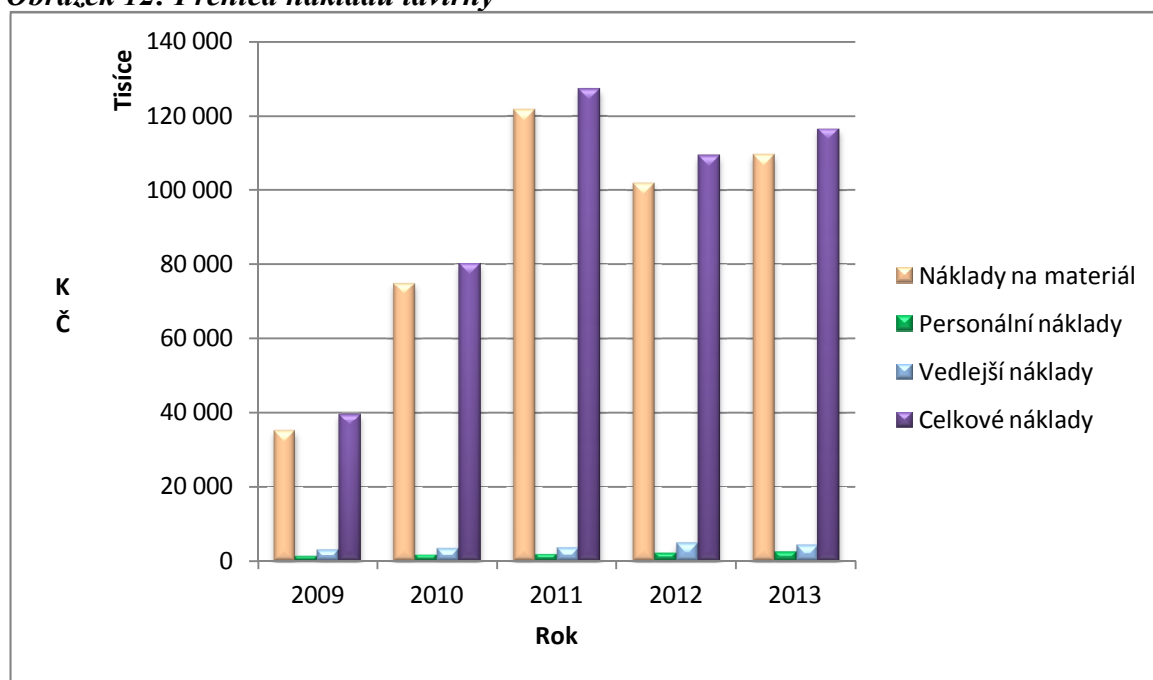
Tabulka 12: Celkové N tavírny

Rok	2013	2012	2011	2010	2009
Materiálová vsázka	105.000	97.662	116.252	71.422	33.109
Tablety	73	63	71	46	13
Žárovzdorný materiál	235	266	18	0	0
Brusný, tryskací materiál	0	2	0	2	0
Ostatní materiál	284	326	375	299	186
El. energie	248	189	153	128	107
Plynná topiva a paliva	3.675	3.436	4.603	2.975	1.760
Voda	15	18	16	12	12
Materiál celkem	109.530	101.962	121.488	74.884	35.187
Výrobní mzdy	988	1.094	981	880	603
Nevýrobní mzdy	158	42	0	0	0
Příplatky	248	183	190	166	111
Náhrada mzdy	11	18	0	0	0
Režijní mzdy	74	22	5	8	51
Svátek	51	56	36	28	32
Dovolená	172	143	123	110	102
Vánoční peníze	33	17	25	27	12
Odvody soc. a zdrav. poj.	649	571	492	425	275
Sociální náklad	26	37	32	33	37
Odměny, prémie	158	137	79	14	12
Personální náklady celkem	2.568	2.320	1.963	1.691	1.235
Odpisy kalkulované	1.800	1.600	1.600	1.600	1.600
Clo, dopravné	4	3	0	0	0
Přerozdělení pomocných středisek	2.322	2.437	1.937	1.738	1.405
Daně	13	8	4	5	5

Poradenství, výzkum	58	58	39	37	35
Pojištění	60	32	31	33	43
Ostatní vedlejší náklady	83	138	18	16	73
Opravy - materiál	0	24	0	0	0
Opravy – externí firma	42	610	112	16	0
Vedlejší náklady celkem	4.382	4.910	3.741	3.445	3.161
CELKOVÉ NÁKLADY	116.480	109.192	127.192	80.020	39.583

Zdroj: Vnitropodnikové rozborů

Obrázek 12: Přehled nákladů tavírny



Zdroj: vlastní zpracování

3. 1. 2 Celkové náklady slévárny během posledních 5 let

Údaje v následující tabulce jsou uvedeny v tisících Kč.

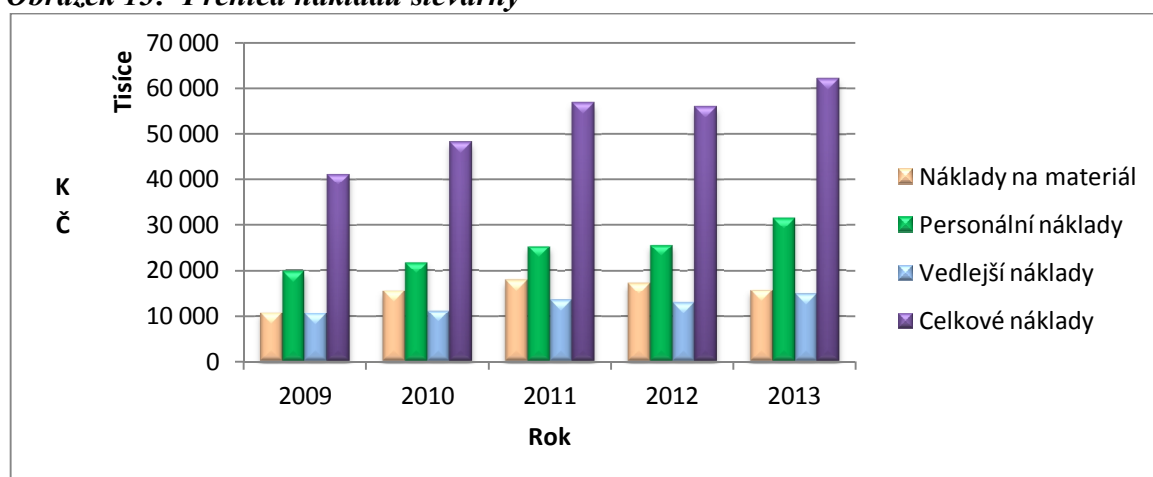
Tabulka 13: Celkové N slévárny

Rok	2013	2012	2011	2010	2009
Materiálová vsázka	0	0	1	0	0
Pojiva	40	0	0	0	0
Tablety	1.280	1.161	1.285	1.084	671
Žáruvzdorný materiál	1.349	1.188	406	0	0
Brusný, tryskací materiál	12	14	18	10	6
Ostatní materiál	4.359	5.183	5.931	5.475	3.247
El. energie	7.683	8.726	9.214	8.156	6.275
Plynná topiva a paliva	806	750	991	626	413
Voda	149	150	136	142	82
Materiál celkem	15.678	17.172	17.982	15.493	10.694
Výrobní mzdy	8.175	8.356	8.208	6.389	4.799

Nevýrobní mzdy	545	609	587	376	298
Příplatky	1.026	893	975	677	412
Náhrada mzdy	82	97	0	0	0
Režijní mzdy	297	316	429	406	719
Svátek	382	387	263	156	173
Dovolená	1.378	1.205	1.183	927	854
Vánoční peníze	268	139	247	232	-28
Správní mzdy	4.238	3.891	3.548	4.211	4.140
Odvody soc. a zdrav. poj.	6.190	5.494	5.304	4.257	3.241
Sociální náklad	279	271	285	232	236
Odměny, prémie	2.147	1.369	975	347	243
Interní přerozdělení	6.588	2.641	3.026	3.442	4.670
Externí práce	0	32	268	0	0
Personální náklady celkem	31.595	25.700	25.298	21.652	19.785
Odpisy kalkulované	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800
Clo, dopravné	106	186	100	59	141
Přerozdělení pomocných středisek	10.877	9.576	9.392	8.108	7.744
Daně	19	20	9	16	11
Poradenství, výzkum	4	49	29	33	27
Leasing, nájem	236	208	262	279	318
Pojištění	87	81	71	98	93
Ostatní vedlejší náklady	736	719	681	572	411
Opravy – externí firma	954	418	1.175	157	0
Likvidace odpadu	0	0	0	0	4
Vedlejší náklady celkem	14.819	13.057	13.519	11.122	10.549
CELKOVÉ NÁKLADY	62.092	55.929	56.799	48.267	41.028

Zdroj: Vnitropodnikové rozbory

Obrázek 13: Přehled nákladů slévárny



Zdroj: vlastní zpracování

Vývoj nákladů obou středisek je ovlivněn nejen objemem výroby, ale také podílem fixních a variabilních nákladů na celkových nákladech. Mezi fixní náklady spadají například odpisy, náklady na správu a částečná spotřeba energií. Variabilní náklady jsou například mzdy, spotřeba materiálu či opravy strojů.

4. 1. 3 Propal

Jedná se o procentuální ztrátu materiálu při tavení. Propal určuje tavicí předváhu, to znamená, kolik kilogramů materiálu se musí vsadit do tavicí pece, aby se dostala 1 tuna nataveného materiálu.

Propal se počítá pomocí vzorce:
$$\frac{\text{Hmotnost vyrobené taveniny}}{\text{Vsázka}} * 100$$

4. 1. 3. 1 Propal 2010

Tabulka 14: Propal leden > červen 2010

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen
Spotřeba hliníku v tis. Kč	3.882	5.076	5.576	4.889	4.996	6.441
Spotřeba hliníku Kg	90 873	116 604	124 953	99 237	106 525	128 323
Externí zmetky – příjem hliníku ¹⁸	1	352	77	1 125	3 754	2 033
A Spotřeba celkem	90 874	116 956	125 030	100 362	110 279	130 356
B Nalito v hrubé váze bez int. zmetků	72 099	104 382	113 925	90 571	90 622	109 787
C Interní zmetky	7 103	8 991	13 541	9 445	18 908	13 768
D Ztráta (A - B)	18 775	12 574	11 105	9 791	19 657	20 569
Propal + Struska (D / (B + C))	23,71%	11,09%	8,71%	9,79%	17,95%	16,65%

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 15: Propal červenec > prosinec 2010

	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Spotřeba hliníku v tis. Kč	5.908	4.160	7.098	7.400	8.299	4.824
Spotřeba hliníku Kg	112 665	80 987	141 833	143 565	159 388	90 829
Externí zmetky – příjem hliníku	2 452	1 081	57	6 422	995	1 128
A Spotřeba celkem	115 117	82 068	141 890	149 987	160 383	91 957
B Nalito v hrubé váze bez int. zmetků	117 697	63 640	125 173	137 937	152 199	84 663

¹⁸ U externích zmetků se na kontrole zjistí, které šly opravdu do pece, a které se jen opravily a prodaly zákazníkovi.

C	Interní zmetky	19 759	4 360	12 725	18 084	11 444	8 794
D	Ztráta (A - B)	- 2 580	18 428	16 717	12 050	8 184	7 294
	Propal + Struska (D / (B + C))	- 1,88%	27,10%	12,12%	7,72%	5,00%	7,80%

Zdroj: vlastní zpracování

Záporný propal

Pokud vyjde záporný propal, jak se tomu stalo v červenci 2010, znamená to, že pracovníci špatně spočítali inventuru na slévárně. A to buď v tom daném měsíci, nebo v předchozím.

V tom případě se v daném měsíci špatná inventura srovnala.

4. 1. 3. 2 Propal 2011

Tabulka 16: Propal leden > červen 2011

		Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen
	Spotřeba hliníku v tis. Kč	8.505	8.772	9.572	9.760	9.740	10.826
	Spotřeba hliníku Kg	161 227	158 103	173 915	174 481	174 344	193 936
	Externí zmetky – příjem hliníku	629	527	2 389	1 717	4 102	1 785
A	Spotřeba celkem	161 856	158 630	176 304	176 198	178 446	195 721
B	Nalito v hrubé váze bez int. zmetků	141 199	147 393	155 293	153 171	149 729	175 243
C	Interní zmetky	15 155	10 710	9 848	11 514	14 231	12 299
D	Ztráta (A - B)	20 657	11 237	21 011	23 027	28 717	20 478
	Propal + Struska (D / (B + C))	13,21%	7,11%	12,72%	13,98%	17,51%	10,92%

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 17: Propal červenec > prosinec 2011

		Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
	Spotřeba hliníku v tis. Kč	9.323	5.087	7.941	7.671	8.408	6.293
	Spotřeba hliníku Kg	169 984	92 862	147 689	145 193	158 812	121 791
	Externí zmetky – příjem hliníku	1 107	1 034	3 002	3 090	1 186	2 783
A	Spotřeba celkem	171 091	93 896	150 691	148 283	159 998	124 574
B	Nalito v hrubé váze bez int. zmetků	152 381	86 058	129 693	126 083	148 103	108 567
C	Interní zmetky	11 932	3 735	16 055	16 495	20 592	8 898
D	Ztráta (A - B)	18 710	7 838	20 998	22 200	11 895	16 007
	Propal + Struska (D / (B + C))	11,39%	8,73%	14,41%	15,57%	7,05%	13,63%

Zdroj: vlastní zpracování

4. 1. 3. 3 Propal 2012

Tabulka 18: Propal leden > červen 2012

		Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen
	Spotřeba hliníku v tis. Kč	9.728	8.651	7.653	8.929	8.359	9.528
	Spotřeba hliníku Kg	191 311	171 938	148 580	175 548	161 820	192 734
	Externí zmetky – příjem hliníku	75	932	1 717	1 741	3 023	1 082
A	Spotřeba celkem	191 386	172 870	150 297	177 289	164 843	193 816
B	Nalito v hrubé váze bez int. zmetků	177 693	159 059	133 092	156 290	146 183	167 904
C	Interní zmetky	9 382	8 457	8 460	6 897	9 148	10 511
D	Ztráta (A - B)	13 693	13 811	17 205	20 999	18 660	25 912
	Propal + Struska (D / (B + C))	7,32%	8,24%	12,15%	12,87%	12,01%	14,52%

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 19: Propal červenec > prosinec 2012

		Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
	Spotřeba hliníku v tis. Kč	7.258	3.954	4.855	6.389	7.932	3.095
	Spotřeba hliníku Kg	141 082	79 619	98 848	127 940	162 350	59 663
	Externí zmetky – příjem hliníku	1 015	192	2 905	-	11 039	3 040
A	Spotřeba celkem	142 097	79 811	101 753	127 940	173 389	62 703
B	Nalito v hrubé váze bez int. zmetků	121 274	69 155	88 165	115 282	150 077	62 906
C	Interní zmetky	9 430	5 050	5 368	12 439	9 100	5 019
D	Ztráta (A - B)	20 823	10 656	13 588	12 658	23 312	- 203
	Propal + Struska (D / (B + C))	15,93%	14,36%	14,53%	9,91%	14,65%	- 0,30%

Zdroj: vlastní zpracování

Celá série Volvo A990 byla vrácena. Externí zmetky v říjnu 2012 byly 11 690 kg, ale ještě 7. listopadu 2012 nebylo rozhodnuto, kolik toho půjde do pece, kolik na vícepráce¹⁹ nebo kolik zmetků je nakonec dobrých. Z tohoto důvodu se nedalo v říjnu 2012 do externích zmetků nic. V listopadu 2012 je udělán součet externích zmetků za říjen + listopad 2012. Promítlo se tak skutečné množství zmetků z celé vrácené série Volvo A990 do listopadu 2012.

¹⁹ Vícepráce jsou práce prováděné na odlitku nebo hotovém kusu nad rámec stanoveného výrobního postupu- např. další přetlakování, přecidění apod.

4. 1. 3. 4 Propal 2013

Tabulka 20: Propal leden > červen 2013

		Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen
	Spotřeba hliníku v tis. Kč	6.656	8.058	8.756	8.477	9.195	8.762
	Spotřeba hliníku Kg	127 970	152 786	173 460	163 200	180 173	172 205
	Externí zmetky – příjem hliníku	438	1 299	576	1 808	944	3 598
A	Spotřeba celkem	128 408	154 085	174 036	165 008	181 117	175 803
B	Nalito v hrubé váze bez int. zmetků	122 260	147 927	165 036	155 259	165 516	164 780
C	Interní zmetky	7 211	9 475	7 723	13 063	8 559	10 290
D	Ztráta (A - B)	6 148	6 158	9 000	9 749	15 601	14 023
	Propal + Struska (D / (B + C))	4,75%	3,91%	5, 21%	5,79%	8,96%	8,15%

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 21: Propal červenec > prosinec 2013

		Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
	Spotřeba hliníku v tis. Kč	10.448	4.226	9.200	7.803	7.810	4.276
	Spotřeba hliníku Kg	206 181	85 503	179 638	153 877	154 967	82 155
	Externí zmetky – příjem hliníku	649	3 444	3 911	1 887	1 456	2 944
A	Spotřeba celkem	206 830	88 947	183 549	155 764	156 423	85 099
B	Nalito v hrubé váze bez int. zmetků	195 847	83 562	171 873	148 440	147 878	82 657
C	Interní zmetky	10 354	6 714	9 442	7 661	6 691	9 610
D	Ztráta (A - B)	10 983	5 385	11 676	7 324	8 545	2 442
	Propal + Struska (D / (B + C))	5,33%	5,97%	6,44%	4,69%	5,53%	2,65%

Zdroj: vlastní zpracování

Každá výroba je motivována ziskem. Zisk je tím vyšší, čím vyšší je například efektivita práce nebo čím nižší jsou náklady na výrobu. Tím pádem vedou snahy každé firmy ke zvyšování efektivity práce a snižování nákladů.

Propal je jednou z významných nákladových položek při výrobě tekutého kovu, proto je nutné ho sledovat. Čím vyšší je hodnota propalu, tím jsou v daném měsíci vyšší náklady.

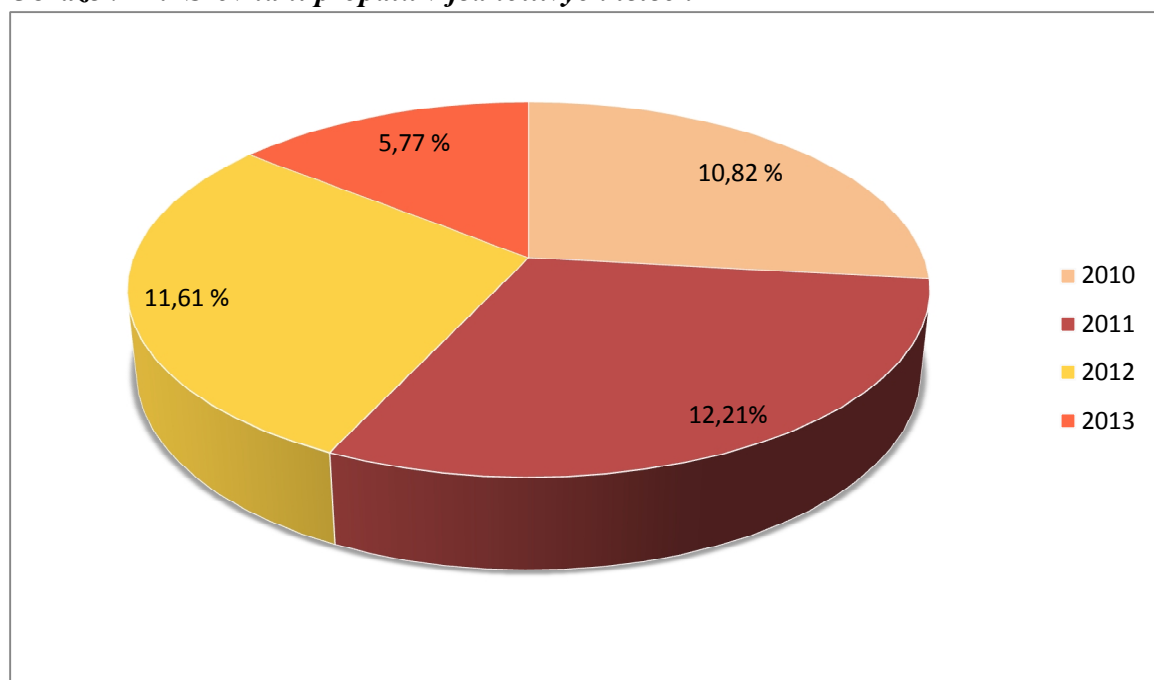
4. 1. 3. 5 Souhrnný propal za poslední 4 roky

Tabulka 22: Celkové srovnání propalu

		2010	2011	2012	2013
	Spotřeba hliníku v tis. Kč	68.555	101.895	86.059	93.668
	Spotřeba hliníku Kg	1 395 782	1 872 337	1 711 433	1 832 115
	Externí zmetky – příjem hliníku	19 477	23 351	26 761	22 954
A	Spotřeba celkem	1 415 259	1 895 688	1 738 194	1 855 069
B	Nalito v hrubé váze bez int. zmetků	1 262 695	1 672 913	1 547 080	1 748 035
C	Interní zmetky	146 922	151 464	99 261	106 793
D	Ztráta (A - B)	152 564	222 775	191 114	107 034
	Propal + Struska (D / (B + C))	10,82%	12,21%	11,61%	5,77%

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 14: Srovnání propalu v jednotlivých letech



Zdroj: vlastní zpracování

Jak je vidět z grafu, nejnižší propal byl v roce 2013, kdy hodnota propalu v jednotlivých měsících nepřesáhla hodnotu 10%. V tomto ohledu byl rok 2013 nejpříznivější.

Bylo to dané častějším používáním nízkotlakého lití, kdy dochází k menšímu množství vratného materiálu a tím pádem i nižšího propalu.

4. 1. 3. 6 Souhrnný propal za poslední 4 roky vyjádřený v Kč

Cenu propalu lze vyjádřit jako cenu nakoupeného hliníku, tablety a spotřebu energie na propálené množství suroviny.

Tabulka 23: Celková ztráta na propalu v Kč

	Postup výpočtu	2010	2011	2012	2013
	Materiálová vsázka	71.422.000	116.252.000	97.662.000	105.000.000
	Tablety	46.000	71.000	63.000	73.000
	Spotřeba plynu	2.975.000	4.603.000	3.436.000	3.675.000
A	Celkem	74.443.000	120.926.000	101.161.000	108.748.000
B	Průměrný propal	10,82%	12,21%	11,61%	5,77%
A x B	Ztráta na propalu v Kč	8.054.733	14.765.065	11.744.792	6.274.760

Zdroj: Vlastní zpracování

4. 2 SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE A ZEMNÍHO PLYNU

Při provozu podnikových středisek, konkrétně tavníky a slévárny, vznikají poměrně velké náklady na provoz tavicích pecí na tavně a udržovacích kelímků na slévárně.

4. 2. 1 Cena energií ve společnosti Slévárna Heunisch, a. s. v posledních letech

V níže uvedených tabulkách je uveden vývoj ceny energií za posledních 9 let.

4. 2. 1. 1 Elektrická energie

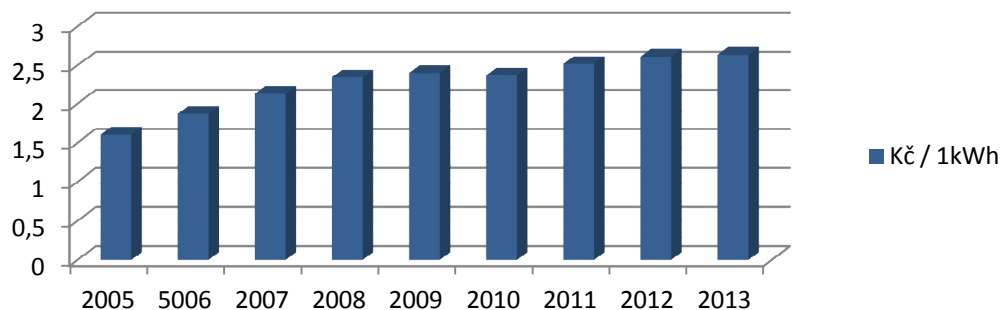
Důvodem zdražování v posledních letech není pouze zvyšování nákladů na výrobu, ale také Fotovoltaické elektrárny. Příspěvek na elektřinu vyrobenou tímto způsobem dodávanou elektřinu rapidním způsobem zdražuje.

Tabulka 24: Elektrická energie (1 kWh / Kč)

Období	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Kč	1,603	1,870	2,127	2,340	2,399	2,367	2,52	2,616	2,641

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 15: Přehled cen elektrické energie za posledních 9 let



Zdroj: vlastní zpracování

4. 2. 1. 2 Zemní plyn

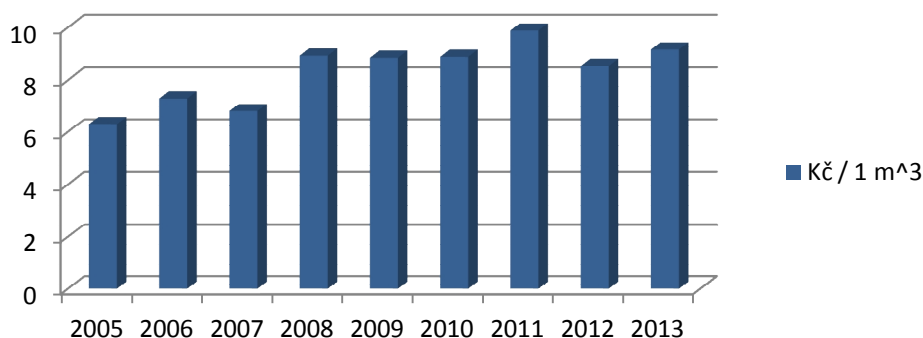
V následující tabulce je dobře vidět vývoj cen během 9 let. Jak ukazuje samotný graf, mimo několika výkyvů jde cena plynu neustále nahoru.

Tabulka 25: Zemní plyn (1 m³ / Kč)

Období	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Kč	6,303	7,300	6,826	8,932	8,853	8,888	9,889	8,544	9,167

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 16: Přehled cen zemního plynu za posledních 9 let



Zdroj: vlastní zpracování

4. 2. 2 Celková spotřeba energií ve Slévárně Heunisch, a. s.

Jedná se o celkovou spotřebu elektrické energie a zemního plynu všech středisek v podniku.

Tabulka 26: Spotřeba energií 2010

Období	Zemní plyn		Sazba Kč	Elektrická energie		Sazba Kč	
	m ³	Kč		kWh	Kč		
2010	leden	85 952	637.827	451 561	1.086.669	2,379	
	únor	76 598	597.096	491 293	1.173.343		
	březen	75 598	623.797	559 558	1.314.072		
	duben	47 210	441.420	9,443	501 283	1.191.387	2,354
	květen	50 847	468.375		537 773	1.257.559	
	červen	40 858	401.997	10,532	543 735	1.276.582	2,386
	červenec	38 852	408.860		504 250	1.181.211	
	srpen	29 265	339.051		367 243	930.118	
	září	48 311	478.312	8,840	545 987	1.271.338	2,353
	říjen	64 508	599.009		566 722	1.297.255	
	listopad	75 253	676.577	8,840	579 657	1.334.777	2,353
	prosinec	82 499	689.221		377 088	952.246	
Celkem 2010	715 751	6.361.542	8,888	6 026 151	14.266.557	2,367	
2011	leden	103 219	850.684	617 861	1.524.872	2,491	
	únor	100 870	887.707	573 165	1.438.773		
	březen	89 870	789.044	611 056	1.525.456		
	duben	68 131	633.087	9,620	574 780	1.432.817	2,503
	květen	65 319	630.346		583 547	1.463.715	
	červen	61 720	614.053	11,244	597 653	1.498.363	2,555
	červenec	51 049	544.309		550 342	1.373.134	
	srpen	35 311	418.085		397 027	1.070.331	
	září	48 233	550.924	10,955	566 310	1.423.703	2,540
	říjen	64 071	698.725		594 704	1.480.615	
	listopad	91 317	993.653	10,955	589 471	1.475.904	2,540
	prosinec	78 985	875.269		401 170	1.070.927	
Celkem 2011	858 095	8.485.886	9,889	6 657 086	16.778.610	2,520	

Období		Zemní plyn		Sazba Kč	Elektrická energie		Sazba Kč
		m ³	Kč		kWh	Kč	
2012	leden	101 902	832.774	8,219	664 959	1.692.532	2,567
	únor	111 076	900.524		621 741	1.598.52	
	březen	73 692	622.865		596 310	1.542.377	
	duben	76 653	645.107	8,633	565 286	1.469.872	2,587
	květen	53 242	470.214		600 321	1.545.484	
	červen	58 341	509.788		589 491	1.525.128	
	červenec	41 226	381.221	9,492	557 017	1.447.562	2,688
	srpen	27 484	279.334		357 946	1.024.082	
	září	40 686	377.869		481 243	1.281.493	
	říjen	72 764	617.210	8,426	554 708	1.453.901	2,643
	listopad	86 781	720.857		586 474	1.521.984	
	prosinec	70 456	599.890		422 356	1.156.523	
Celkem 2012		814 303	6.957.653	8,544	6 597 852	17.259.458	2,616
2013	leden	95 610	819.639	8,705	575 634	1.500.598	2,592
	únor	86 281	757.557		584 564	1.521.817	
	březen	89 129	782.033		363 876	1.635.562	
	duben	65 048	590.895	9,279	600 607	1.563.685	2,593
	květen	59 161	549.792		602 137	1.552.827	
	červen	53 558	508.859		611 618	1.587.936	
	červenec	54 420	517.809	9,632	640 476	1.652.341	2,641
	srpen	27 537	301.075		386 632	1.095.591	
	září	63 466	581.841		621 502	1.605.921	
	říjen	70 163	637.183	9,331	641 420	1.648.325	2,750
	listopad	85 670	800.006		600 333	1.663.076	
	prosinec	72 398	692.459		388 902	1.172.469	
Celkem 2013		822 441	7.539.148	9,167	6 890 701	18.200.148	2,641

Zdroj: vlastní zpracování

Ve sloupci sazeb jsou uvedeny vždy po blocích průměrné sazby po třech měsících. Tyto výpočty slouží ke kontrole, jak se v jednotlivých tříměsíčních blocích pohybovala průměrná cena energií. Průměrné sazby jsou vypočítány jako suma energií za 3 měsíce v Kč/m³(kWh).

Cena se skládá z pevné částky a proměnlivé částky v závislosti na spotřebě. Pevná částka se skládá z nasmlouvaného denního maxima, proměnlivá částka je podle toho, kolik se daný měsíc spotřebuje. V zimních měsících je spotřeba větší díky vytápění, v letních měsících je spotřeba naopak menší.

4. 2. 3 Spotřeba energie na ruční lití

Vliv na výsledná čísla v tabulce má nejen spotřeba energie, ale také vývoj ceny energie.

Tabulka 27: Elektrická energie na 1 tunu lití v Kč

	Elektrická energie Kč	Dobré odlitky - ruční lití tuny	Kč / T
2009	6.275.000	662,258	9.475,16
2010	8.156.000	1 211,771	6.730,64
2011	9.214.000	1 672,906	5.507,78
2012	8.726.000	1 126,975	7.742,85
2013	7.683.000	1 263,580	6.080,34

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky je vidět, že přestože cena elektrické energie od roku 2009 stále roste, ukazatel spotřeby elektrické energie na ruční lití ve firmě klesá. Vliv na tento výsledek má několik opatření - optimalizace výrobních postupů, zvyšování produktivity práce a sortiment výrobků vzhledem k energetické náročnosti a jejich zpracování.

Větší vyhodnocení uvedeno v následujících tabulkách.

4. 2. 4 Spotřeba elektrické energie v závislosti na produkci

Slévárna HEUNISCH, a. s. aktivně podporuje a neustále vylepšuje ochranu životního prostředí a má zaveden systém environmentálního managementu (EMS). Cílem EMS je postupná likvidace či zmírnění environmentálních dopadů činností a strojního vybavení podniku.

Tzv. „Environmentální profil“ (environmental performance) ve smyslu ISO 14001 porovnává spotřebu energií s výrobou, respektivě s váhou nalitých odlitků. Následně zobrazuje poměr a vývoj těchto parametrů.

Tabulka 28: Spotřeba elektrické energie středisek tavírny a slévárny v roce 2010

Měsíc	Nalito v tunách	Elektrická energie v kWh		
		Tavírna	Slévárna	Celkem
leden	79,2	4 118,2	252 840	256 958,2
únor	113,4	4 359,3	286 501	290 860,3
březen	127,5	5 317,7	305 630	310 947,7
duben	100,01	4 809,0	284 968	289 777
květen	109,5	4 804,5	312 177	316 981,5
červen	123,6	4 286,0	315 287	319 573
červenec	137,5	3 355,3	310 038	313 393,3

srpen	68	2 981,0	212 051	215 032
září	125,17	4 752,5	309 905	314 657,5
říjen	137,97	5 883,7	307 311	313 194,7
listopad	152,2	5 322,0	320 669	325 991
prosinec	84,66	3 272,0	213 785	217 057

Zdroj: vlastní zpracování

V roce 2010 byl oproti roku 2009 velký nárůst výroby. Procentuální nárůst množství odpadů a spotřeby energie byl menší než nárůst výroby, tzn., že environmentální profil byl v těchto oblastech lepší než předešlý rok. Environmentální profil byl v roce 2009 horší také z důvodu, že opatření jako zkrácení pracovní doby nepřispívaly ke snížení vytápění a spotřeby elektrické energie ve stejné míře, jaké bylo snížení výroby.

Tabulka 29: Spotřeba elektrické energie středisek tavírny a slévárny v roce 2011

Měsíc	Nalito v tunách	Elektrická energie v kWh		
		Tavírna	Slévárna	Celkem
leden	156,1	6 093,3	344 666	350 759,3
únor	157,7	5 027,7	321 288	326 315,7
březen	165,1	5 575,7	321 014	326 589,7
duben	164,77	4 971,3	321 305	326 276,3
květen	164,14	5 621,9	314 025	319 646,9
červen	187,64	5 602,3	325 968	331 570,3
červenec	164,3	4 872,9	307 169	312 041,9
srpen	89,8	2 666,5	228 587	231 253,5
září	145,8	4 623,5	314 136	318 759,5
říjen	142,6	5 510,9	321 398	326 908,9
listopad	168,7	6 011,3	316 143	322 154,3
prosinec	117,47	3 620,3	202 922	206 542,3

Zdroj: vlastní zpracování

V roce 2011 došlo vůči 2010 k dalšímu velkému nárůstu objemu zakázek a výroby (cca o 40%). Procentuální nárůst množství odpadů a spotřeby energie byl většinou menší než nárůst výroby, takže environmentální profil byl ve většině oblastí lepší než v roce 2010.

Tabulka 30: Spotřeba elektrické energie středisek tavírny a slévárny v roce 2012

Měsíc	Nalito v tunách	Elektrická energie v kWh		
		Tavírna	Slévárna	Celkem
leden	187,1	7 477,8	328 797	336 274,9
únor	167,1	7 075,6	304 805	311 880,6
březen	142,3	5 882,4	304 805	310 687,4
duben	163,2	6 827,6	274 902	281 729,6
květen	155,3	6 186,9	313 187	319 373,9
červen	178,4	6 281,2	296 904	303 185,2
červenec	130,7	5 946,3	281 599	287 545,3

srpen	74,2	3 070,7	190 440	193 510,7
září	93,5	4 997,4	247 280	252 277,4
říjen	127,7	5 306,5	281 148	286 454,5
listopad	159,2	7 080,1	294 493	301 573,1
prosinec	67,9	5 369	205 644	211 013

Zdroj: vlastní zpracování

V roce 2012 došlo vůči roku 2011 k poklesu objemu zakázek a výroby (o cca 5% méně prodaných tun). Téměř všechny poměry sledované v environmentálním profilu se mírně zhoršily, což potvrzuje poznatky z vyhodnocení tohoto profilu z minulých let o tom, že efektivita provozu této organizace stoupá a klesá analogicky s objemem výroby.

Tabulka 31: Spotřeba elektrické energie středisek tavírny a slévárny v roce 2013

Měsíc	Nalito v tunách	Elektrická energie v kWh		
		Tavírna	Slévárna	Celkem
leden	122,3	8 619,1	248 536	257 155,1
únor	147,6	7 950,4	246 676	254 626,4
březen	164,6	8 867,3	267 561	276 428,3
duben	154,7	8 376	243 388	251 764
květen	165,5	8 307,1	247 731	256 038,1
červen	162	8 198	256 946	265 144
červenec	195,8	8 883,2	264 089	272 972,2
srpen	83,6	4 660,6	168 146	172 806,6
září	171,9	8 200,8	268 640	276 840,8
říjen	148,4	7 543,9	287 207	294 750,9
listopad	147,9	8 577	243 638	252 215
prosinec	82,6	4 922,8	158 799	163 721,8

Zdroj: vlastní zpracování

V roce 2013 došlo vůči 2012 sice ke snížení množství obrobených litinových odlitků (hlavně kvůli poklesu zakázek BOSCH), ale ke zvýšení množství nalitých hliníkových odlitků.

Spotřeba elektrické energie se zhoršila ve srovnání s (v roce 2013 sníženým) množstvím obrobených litinových odlitků a zlepšila se ve srovnání s (v roce 2013 zvýšeným) množstvím.

Tabulka 32: Celková spotřeba elektrické energie středisek v závislosti na produkci

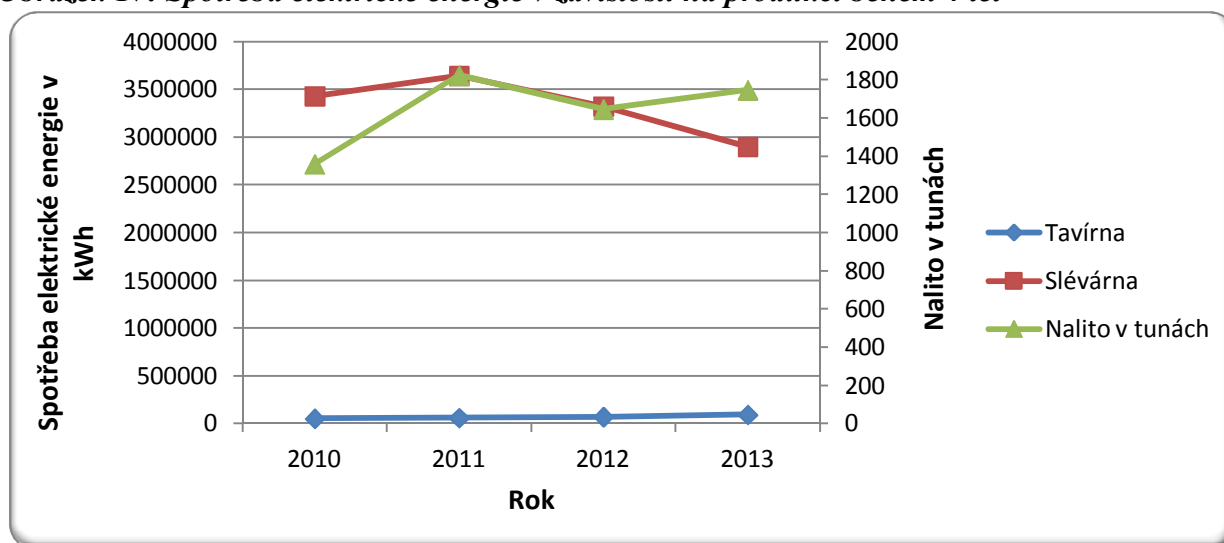
Rok	Nalito v tunách	Elektrická energie v kWh			EE na 1 tunu nataveného materiálu (v kWh)
		Tavírna	Slévárna	Celkem	
2010	1 358,71	53 261,2	3 431 162	3 484 423,2	2 564,5
2011	1 824,12	60 197,6	3 638 621	3 702 818,6	2 029,9
2012	1 646,6	71 501,5	3 324 004	3 395 505,5	2 062,1
2013	1 746,9	93 106,2	2 901 357	2 994 463,2	1 714,2

Zdroj: vlastní zpracování

Vyšší spotřeba elektrické energie na tavně v roce 2013 je způsobena instalací a uvedením do provozu nové tavicí pece BALZER II. Oproti ostatním tavicím pecím jsou Balzery ovládány počítačem a mají 24 hodin denně zapnuté ventilátory. Ty jsou poháněny elektrickou energií. Starší tavicí pece, které mají pouze spotřebu zemního plynu, se jednoduše vypnou.

Snížení spotřeby elektrické energie na slévárně v roce 2013 je dané tehdejšími sortimentem výroby.

Obrázek 17: Spotřeba elektrické energie v závislosti na produkci během 4 let

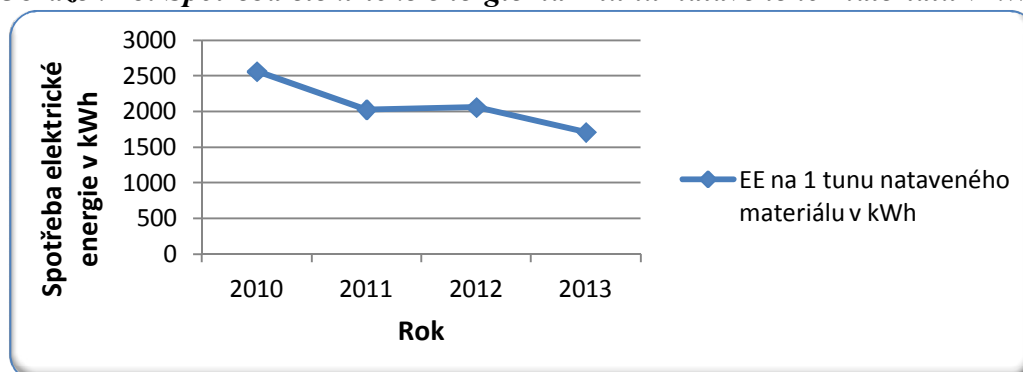


Zdroj: vlastní zpracování

Elektrická energie se používá převážně na slévárně. Na tavně se využívá k provozu tavicích pecí a vytápění zemní plyn.

Z grafu je vidět, že efektivita provozu tohoto podniku stoupá a klesá analogicky s objemem výroby.

Obrázek 18: Spotřeba elektrické energie na 1 tunu nataveného materiálu v kWh



Zdroj: vlastní zpracování

Při spotřebě elektrické energie má vliv také velikost a hmotnost hliníkového odlitku. Čím je odlitek větší, tím rychleji se nalije 1 tuna a spotřebuje se méně energie.

Tabulka 33: Spotřeba EE na středisku slévárna v závislosti na průměrné hmotnosti odlitku

Období	Spotřeba EE	Nalito		Průměrná hmotnost odlitku v kg	Průměrná spotřeba EE / 1kg	
		ks	kg			
2010	leden	252 840	45 432	79 203,53	1,743	3,19228
	únor	286 501	66 945	113 373,44	1,694	2,52706
	březen	305 630	64 321	127 465,73	1,982	2,39774
	duben	284 968	55 589	100 009,94	1,799	2,84940
	květen	312 177	63 193	109 530,63	1,733	2,85013
	červen	315 287	64 060	123 580,82	1,929	2,55126
	červenec	310 038	61 730	137 455,75	2,227	2,25555
	srpen	212 051	37 725	68 000,44	1,803	3,11838
	září	309 905	60 586	125 172,85	2,066	2,47582
	říjen	307 311	55 283	137 937,27	2,495	2,22790
	listopad	320 669	55 083	152 197,92	2,763	2,10692
	prosinec	213 785	37 147	84 662,86	2,279	2,52513
	CELKEM	3 431 162	667 094	1 358 591,18	2,037	2,52553
2011	leden	344 666	66 063	156 340,76	2,367	2,20458
	únor	321 288	73 905	158 102,69	2,139	2,03215
	březen	321 014	88 043	165 140,73	1,876	1,94388
	duben	321 305	67 459	164 684,80	2,441	1,95103
	květen	314 025	67 583	163 959,76	2,426	1,91526
	červen	325 968	63 465	187 542,05	2,955	1,73811
	červenec	307 169	60 758	164 115,58	2,701	1,87166
	srpen	228 587	34 603	89 795,37	2,595	2,54564
	září	314 136	56 362	145 748,07	2,586	2,15534
	říjen	321 398	45 021	142 581,78	3,167	2,25413
	listopad	316 143	53 805	168 695,45	3,135	1,87405
	prosinec	202 922	29 518	117 465,57	3,979	1,72750
	CELKEM	3 638 621	706 585	1 824 172,61	2,582	1,99467
2012	leden	328 797	65 423	187 075,02	2,859	1,75757
	únor	304 805	53 789	167 516,33	3,114	1,81955
	březen	304 805	52 567	142 277,72	2,707	2,14232
	duben	274 902	57 376	163 190,68	2,844	1,68454
	květen	313 187	49 364	155 330,73	3,147	2,01626
	červen	296 904	57 315	178 414,75	3,113	1,66412
	červenec	281 599	37 074	130 703,69	3,525	2,15448
	srpen	190 440	26 407	74 205,21	2,810	2,56640
	září	247 280	35 330	93 533,16	2,647	2,64377
	říjen	281 148	43 163	127 482,17	2,954	2,20539
	listopad	294 493	49 877	159 177,19	3,191	1,85010
	prosinec	205 644	31 058	67 915,99	2,187	3,02792
	CELKEM	3 324 004	558 743	1 646 822,64	2,947	2,01843

2013	leden	248 536	45 196	122 260,26	2,705	2,03284
	únor	246 676	52 686	147 629,49	2,802	1,67091
	březen	267 561	53 307	164 611,62	3,088	1,62541
	duben	243 388	54 825	154 761,46	2,823	1,57267
	květen	247 731	55 901	165 516,36	2,961	1,49672
	červen	256 946	59 511	161 983,90	2,722	1,58624
	červenec	264 089	64 343	195 846,89	3,044	1,34845
	srpen	168 146	30 849	83 561,79	2,709	2,01224
	září	268 640	56 642	171 903,52	3,035	1,56274
	říjen	287 207	62 596	148 439,73	2,371	1,93484
	listopad	243 638	66 260	147 941,94	2,233	1,64685
	prosinec	158 799	37 236	82 656,81	2,220	1,92118
	CELKEM	2 901 357	639 352	1 747 113,77	2,733	1,66066

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka jasně ukazuje, že čím vyšší je průměrná hmotnost hliníkového odlitku, tím nižší je jeho energetická náročnost.

Pokud má odlitek nízkou hmotnost, trvá pracovníkovi slévárny delší dobu, než nalije požadované množství. Tím pádem se natavený materiál musí déle udržovat a nahřívat v udržovacích pecích. Čím déle se udržuje, tím vyšší je jeho finanční náročnost.

4. 2. 5 Spotřeba zemního plynu v závislosti na produkci

Tabulka 34: Spotřeba zemního plynu středisek tavírny a slévárny v roce 2010

Měsíc	Nalito v tunách	Spotřeba plynu v m ³		
		Tavírna	Slévárna	Celkem
leden	79,2	23 478	7 301	30 779
únor	113,4	27 766	4 459	32 225
březen	127,5	33 027	5 594	38 621
duben	100,01	24 573	2 866	27 439
květen	109,5	28 181	5 687	33 868
červen	123,6	28 548	5 841	34 389
červenec	137,5	29 290	5 750	35 040
srpen	68	17 938	5 118	23 056
září	125,17	29 697	2 705	32 402
říjen	137,97	30 534	7 375	37 909
listopad	152,2	33 157	7 841	40 998
prosinec	84,66	18 107	8 311	26 418

Zdroj: vlastní zpracování

V roce 2010 vůči 2009 byl procentuální nárůst spotřeby plynu na tavně a slévárně stejný jako procentuální nárůst výroby hliníkových odlitků. Nadále je v provozu nová pec Balzer, která vedla k hospodárnějšímu provozu tavně od roku 2008.

Tabulka 35: Spotřeba zemního plynu středisek tavně a slévárny v roce 2011

Měsíc	Nalito v tunách	Spotřeba plynu v m ³		
		Tavně	Slévárna	Celkem
leden	156,1	38 512	13 480	51 992
únor	157,7	41 954	10 868	52 822
březen	165,1	42 875	8 237	51 112
duben	164,77	43 313	5 181	48 494
květen	164,14	42 706	11 595	54 301
červen	187,64	48 479	9 303	57 782
červenec	164,3	38 682	8 681	47 363
srpen	89,8	26 680	5 774	32 454
září	145,8	34 089	8 254	42 343
říjen	142,6	30 997	7 567	38 564
listopad	168,7	40 790	6 347	47 137
prosinec	117,47	30 713	4 723	35 436

Zdroj: vlastní zpracování

Větší procentuální nárůst než nárůst objemu výroby hliníkových odlitků mělo v roce 2011 množství odpadního písku, a to z důvodu zvýšeného podílu vyrobených hliníkových odlitků s pískovým jádrem. Také lehce stoupl poměr spotřeby plynu na tavně vůči objemu výroby hliníkových odlitků, protože v roce 2011 bylo v provozu více tavicích pecí než v roce 2010. Jinak je v roce 2010 a 2011 velmi pozitivní vývoj poměru spotřeby plynu za vytápění vůči objemu výroby.

Tabulka 36: Spotřeba zemního plynu středisek tavně a slévárny v roce 2012

Měsíc	Nalito v tunách	Spotřeba plynu v m ³		
		Tavně	Slévárna	Celkem
leden	87,1	40 244	13 602	43 846
únor	167,1	39 814	11 618	61 432
březen	142,3	29 928	5 930	35 858
duben	163,2	37 964	8 555	46 519
květen	155,3	35 685	7 345	43 030
červen	178,4	42 130	6 897	49 027
červenec	130,7	29 212	7 912	37 124
srpen	74,2	18 325	6 974	25 299
září	93,5	30 104	1 025	31 129
říjen	127,7	37 416	6 329	43 745
listopad	159,2	39 908	3 714	43 622
prosinec	67,9	16 901	7 016	23 917

Zdroj: vlastní zpracování

Spotřeba plynu za vytápění kolísá podle klimatických podmínek v jednotlivých letech. To potvrzuje, že vývoj spotřeby je zpravidla analogický k vývoji objemu produkce. Efektivnější využití zemního plynu je očekáváno zavedením další nové tavicí pece Balzer II, které probíhá od přelomu roků 2012/2013.

Tabulka 37: Spotřeba zemního plynu středisek tavnírna a slévárny v roce 2013

Měsíc	Nalito v tunách	Spotřeba plynu v m ³		
		Tavnírna	Slévárna	Celkem
leden	122,3	37 570	8 492	46 062
únor	147,6	32 533	9 303	41 836
březen	164,6	33 055	7 413	40 468
duben	154,7	32 716	7 477	40 193
květen	165,5	34 643	7 865	42 508
červen	162	36 313	6 195	42 508
červenec	195,8	41 803	9 596	51 399
srpen	83,6	19 462	3 589	23 051
září	171,9	38 419	7 120	45 539
říjen	148,4	33 523	10 352	43 875
listopad	147,9	34 959	7 879	42 838
prosinec	82,6	22 870	2 522	25 392

Zdroj: vlastní zpracování

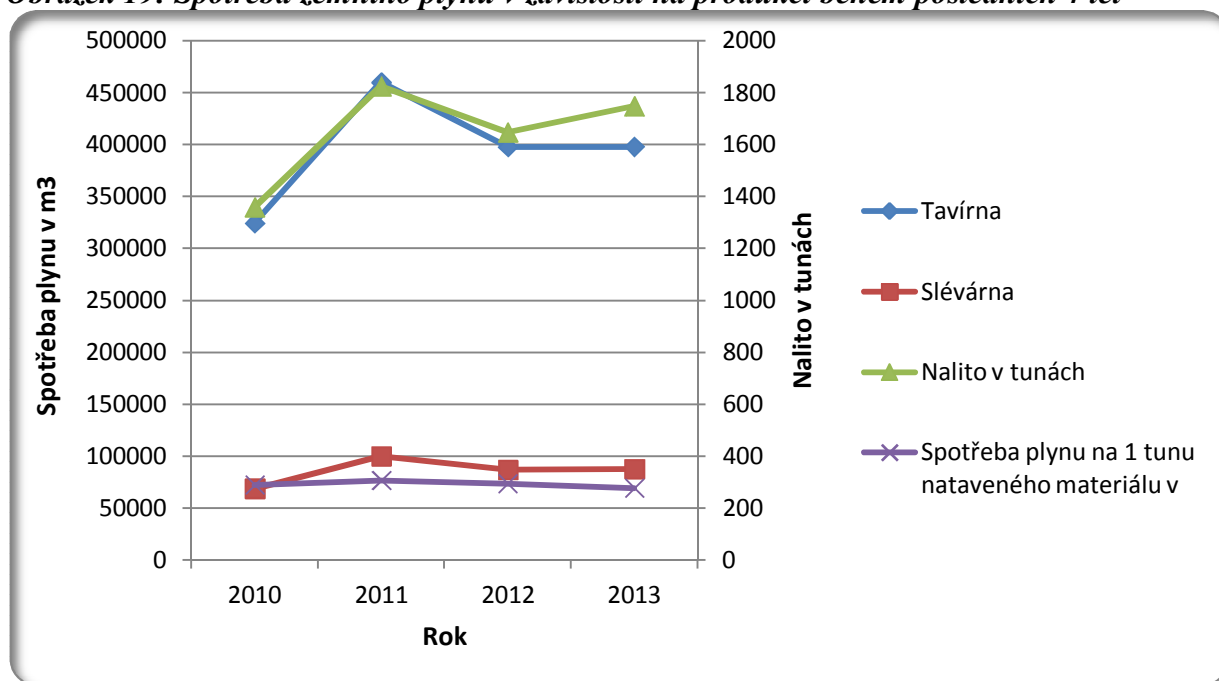
Hlavně díky modernizaci tavicích pecí se zlepšil poměr spotřeby zemního plynu na tavnírně a slévárně vůči množství vyrobených hliníkových odlitků (v roce 2013 tato spotřeba stoupla v menší míře než výroba hliníkových odlitků).

Tabulka 38: Celková spotřeba zemního plynu středisek v závislosti na produkci

Rok	Nalito v tunách	Spotřeba plynu v m ³			Spotřeba plynu na 1 tunu nataveného materiálu v m ³
		Tavnírna	Slévárna	Celkem	
2010	1 358,71	324 296	68 848	393 144	289,35
2011	1 824,12	459 790	100 010	559 800	306,89
2012	1 646,6	397 631	86 917	484 548	294,27
2013	1 746,9	397 866	87 803	485 669	278,02

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 19: Spotřeba zemního plynu v závislosti na produkci během posledních 4 let



Zdroj: vlastní zpracování

Splnilo se očekávání o efektivnějším využití zemního plynu provozem další nové tavicí pece BALZER II od začátku roku 2013. Spotřeba zemního plynu za jednu nalitou tunu klesala na tavírně o 5 až 10% vůči předchozím rokům.

Vyhodnocení environmentálního profilu je považováno za pozitivní, protože je dostatečně analyzován a jsou prováděna opatření k jeho zlepšování.

4. 3 POROVNÁNÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI PŮVODNÍ A NOVÉ TAVÍCÍ PECE

STRIKO – původní pec

Šachtová pec je určena pro tavení hliníkových slitin do teploty 1 000 °C. Pec má dvě komory, přičemž do první z nich se pomocí mechanického výtahu dopraví hliníková slitina v blocích. Tavení materiálu zajišťuje hořák na zemní plyn. Slitina se postupně natavuje a odtéká do druhé komory – do udržovacího prostoru pece. Požadovanou, nastavenou teplotu slitiny zajišťuje druhý plynový hořák.

Řízení pece zajišťuje elektrický rozvaděč, který je umístěn na plášti pece.

Pec je vybavena dvěma termočlánky, proti přehřátí vyzdívky a pro udržování nastavené teploty taveniny. Těleso pece je izolováno vláknitými a lehčenými materiály a speciálními žárobetony.

Natavená slitina se vylije do převozní pánve a to nakloněním pece o cca 30° od vodorovné roviny. Naklopení pece zajistí hydraulický agregát a přímočaré hydromotory. Spaliny jsou odvedeny do kouřovodu.

Tavicí pec STRIKO má výkon 1000 kg taveniny za hodinu.

BALZER II – nová pec

Jedná se o modernější typ tavicí pece STRIKO, vylepšený o řízení pece pomocí počítače, která byla uvedena do provozu v lednu 2013.

Vanová pec má maximální výkon 1000 kg taveniny za hodinu, přičemž její udržovací část pojme až 2000 kg. Nová tavicí pec snižuje tepelné ztráty na minimum a optimalizuje celkovou spotřebu plynu.

Používají se zde hliníkové slitiny typu Al 226. Teplota v prostoru pece je cca 1000 °C a teplota taveniny se pohybuje kolem 800 °C. Tepelný výkon tavení odpovídá 600 kW (2x30 m³/h), udržovací výkon poté 400 kW (40 m³/h).

Spotřeba pro tavení 1000 kg hliníku je 70 m³/h, spotřeba při udržování 9 m³/h.

Obrázek 20: Tavicí pec BALZER II



Zdroj: Vlastní zpracování

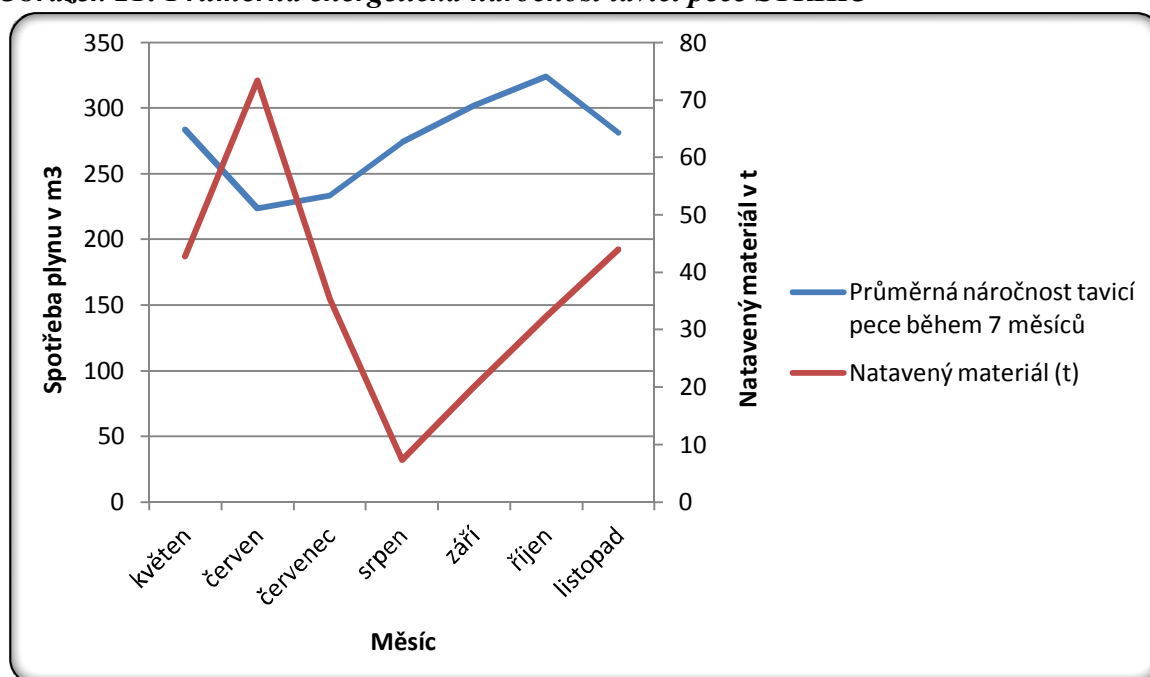
Porovnání nové a původní tavicí pece se provádělo po dobu 7 měsíců u obou z nich, aby bylo možné výsledné srovnání jejich energetické náročnosti. V obou případech se jednalo o tavení slitiny stejného typu, tedy Al 226.

Tabulka 39: STRIKO 05 – 11 / 2012

Měsíc	Spotřeba plynu (m ³)	Natavený materiál (t)	Průměrná spotřeba plynu v m ³ / 1 t nataveného materiálu
květen	12 131	42,757	283,72
červen	16 419	73,447	223,55
červenec	8 246	35,360	233,20
srpen	2 021	7,377	273,96
září	6 053	20,059	301,76
říjen	10 450	32,238	324,15
listopad	12 345	43,932	281,01
Celkem	67 665	255,17	274,479

Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 21: Průměrná energetická náročnost tavicí pece STRIKO



Zdroj: Vlastní zpracování

Tavicí pec STRIKO měla poměrně velké náklady na svůj provoz.

Tavicí náročnost pecí se mění dle toho, jaký se odlévá sortiment. Čím jsou větší odlitky, tím se materiál rychleji odebírá, a nemusí se nahřívat.

Velkou roli samozřejmě hraje i období dovolených, jak je viditelné z grafu, jedná se o měsíc srpen.

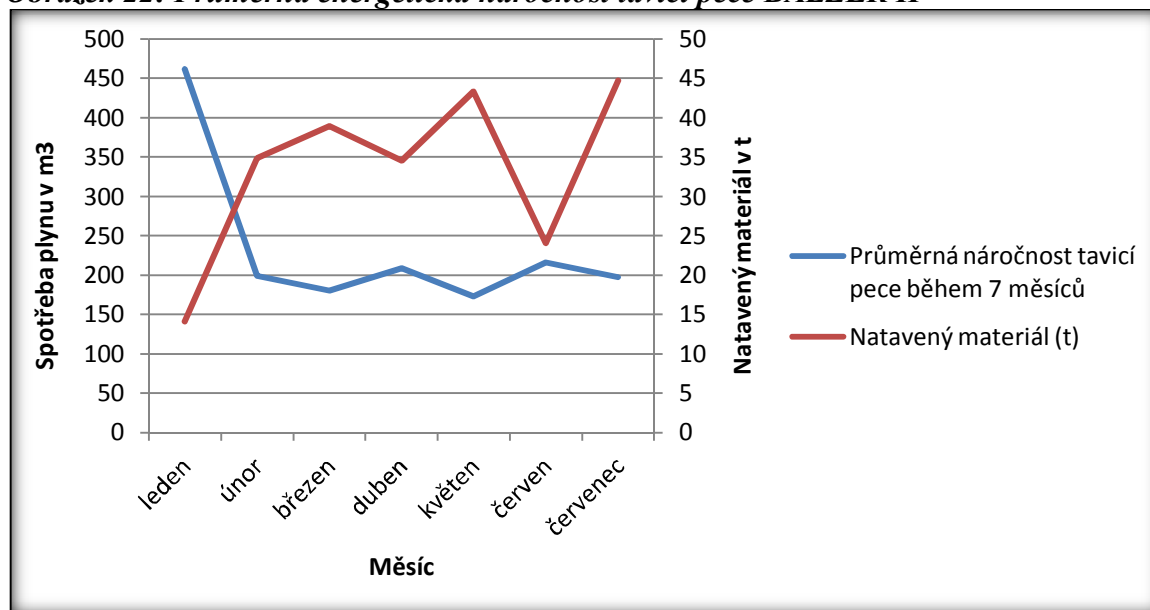
Tabulka 40: BALZER II 01 – 07 / 2013

Měsíc	Spotřeba plynu (m ³)	Natavený materiál (t)	Průměrná spotřeba plynu v m ³ / 1 t nataveného materiálu
leden	6 521	14,139	461,21
únor	6 927	34,863	198,69
březen	7 018	38,924	180,30
duben	7 216	34,531	208,97
květen	7 496	43,326	173,01
červen	5 182	24,015	215,78
červenec	8 830	44,686	197,60
Celkem	49 190	234,484	233,652

Zdroj: Vlastní zpracování

V lednu je průměrná spotřeba plynu na natavený materiál vyšší. Důvodem je téměř třítýdenní vysušování a zahřívání tavicí pece, aby mohla být uvedena do plného provozu.

Obrázek 22: Průměrná energetická náročnost tavicí pece BALZER II

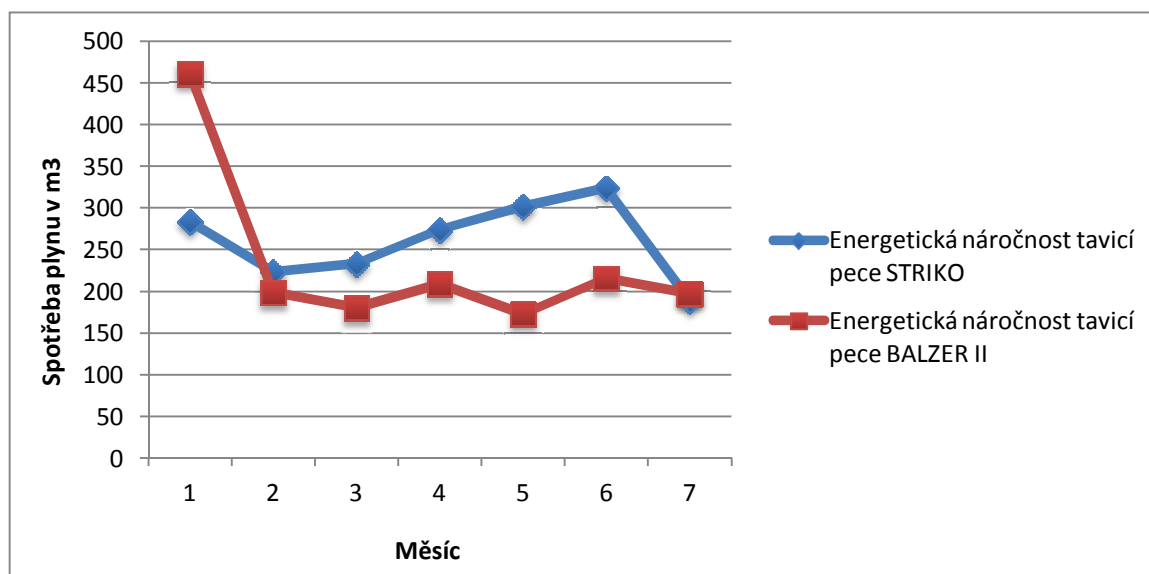


Zdroj: Vlastní zpracování

Slévárně HEUNISCH, a. s. postupně dochází k nahrazování původních pecí. Tento krok je nezbytný, pokud si podnik chce udržet konkurenceschopnost na mezinárodním trhu.

V lednu 2013 byla uvedena do provozu nová tavicí pec BALZER II. Z grafu je patrné, že se od té doby podařilo výrazně snížit celkovou spotřebu energie. Díky menší spotřebě zemního plynu tento podnik vyprodukuje výrazně menší množství oxidu uhličitého, což se pozitivně odráží na životním prostředí.

Obrázek 23: Porovnání energetické náročnosti obou pecí během 7 měsíců



Zdroj: Vlastní zpracování

Z výsledného grafu, kde je zobrazeno porovnání energetické náročnosti staré tavicí pece STRIKO a nové tavicí pece BALZER II je vidět, že se podniku zakoupení nové tavicí pece vyplatilo.

Původní tavicí pec měla velké nedostatky ve svém řízení. Tím, že nebylo možné ji řídit pomocí moderní technologie, nebylo možné udržovat požadovanou tavicí teplotu taveniny. Díky tomu vznikaly velké tolerance.

Dalším důvodem její výměny byla zmetkovitost. Pokud nedokázala udržet požadovanou teplotu taveniny, která se následně přenesla pomocí převozní pánve do udržovacích pecí, nebyly odlévány hliníkové odlitky požadované kvality. S menší nebo naopak větší teplotou taveniny nebylo možné dosahovat takové přesnosti. Na odlitcích byl stále častější výskyt různých povrchových vad, defektů a nezaběhnutí taveniny do všech spojů formy.

Naopak tavicí pec BALZER II je mnohem modernější. Díky způsobu řízení pomocí moderní technologie bylo dosaženo lepší přesnosti nejen v ovládní, ale také v požadované teplotě taveniny.

4. 4 ROZBOR SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE V UDRŽOVACÍCH PECÍCH

Udržovací pece jsou určeny pro tavení hliníkových slitin do teploty 1100 °C a jejich udržování na lící teplotě.

Vlastní pec je vyrobena z ocelového plechu. Těleso pece je izolováno vláknitými a lehčenými materiály. Topné spirály po obvodu pracovního prostoru, jsou uloženy v keramických speciálních tvarovkách.

Řízení pece zajišťuje elektrický rozvaděč určený pro montáž na zeď. Pec je vybavena termočlánkem proti přehřátí komory pece a vloženým termočlánkem do keramického kelímku pro udržování požadované lité teploty taveniny.

Tavenina se udržuje v keramickém kelímku, který je součástí udržovací pece. Konkrétně v tomto podniku se používají grafitové kelímky o obsahu 500 kg, teplota se udržuje dle potřeby (= dle technologických postupů) na 700 - 900 °C. Na pracovištích jsou dva kelímky, zpravidla z jednoho slévač odlévá a ten druhý slouží jako udržovací pro následné ošetření a lití.

Obrázek 24: Udržovací pec



Zdroj: Vlastní zpracování

Rozbory spotřeby energií v udržovacích kelímcích byly prováděny po dobu dvou víkendů, jednoho v srpnu, druhého v říjnu. Tento rozestup má své důvody, jelikož slévárna není klimatizována, tím pádem se na hale přes léto pohybují teploty kolem 45 °C, na podzim je teplota v hale nižší, kolem 25 °C.

Během nocí, víkendů a svátků se udržovací kelímky zasypávají speciálním izolačním materiálem, který zabraňuje úniku tepla, a tím se zabrání aby tavenina nevychladla a nemusela se neustále nahřívat.

Isolux

Jedná se o produkt, který se používá jako sypká izolace na povrchu tekutého kovu v udržovacích pecích mimo pracovní dobu. Snižuje tepelné ztráty, zvyšuje ekonomickou úroveň a přispívá k lepšímu pracovnímu i životnímu prostředí.

Jedná se o látku pevného skupenství, která má šedou nebo růžovou barvu a je bez jakéhokoli zápachu. Přípravek není hořlavý, výbušný, ani rozpustný ve vodě.

Dodavatelem tohoto produktu je německá společnost Chemex GmbH.

Jako zajímavost lze uvést, že pokud je udržovací pec dobře zasypána, člověk na ní může položit ruku, i když tavenina pod vrstvou izolačního materiálu dosahuje teploty kolem 700 °C.

Smyslem toho rozboru je prokázat, o jak velkou finanční sumu Slévárna HEUNISCH, a. s. přichází, pokud nechá udržovací pece odkryté. Z následujících dvou rozborů je patrné, že je nejen velký rozdíl ve spotřebě elektrické energie, ale také v korunách.

Pro tento účel byly vybrány vždy dvě udržovací pece, přičemž jedna byla zasypána izolačním materiálem a druhá ne.

4. 4. 1 Rozbor spotřeby elektrické energie prováděný v srpnu 2013

Sledované období: od 23.08.2013 – 21.00

do 26.08.2013 – 06:00

to je 57 hodin

Kelímek č. 27: bez izolace – nezasypán

Teplota: 700 °C

Stav 23.08.2013 > velký výkon = 4620 kWh, malý výkon = 21179 kWh

Spotřeba 0 x 45 kW = 0 kWh

Stav 26.08.2013 > velký výkon = 4620 kWh, malý výkon = 21222 kWh

rozdíl počítadla provozních hodin: 21 222 – 21 179 = 43

Spotřeba 43 x 9 kW = 387 kWh

Spotřeba = 387 kWh

Průměrná spotřeba na 1 hodinu > 387 kWh / 57 hodin = 6,789 kW

Začalo se stavem na 1. počítadle 4620 hodin, na 2. počítadle 21179 hodin. Jak je vidět, velký výkon (45 kW) nebyl vůbec zapnut, změnil se pouze stav pro malý výkon (9 kW).

Kelímek č. 28: s izolací – zasypán

Teplota: 700 °C

Stav 23.08.2013 > velký výkon = 4320 kWh, malý výkon = 67636 kWh

Spotřeba 0 x 45 kW = 0 kWh

Stav 26.08.2013 > velký výkon = 4320 kWh, malý výkon = 67672 kWh

rozdíl počítadla provozních hodin: 67 672 – 67 636 = 36

Spotřeba 36 x 9 kW = 324 kWh

Spotřeba = 324 kWh

Průměrná spotřeba na 1 hodinu > 324 kWh / 57 hodin = 5,684 kWh

Rozdíl spotřeby na 1 hodinu $6,789 - 5,684 = 1,105 \text{ kWh}$

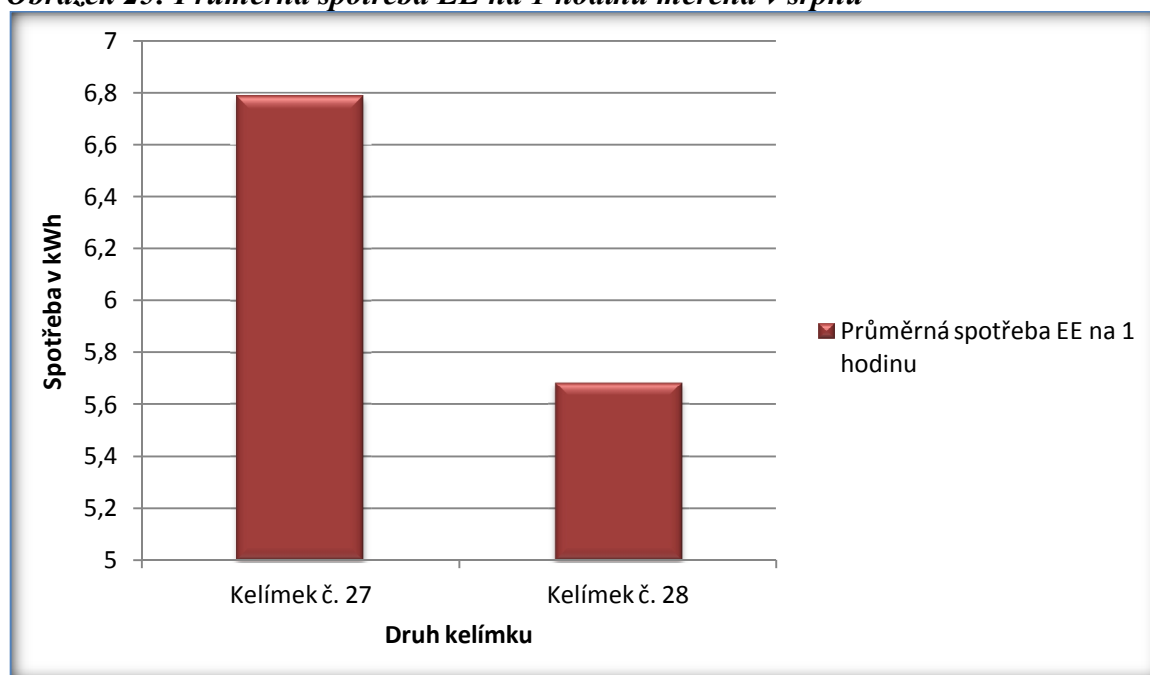
$1,105 \text{ kWh} \times 2,641 \text{ Kč} = 2,918 \text{ Kč}$ každou hodinu bez zasypání

1 hodina nezaspání stojí podnik navíc > 32 kelímků x 2,918 = 93,4 Kč

1 den nezaspání stojí podnik navíc > 93,4 Kč x 24 hodin = 2.241,6 Kč

Rozdílnost ve spotřebě elektrické energie s izolačním materiálem a bez izolačního materiálu, udává následující graf.

Obrázek 25: Průměrná spotřeba EE na 1 hodinu měřená v srpnu



Zdroj: Vlastní zpracování

Z grafu je vidět, že kelímek číslo 28, který byl řádně zasypán izolačním materiálem, má menší spotřebu elektrické energie, tudíž je tato varianta úspornější.

4. 4. 2 Rozbor spotřeby elektrické energie prováděný v říjnu 2013

Sledované období: od 18.10.2013 – 21.00

do 21.10.2013 – 05:00

to je 56 hodin

Kelímek č. 35: bez izolace – nezasypán

Teplota: 700 °C

Stav elektroměru 18.10.2013 – 1140,4 kWh

Stav elektroměru 21.10.2013 – 1175,8 kWh

Rozdíl > $1175,8 - 1140,4 = 35,4$

Výpočet > $35,4 \times 20 = 708 \text{ kWh}$

Spotřeba = 708 kWh

Průměrná spotřeba na 1 hodinu > $708 \text{ kWh} / 56 \text{ hodin} = 12,64 \text{ kWh}$

U tohoto rozboru se nebere v potaz malý a velký výkon, ale jen celková spotřeba. Údaj vypočtený jako rozdíl počátečního a konečného stavu elektroměru, se musí násobit konstantou podle toho, jaké tam jsou proudové měřiče. V tomto případě je konstanta rovna 20.

Kelímek č. 36: s izolací – zasypán

Teplota: 700 °C

Stav elektroměru 18.10.2013 – 1192,2 kWh

Stav elektroměru 21.10.2013 – 1222,2 kWh

Rozdíl > $1222,2 - 1192,2 = 30$

Výpočet > $30 \times 20 = 600 \text{ kWh}$

Spotřeba = 600 kWh

Průměrná spotřeba na 1 hodinu > $600 \text{ kWh} / 56 \text{ hodin} = 10,71 \text{ kWh}$

Rozdíl spotřeby na 1 hodinu 12,64 – 10,71 = 1,93 kWh

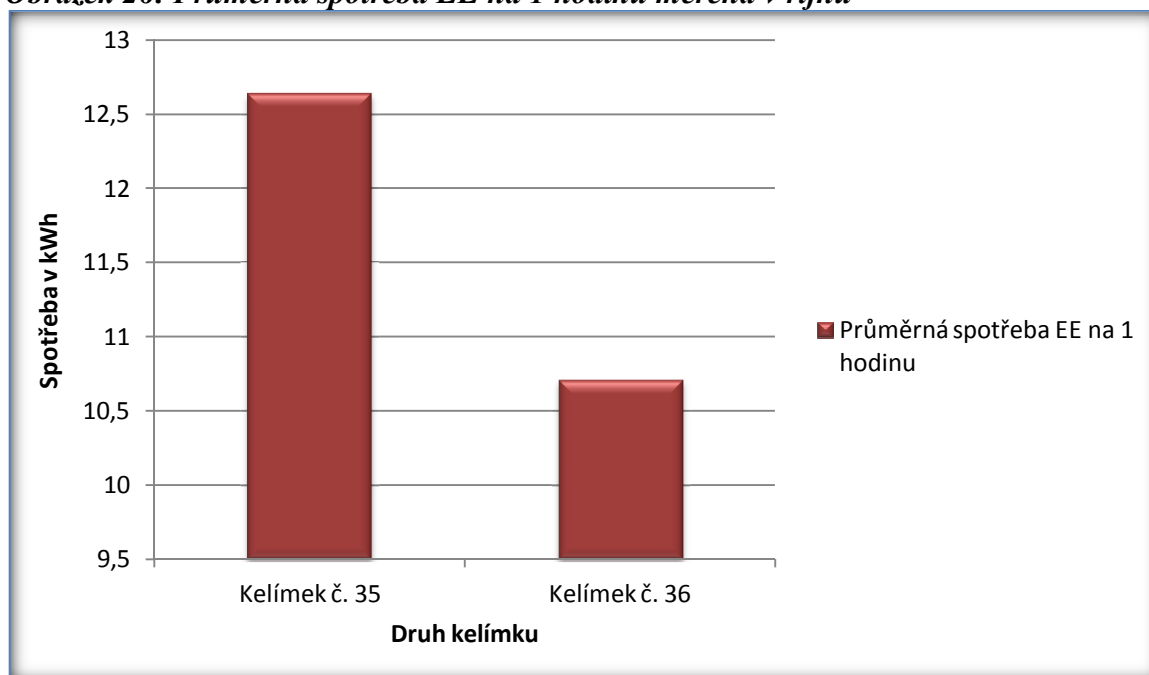
1,93 kWh x 2,641 Kč = 5,097 Kč každou hodinu bez zasypání

1 hodina nezasypaní stojí podnik navíc: 32 kelímků x 5,097 = 163,10 Kč

1 den nezasypaní stojí podnik navíc: 163,10 Kč x 24 hodin = 3.914,4 Kč

Rozdílnost ve spotřebě elektrické energie s izolačním materiálem a bez izolačního materiálu, udává následující graf.

Obrázek 26: Průměrná spotřeba EE na 1 hodinu měřená v říjnu



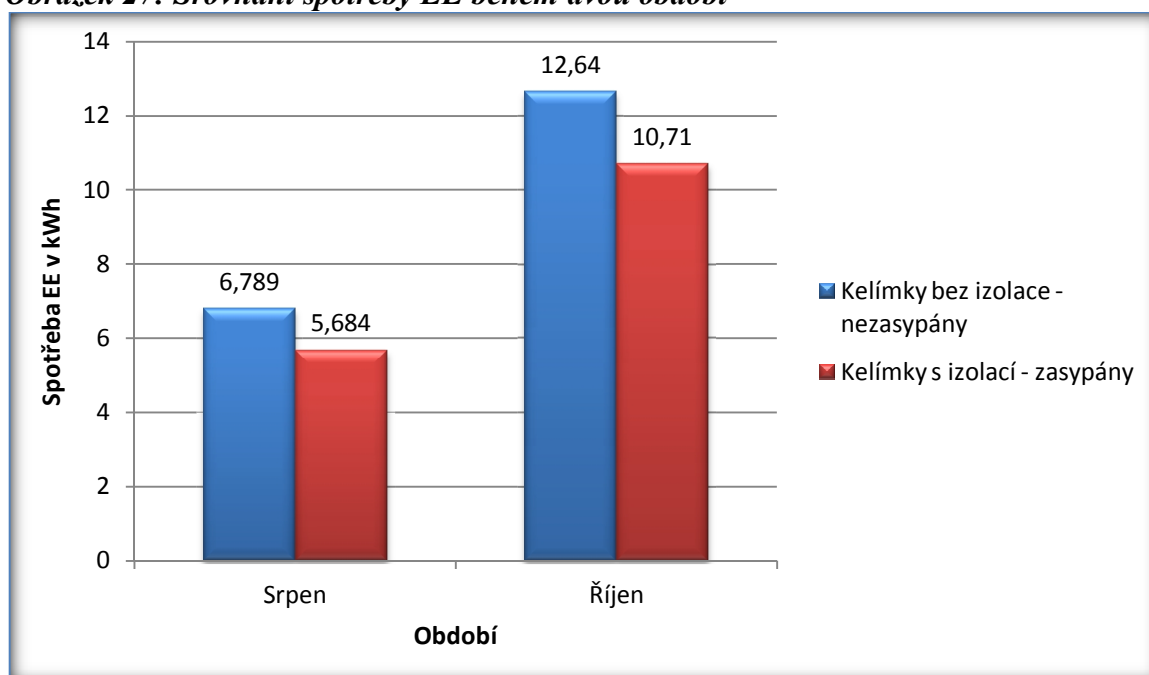
Zdroj: Vlastní zpracování

V tomto rozboru, stejně tak jako v předešlém je zřejmé, že řádně zasypaná udržovací pec je úspornější.

4. 4. 3 Porovnání spotřeby elektrické energie s použitím izolačního materiálu a bez izolačního materiálu během dvou období

Z následujícího grafu je hezky vidět, jaký je rozdíl ve spotřebě elektrické energie v létě a na podzim. Již dříve bylo zmíněno, že slévárna jako taková nemá zavedenou klimatizaci, tudíž se tu pohybují teploty v poměrně velkém rozmezí, a to od zhruba 25 °C až do 45 °C. V blízkosti udržovacích pecí je teplota samozřejmě mnohem vyšší.

Obrázek 27: Srovnání spotřeby EE během dvou období



Zdroj: Vlastní zpracování

V srpnu dosahovala spotřeba elektrické energie během víkendu na nezasypaných udržovacích pecích téměř 7 kWh na 1 hodinu, v říjnu to byl skoro dvojnásobek, tedy necelých 13 kWh na hodinu.

Tím, že udržovací pece udržovaly teplotu 700 °C po stejnou dobu hodnocení, je tento rozdíl opravdu velký. Teplota vzduchu na slévárně hraje v tomto případě svou nemalou roli.

Pokud bude slévárna HEUNISCH, a. s. pečlivě zasypávat izolačním materiálem všech 32 udržovacích pecí, sníží se jí náklady na spotřebu elektrické energie. Zасыпáním může ušetřit téměř 4.000 Kč během jednoho víkendu.

4. 5 ROZBOR SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE V KLASICKÉ UDRŽOVACÍ PECI A V UDRŽOVACÍ PECI LAC

Udržovací pec LAC

Pec je navržena s důrazem na energetické úspory a hodí se pro slévárny s omezeným prostorem pro instalaci. Nejmenší možné rozměry jsou dosaženy díky moderním izolačním materiálům a novému systému upevnění topných spirál. Spirály jsou umístěny v drážkách žárobetonových tvarovek, které brání jejich přehřívání a chrání je před poškozením tekutým kovem a jinými nečistotami.

Instalovaný příkon je redukován na minimum a spolu s novým izolačním systémem předurčuje tuto pec k tomu, aby byla jednou z energeticky nejúspornějších a nejefektivnějších zařízení pro udržování hliníku na trhu.

Pec je určena pro tavení a udržování slitin hliníku. Regulátor pece umožňuje libovolné snížení příkonu pece.²⁰

Obrázek 28: Udržovací pec LAC



Zdroj: [://www.lac.cz/](http://www.lac.cz/)

²⁰ LAC, Art of heating: Průmyslové pece a sušárny. LAC, s. r . o. [online]. [cit. 2014-03-03]. Dostupné z: <http://www.lac.cz/>

Ve slévárně HEUNISCH, a. s. byla na zkušební dobu několika měsíců nainstalována udržovací pec LAC.

Rozbor spotřeby elektrické energie udržovací pece LAC ve srovnání s klasickou udržovací pecí má vyhodnotit, zdali se tato investice slévárně HEUNISCH, a. s. vyplatí. Srovnání bylo prováděno po dobu tří měsíců.

Sledované období: od Září 2013
do Listopadu 2013

Pec č. 29 > Posuzovaná pec od firmy LAC, která je v tomto rozboru zapojena jen na poloviční výkon, tj. 30 kW.

Pec č. 30 > Místní udržovací pec, velký výkon 45 kW, malý výkon 9 kW.

Září 2013

Spotřeba pece č. 29	4501 kWh	
Spotřeba pece č. 30	6302 kWh	Rozdíl (úspora) = 1801 kWh

Říjen 2013

Spotřeba pece č. 29	4540 kWh	
Spotřeba pece č. 30	6635 kWh	Rozdíl (úspora) = 2095 kWh

Listopad 2013

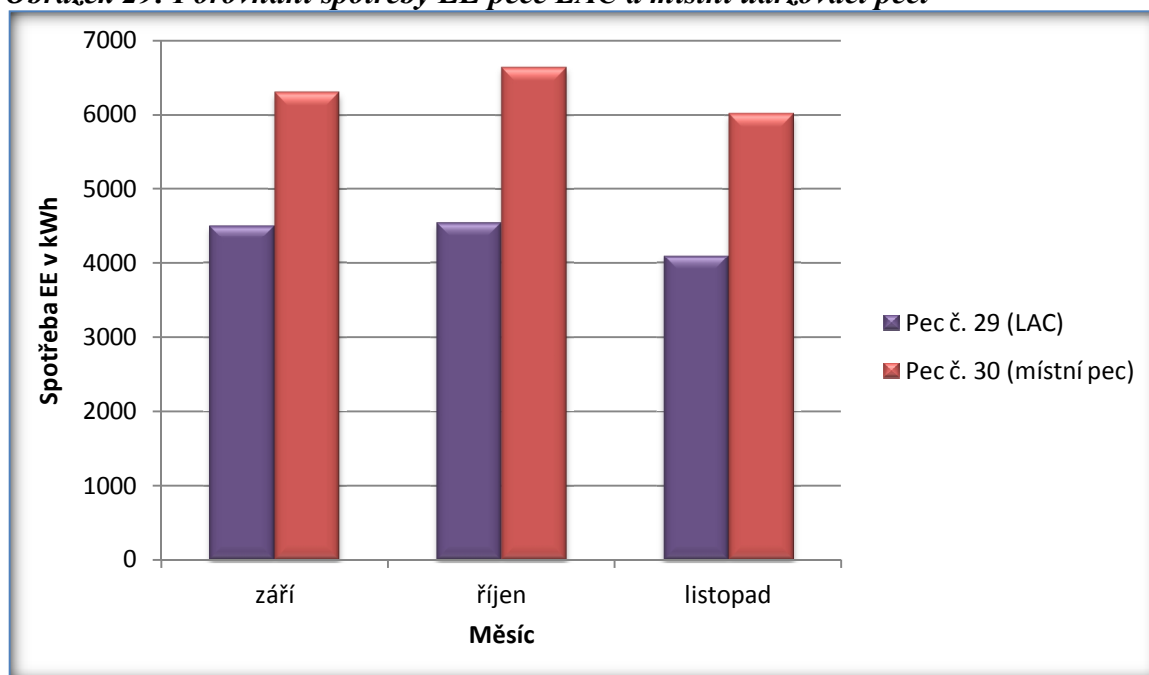
Spotřeba pece č. 29	4092 kWh	
Spotřeba pece č. 30	6019 kWh	Rozdíl (úspora) = 1919 kWh

Za 3 měsíce byla úspora na peci LAC > 1801 + 2095 + 1919 = **5815 kWh**

Cena za 1 kWh = 2,641

Roční úspora činí > 5815 x 2,641 x 4 = 61.429,66 Kč

Obrázek 29: Porovnání spotřeby EE pece LAC a místní udržovací pecí



Zdroj: Vlastní zpracování

Jak je vidět z grafu, úspora zapůjčené udržovací pece LAC je oproti klasické místní udržovací peci podstatně úspornější. Pokud by byla tato nová udržovací pec zakoupena a nainstalována, dosahovala by roční úspora elektrické energie téměř 62 tisíc korun ročně, což by se vyplatilo.

Na slévárně je přesně 32 klasických udržovacích kelímků. Pokud by došlo k jejich postupné výměně za novou udržovací pec LAC, tak ve výsledné fázi, kdy by došlo k úplné výměně starých udržovacích pecí, ušetřila by slévárna HEUNISCH, a. s. přes 1,8 miliónu korun ročně.

5 Návrh na vylepšení udržovacích pecí na slévárně

Z předchozího rozboru energetické náročnosti klasické místní udržovací pece a udržovací pece LAC je zřejmé, že by tato investice byla pro firmu výhodná. I když byla tato udržovací pec nainstalována na středisku slévárna jen po dobu několika měsíců, na zkoušku, její úspora elektrické energie je mnohem nižší než u pece místní.

Z tohoto důvodu bych slévárně HEUNISCH, a. s. doporučila postupně investovat do nových udržovacích pecí. Jedna udržovací pec LAC vyjde kolem 500.000 Kč.

5. 1 Elektrická udržovací pec PTE Mk.II

Tato pec se používá jako udržovací pro hliník a jeho slitiny do 900 °C v komoře pece (tedy cca 850°C uvnitř kelímku).

5. 1. 1 Technické parametry

Mezi hlavní technické údaje patří:

Tabulka 41: Technické parametry udržovací pece LAC

Označení:	PT 500/09 Mk.II
Varianta víka:	Automatické odklopné víko
Kapacita:	485 kg Al
Maximální teplota:	1050 °C
Typ kelímku Noltina:	BU 500
Objem kelímku:	180 litrů
Vnější rozměry (š x v x h)	1285 x 1280 x 1470 mm
Zakládací výška:	1090 mm
Příkon:	61 kW
Hmotnost:	1100 kg
Napětí:	3/N/PE 400/230 V AC 50 Hz

Zdroj: <http://www.lac.cz/produkty/katalogove-pece-susarny/prumyslove-pece-slevarny/pece-udrzovaci-elektricke-stacionarni-pte/>.

5. 1. 2 Vybavení udržovací pece

Standardní vybavení zahrnuje:

- automatické odklopné víko
- regulátor Ht40 T
- ochranný límec kelímku
- havarijní výtok na dně pece s klapkou
- proudový chránič
- propojení pece s rozvaděčem v kovové hadici s plastovou chráničkou
- závěsný rozvaděč²¹

Automatické odklopné víko

víko je vyrobené z ohýbaných plechů z konstrukční oceli, izolované mikroporézni izolací, která je proti prašnosti překryta žáruvzdornou ocelovou fólií a proti mechanickému poškození žáruvzdorným plechem. Víko doléhá na pec těsnícím provazcem, který je umístěn po obvodu. Toto řešení poskytuje dobré izolační vlastnosti a nízkou hmotnost. Víko je rotačně uloženo v ložiskových domcích a přes pákový mechanismus poháněno elektromotorem s čelní převodovkou. Obsluha ovládá víko pomocí pedálového spínače. Pro pohyb víka stačí krátké sešlápnutí pedálu. Pohyb lze před dojezdem víka do koncové polohy reverzovat opětovným krátkým sešlápnutím pedálu. Mechanismus je opatřen nouzovým ručním otevíráním pro případ výpadku elektrického proudu. Víko je zároveň vybaveno bezpečnostním prvkem, který po případném nárazu víka do pevné překážky změni směr chodu víka (ochrana proti sevření).²²

Obrázek 30: Odklopné víko udržovací pece



Zdroj: <http://www.lac.cz/>

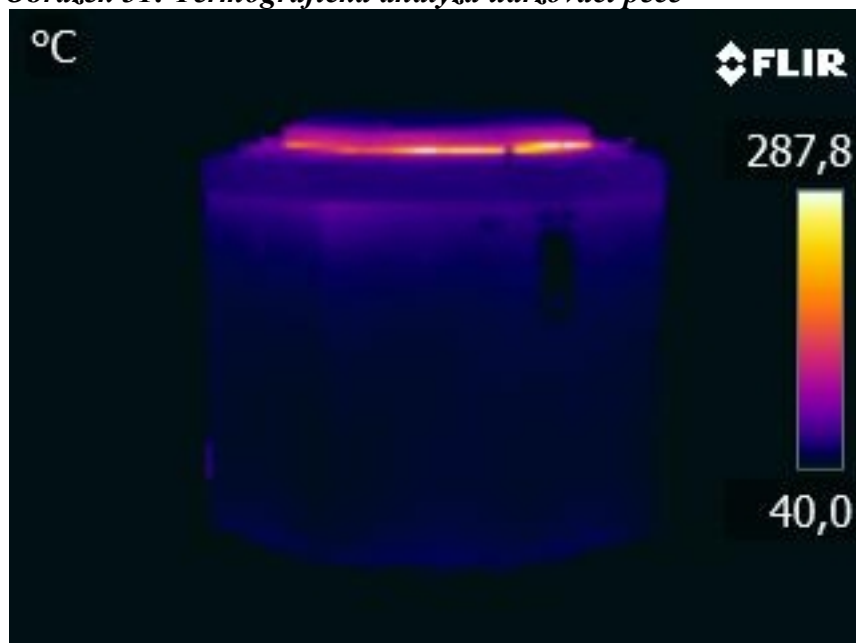
²¹ LAC, s. r. o. *Nabídka udržovací pece*. Rajhrad, 2013.

²² LAC, s. r. o. *Nabídka udržovací pece*. Rajhrad, 2013.

Izolace pece

Díky novému izolačnímu systému je tato pec jednou z energeticky nejúspěšnějších a neefektivnějších zařízení pro udržování hliníku. Dno pece je izolováno kombinací mikroporézní izolace, která zajišťuje špičkové izolační vlastnosti a kalcium-silikátové izolace pro zajištění dostatečné pevnosti. Boky pece jsou izolované kombinací mikroporézní a vláknité izolace z keramického vlákna. Toto řešení zajišťuje velmi dobré izolační vlastnosti. Mezi betonem a podstavcem kelímku je čtyřhranné pletené těsnění, jež umožňuje snadnou výměnu podstavce kelímku. Otvor kruhového průřezu umístěný u dna pece slouží pro odvod taveniny v případě prasknutí a vylití kelímku. Je ukončen izolační klapkou z důvodu eliminace tepelných ztrát.²³

Obrázek 31: Termografická analýza udržovací pece



Zdroj: <http://www.lac.cz/>

Propojení pece s rozvaděčem v kovové hadici s kovovým opletem

Hadice spojující pec s rozvaděčem opatřeny ochranným kovovým opletem proti mechanickému poškození, případně potřísnění horkým kovem.²⁴

²³ LAC, s. r. o. *Nabídka udržovací pece*. Rajhrad, 2013.

²⁴ LAC, s. r. o. *Nabídka udržovací pece*. Rajhrad, 2013.

Topení

Topení zajišťují spirály z materiálu Kanthal AF vsunuté v drážkách betonových tvarovek.

Toto řešení zajišťuje dobré rozložení teploty, nízké povrchové zatížení spirál, snadnou údržbu a akumulace teploty do betonových tvarovek přispívá ke stabilizaci teploty taveniny.

Pec je vybavena přepínačem (plný výkon / částečný výkon), který po přepnutí do polohy částečného výkonu zajistí softwarové snížení výkonu pece. Hodnotu částečného výkonu lze nastavit pomocí regulátoru v rozmezí 1 – 99% plného výkonu.²⁵

Monitorování pracovního cyklu s výstupem na USB a systém kontroly prasknutí

kelímku

Sestava měřicích a záznamových zařízení umožňujících dlouhodobé a podrobné sledování a ukládání dat s informacemi o pracovním cyklu (doba otevření víka, záznam teplot) s možností uložení zaznamenaných dat na USB flashdisk a jejich následného zpracování a vyhodnocení na počítači.

V případě havárie vytékající tavenina propojí kontakty čidla kontroly prasknutí kelímku vyvedené v blízkosti havarijního výtoku. V okamžiku spojení obvodu vyhlásí alarm poruchu.²⁶

5. 1. 3 Dodatečné údaje o udržovací peci

Jedná se o informace o spotřebě elektrické energie v ustáleném stavu kelímku a doplňující informace o udržovací peci.

Tabulka 42: Hodinová spotřeba energie v ustáleném stavu (kWh)

Typ pece	Udržování pro 700 °C		Udržování pro 800 °C	
	Zavřené víko	Otevřené víko	Zavřené víko	Otevřené víko
PT 500/09 Mk.II	3,6	9,6	4,6	15,2

Zdroj: LAC, s. r. o. Leták k peci PTE Mk.II. Rajhrad, 2013.

Tabulka 43: Shrnutí informací o udržovací peci

Typ pece	Kapacita	Tmax	Typ kelímku	Objem kelímku	Zakládací výška	Příkon
	Kg Al	°C		l	mm	kW
PT 500/09 Mk.II	485	900	BU 500	180	1090	27

Zdroj: LAC, s. r. o. Leták k peci PTE Mk.II. Rajhrad, 2013.

²⁵ LAC, s. r. o. Nabídka udržovací pece. Rajhrad, 2013.

²⁶ LAC, s. r. o. Nabídka udržovací pece. Rajhrad, 2013.

5. 2 Výhody udržovací pece PT 500/09 Mk.II

Mezi nejpodstatnější výhody této pece patří:

- minimální energetické ztráty díky moderním izolačním materiálům a minimalizovaným rozměrům pece
- rychlá a jednoduchá výměna topných spirál, které jsou uloženy v žáruvzdorných tvarovkách redukující náklady na servis
- topné elementy jsou tvarovkami chráněny proti stříkajícímu hliníku
- izolace je od topných elementů oddělena žárobetonem
- pec je vybavena havarijním výtokovým otvorem
- nízká provozní výška a malé vnější rozměry snižují fyzickou náročnost při práci a omezují potřebu stavebních úprav
- nízký instalovaný příkon snižuje investice na připojení pece k elektrické síti
- homogenní teplotní pole zvyšuje životnost kelímku
- libovolně umožňuje regulaci příkonu pece

Pec PT Mk.II může výraznou měrou přispět ke snížení energetické náročnosti výrobních procesů, a tím i splnění normy ČSN EN ISO 50001.

Obrázek 32: Udržovací pec PT 500/09 Mk.II



Zdroj: <http://www.lac.cz/>

5. 2. 1 Zajímavost

Udržovací pec PT Mk.II byla oceněna v soutěži o „Zlatou medaili“ na strojírenském veletrhu MSV 2012 v kategorii „Nejlepší inovační exponát – energeticky efektivní produkt“.

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit energetickou náročnost tavicích pecí a udržovacích kelímků, a na základě zjištěných výsledků navrhnout úsporná opatření.

Při provozu podnikových středisek tavrny a slévárny vznikají poměrně velké náklady na provoz tavicích pecí na tavně a udržovacích kelímků na slévárně.

Porovnání průměrné energetické náročnosti staré tavicí pece STRIKO a nové tavicí pece BALZER II. prokázalo, že od doby, kdy byla nová tavicí pec nainstalována, se podařilo výrazně snížit celkovou spotřebu zemního plynu. Nová tavicí pec je také modernější a je u ní dosaženo lepší přesnosti nejen v ovládní, ale také požadované teplotě taveniny. Koupě tavicí pece BALZER II. se firmě vyplatila.

Při spotřebě elektrické energie má velký vliv velikost a hmotnost hliníkového odlitku. Čím vyšší je průměrná hmotnost hliníkového odlitku, tím nižší je jeho energetická náročnost. Jinak řečeno, pokud má odlitek nižší hmotnost, trvá pracovníkovi slévárny delší dobu, než nalije určité množství. Tím pádem se musí natavený materiál déle udržovat v udržovacích pecích a roste jeho finanční náročnost.

Zasypávání udržovacích pecí izolačním materiálem, jak prokázal dvou-víkendový výzkum, sníží náklady na spotřebu elektrické energie. Pokud budou pracovníci slévárny pečlivě zasypávat udržovací pece izolačním materiálem, může slévárna HEUNISCH, a. s. ušetřit téměř 4.000 Kč během jednoho víkendu.

Dále tříměsíční porovnávání úspory elektrické energie klasické udržovací pece a udržovací pece LAC, která byla po tuto dobu firmě zapůjčena, mělo kladný výsledek. Pokud by byla nová udržovací pec LAC zakoupena a nainstalována, dosahovala by roční úspora elektrické energie téměř 62 tisíc korun, což by se firmě vyplatilo. Navíc pokud by došlo k postupné výměně klasických udržovacích pecí, kterých je na slévárně 32, za nové udržovací pece LAC, ve výsledné fázi by slévárna HEUNISCH, a. s. dosáhla úspory přes 1,8 miliónu korun ročně.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Knižní zdroje

MICHNA, Štefan, Ivan LUKÁČ, Vladivoj OČENÁŠEK, Rudolf KOŘENÝ, Jaromír DRÁPALA, Heinz SCHNEIDER a MIŠKUFOVÁ. *Encyklopedie hliníku*. Prešov: Adin, s. r. o., 2005. ISBN 80-89041-88-4.

ROUČKA, Doc. Ing. Jaromír CSc. *Metalurgie neželezných slitin*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. r. o., 2004. ISBN 80-214-2790-6

SLAVÍK, Ing. Miroslav a Ing. Petr NOVOTNÝ. *Slévárenská technologie*. Brno: Copyright Svaz sléváren ČR, 2007. ISBN 978-80-87088-06-7.

Internetové zdroje

[Http://www.heunisch-guss.com/](http://www.heunisch-guss.com/). CHRISTIAN EBERT. *Heunisch Guss* [online]. [cit. 2013-03-12]. Dostupné z: <http://www.heunisch-guss.com/cz/podnik/historie.html>

LAC: Art of Heating. LAC, s. r. o. *Průmyslové pece a sušárny - žárobetonové tvarovky* [online]. 2000 [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: <http://www.lac.cz/>

Wikipedie: Otevřená encyklopedie. In: [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavní_strana.

Ostatní zdroje:

FOSECO, s. r. o. *Foseco pro slévárny gravitačního a nízkotlakého lití*. Příkazy, 2012.

SLÉVÁRNA HEUNISCH, a. s. *Příručka systému QMS, EMS: Postupy a tiskopisy*. Krásná, 2006.

SLÉVÁRNA HEUNISCH, a. s. *Výroční zpráva: Výroční zpráva za rok 2008*. Krásná, 2009. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-si?subjektId=isor%3a235529&dokumentId=B+228%2fSL68%40KSPL&klic=wbcgze>.

SLÉVÁRNA HEUNISCH, a. s. *Výroční zpráva: Výroční zpráva za rok 2009*. Krásná, 2010.
Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl?subjektId=isor%3a235529&dokumentId=B+228%2fSL69%40KSPL&klic=wbcgze>.

SLÉVÁRNA HEUNISCH, a. s. *Výroční zpráva: Výroční zpráva za rok 2010*. Krásná, 2011.
Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl?subjektId=isor%3a235529&dokumentId=B+228%2fSL72%40KSPL&klic=wbcgze>.

SLÉVÁRNA HEUNISCH, a. s. *Výroční zpráva: Výroční zpráva za rok 2011*. Krásná, 2012.
Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl?subjektId=isor%3a235529&dokumentId=B+228%2fSL77%40KSPL&klic=wbcgze>.

SLÉVÁRNA HEUNISCH, a. s. *Výroční zpráva: Výroční zpráva za rok 2012*. Krásná, 2013.
Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl?subjektId=isor%3a235529&dokumentId=B+228%2fSL86%40KSPL&klic=wbcgze>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Doba setrvání v intervalu tuhnutí</i>	23
<i>Obrázek 2: Umělecká fotografie – výroba kokily</i>	25
<i>Obrázek 3: CNC obráběcí stroj</i>	28
<i>Obrázek 4: Tvary housek hliníku</i>	33
<i>Obrázek 5: Tavicí pec</i>	39
<i>Obrázek 6: Kovová forma pro gravitační lití</i>	45
<i>Obrázek 7: Příklady odlitků gravitačního lití do kokil</i>	45
<i>Obrázek 8: Forma pro sklopné lití</i>	46
<i>Obrázek 9: Příklady odlitků sklopného lití</i>	46
<i>Obrázek 10: Schéma stroje pro nízkotlaké lití</i>	47
<i>Obrázek 11: Příklady odlitků nízkotlakého lití</i>	47
<i>Obrázek 12: Přehled nákladů tavního</i>	49
<i>Obrázek 13: Přehled nákladů slévárny</i>	50
<i>Obrázek 14: Srovnání propalu v jednotlivých letech</i>	55
<i>Obrázek 15: Přehled cen elektrické energie za posledních 9 let</i>	57
<i>Obrázek 16: Přehled cen zemního plynu za posledních 9 let</i>	58
<i>Obrázek 17: Spotřeba elektrické energie v závislosti na produkci během 4 let</i>	63
<i>Obrázek 18: Spotřeba elektrické energie na 1 tunu nataveného materiálu v kWh</i>	63
<i>Obrázek 19: Spotřeba zemního plynu v závislosti na produkci během posledních 4 let</i>	68
<i>Obrázek 20: Tavicí pec BALZER II</i>	70
<i>Obrázek 21: Průměrná energetická náročnost tavicí pece STRIKO</i>	71
<i>Obrázek 22: Průměrná energetická náročnost tavicí pece BALZER II</i>	72
<i>Obrázek 23: Porovnání energetické náročnosti obou pecí během 7 měsíců</i>	73
<i>Obrázek 24: Udržovací pec</i>	74
<i>Obrázek 25: Průměrná spotřeba EE na 1 hodinu měřená v srpnu</i>	77
<i>Obrázek 26: Průměrná spotřeba EE na 1 hodinu měřená v říjnu</i>	79
<i>Obrázek 27: Srovnání spotřeby EE během dvou období</i>	80
<i>Obrázek 28: Udržovací pec LAC</i>	81
<i>Obrázek 29: Porovnání spotřeby EE pece LAC a místní udržovací pecí</i>	83
<i>Obrázek 30: Odklopné víko udržovací pece</i>	85
<i>Obrázek 31: Termografická analýza udržovací pece</i>	86

Obrázek 32: Udržovací pec PT 500/09 Mk.II.....88

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Počet zaměstnanců</i>	<i>14</i>
<i>Tabulka 2: Tržby v posledních letech</i>	<i>15</i>
<i>Tabulka 3: Analýza výkazu zisku a ztráty 2008 - 2009</i>	<i>16</i>
<i>Tabulka 4: Analýza rozvahy 2008 - 2009.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabulka 5: Analýza výkazu zisku a ztráty 2009 - 2010</i>	<i>17</i>
<i>Tabulka 6: Analýza rozvahy 2009 - 2010.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabulka 7: Analýza výkazu zisku a ztráty 2010 - 2011</i>	<i>19</i>
<i>Tabulka 8: Analýza rozvahy 2010 - 2011.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabulka 9: Analýza výkazu zisku a ztráty 2011 - 2012</i>	<i>20</i>
<i>Tabulka 10: Analýza rozvahy 2011 - 2012.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabulka 11: Některé fyzikální vlastnosti hliníku.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabulka 12: Celkové N tavírny.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabulka 13: Celkové N slévárny.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabulka 14: Propal leden > červen 2010</i>	<i>51</i>
<i>Tabulka 15: Propal červenec > prosinec 2010.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabulka 16: Propal leden > červen 2011</i>	<i>52</i>
<i>Tabulka 17: Propal červenec > prosinec 2011</i>	<i>52</i>
<i>Tabulka 18: Propal leden > červen 2012</i>	<i>53</i>
<i>Tabulka 19: Propal červenec > prosinec 2012.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabulka 20: Propal leden > červen 2013</i>	<i>54</i>
<i>Tabulka 21: Propal červenec > prosinec 2013.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabulka 22: Celkové srovnání propalu.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabulka 23: Celková ztráta na propalu v Kč</i>	<i>56</i>
<i>Tabulka 24: Elektrická energie (1 kWh / Kč).....</i>	<i>57</i>
<i>Tabulka 25: Zemní plyn (1 m³/ Kč)</i>	<i>57</i>
<i>Tabulka 26: Spotřeba energií 2010</i>	<i>58</i>
<i>Tabulka 27: Elektrická energie na 1 tunu lití v Kč.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabulka 28: Spotřeba elektrické energie středisek tavírny a slévárny v roce 2010</i>	<i>60</i>
<i>Tabulka 29: Spotřeba elektrické energie středisek tavírny a slévárny v roce 2011</i>	<i>61</i>
<i>Tabulka 30: Spotřeba elektrické energie středisek tavírny a slévárny v roce 2012</i>	<i>61</i>
<i>Tabulka 31: Spotřeba elektrické energie středisek tavírny a slévárny v roce 2013</i>	<i>62</i>

<i>Tabulka 32: Celková spotřeba elektrické energie středisek v závislosti na produkci.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabulka 33: Spotřeba EE na středisku slévárna v závislosti na průměrné hmotnosti odlitku</i>	<i>64</i>
<i>Tabulka 34: Spotřeba zemního plynu středisek tavírny a slévárny v roce 2010.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabulka 35: Spotřeba zemního plynu středisek tavírny a slévárny v roce 2011.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabulka 36: Spotřeba zemního plynu středisek tavírny a slévárny v roce 2012.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabulka 37: Spotřeba zemního plynu středisek tavírny a slévárny v roce 2013.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabulka 38: Celková spotřeba zemního plynu středisek v závislosti na produkci</i>	<i>67</i>
<i>Tabulka 39: STRIKO 05 – 11 / 2012</i>	<i>70</i>
<i>Tabulka 40: BALZER II 01 – 07 / 2013</i>	<i>71</i>
<i>Tabulka 41: Technické parametry udržovací pece LAC</i>	<i>84</i>
<i>Tabulka 42: Hodinová spotřeba energie v ustáleném stavu (kWh)</i>	<i>87</i>
<i>Tabulka 43: Shrnutí informací o udržovací peci</i>	<i>87</i>

ABSTRAKT

SUCHÁ, Zuzana. *Analýza efektivnosti podnikových výrobních procesů*. Bakalářská práce. Cheb: Fakulta ekonomická ZČU v Chebu, 98 s., 2015.

Klíčová slova: výrobní procesy podniku, podrobný popis tavení a lití, energetická náročnost tavicích pecí a udržovacích kelímků

Předložená práce je zaměřena na zhodnocení energetické náročnosti tavicích pecí a udržovacích kelímků. První část bakalářské práce je vymezena popisem podniku od jeho historie až po hospodaření v jednotlivých letech, hlavním výrobním procesům a podrobnému popisu tavení a lití. Druhá část práce je rozdělena do několika oblastí. Zde je uvedeno hospodaření podnikových středisek tavírny a slévárny, rozbor cen energií vyjednaných přímo pro daný podnik, rozbor spotřeby elektrické energie a zemního plynu obou středisek v závislosti na produkci. Podrobné rozborů zaměřující se na porovnání energetické náročnosti staré tavicí pece a pece nové, spotřeby elektrické energie v udržovacích pecích v období dvou víkendů s izolačním materiálem a bez izolačního materiálu, a následně rozbor spotřeby elektrické energie v klasické udržovací peci a v nové udržovací peci LAC. U jednotlivých rozborů je zároveň i jejich vyhodnocení.

ABSTRACT

SUCHÁ, Zuzana. *An analysis of the effectiveness of company manufacturing processes*. Bachelor thesis: Faculty of Economics, University of West Bohemia in Cheb, 98 pp., 2015.

Key words: *company manufacturing processes, detailed description of smelting and casting, energy intensity of smelters and crucibles*

The present thesis aims at the assessment of energy intensity of smelters and crucibles. The first part of the bachelor thesis deals with the description of the company, ranging from its history to the company economic activities in the individual years. This part also deals with the main manufacturing processes and the detailed description of smelting and casting. The second part is divided into several fields. It contains economic activities of the company centres of smelter and foundry, an analysis of prices of energy, which are negotiated directly for the given company, an analysis of the consumption of electric energy and natural gas of both the centres depending on production. Also included are detailed analyses focusing on the comparison of energy intensity of the old smelter and the new one, the consumption of electric energy in the holding furnaces in the period of two weekends, either with insulating material or without insulation material. An analysis of the consumption of electric energy in the classic holding furnace and the new holding furnace of the LAC Company is also included. Each analysis is accompanied by the assessment of the findings.