

**LCA ANALÝZA ZLIEVARENSKÝCH PROCESOV PRI VÝROBE ODLIATKOV ZO SIVEJ A TVÁRNEJ LIATINY****LCA ANALYSIS OF CASTING PROCESS FOR THE PRODUCTION OF CASTINGS OF GRAY AND DUCTILE IRON CASTINGS****Dagmar SAMEŠOVÁ - Jozef MITTERPACH - Karol BALCO****ABSTRAKT**

*Cieľom tohto príspevku je analýza zlievarenského procesu vo vybranej zlievarni, ktorá poskytuje prehľad o vstupoch a výstupoch do/zo životného prostredia. Práca je zameraná na identifikáciu významných prvkov pre zostavenie modelu hodnotenia životného cyklu odliatku. Rozpracováva problematiku štúdie LCA podľa celosvetovo uznávanej metodiky (ISO 140 4X). Jadrom práce je vypracovanie pracovnej schémy modelu LCA, kde vybraná zlievareň produkuje odliatky zo sivej a tvárnej liatiny. Z vytvorenej pracovnej schémy, kde je znázornený hlavný referenčný tok vo vybranej zlievarni, jasne rozpoznávame jednotkové procesy, vstupy do nich a výstupy z nich do životného prostredia. Je zrejmé, že procesy odlievania odliatkov zo sivých a tvárnych liatin sú procesmi, ktoré si svojou zložitou štruktúrou vyžadujú dôkladnú analýzu, ako na vstupoch a výstupoch tak aj v samom vnútri procesu. Niektoré vstupy a výstupy do procesov je obtiažne kvalifikovať nie to kvantifikovať. Preto sú údaje získavané systematicky z jednotlivých výrobných systémov a jednotkových operácií v samotnej zlievarni, ako aj z dokumentácie prevádzky a od hlavného technológa prevádzky. Údaje budú následne prepočítané na funkčnú jednotku, ktorá predstavuje 1t vyrobených odliatkov.*

**Kľúčové slová:** LCA, zlievareň, výrobný proces

**ABSTRACT**

*This report presents the analysis of the foundry process in the selected foundry, which provides an overview of the inputs and outputs to and from the environment. This work is aimed at identifying the elements which are important for the compilation of the life cycle assessment model of the casting. It develops the issue of LCA studies according to worldwide acclaimed methodology (ISO 140 4X). The core of the work is to develop a working model of LCA scheme where selected foundry produces castings consisting of gray and ductile iron. From the created labor scheme, which shows the flow of the main reference in the selected foundry, the unit processes, inputs from and outputs to the environment are clearly recognized. It is apparent that the processes of casting of gray and ductile alloys are the processes that require due to their structure and difficulty a profound analysis regarding not only the inputs and outputs but also the core of the process itself. Some inputs and outputs of the processes are very difficult to qualify and quantify. Therefore all the data are collected systematically from particular production systems and unit operations in the foundry, as well as from the documentation of the operation and from the main operation technologist. The collected data are then subsequently converted to a working unit which represents 1 ton produced castings.*

**Key words:** LCA, foundry, manufacturing process

**ÚVOD**

Zlievarne, vo všeobecnosti, tavia železné a neželezné kovy a zliatiny. Vyrábajú z nich výrobky v ich konečnom tvare alebo blízkom k nemu liatím a tuhnutím roztaveného kovu alebo zliatiny do ľahšej formy. Zlievarenstvo patrí ku kľúčovým výrobným odvetviam s veľkým významom pre iné výrobné odvetvia, najmä pre strojárstvo. Najmä v priemyselnej produkcii, ktorá azda najviac prispieva k znečisťovaniu jednotlivých zložiek životného prostredia, sa v posledných rokoch sa snažíme orientovať na kroky obmedzujúce znižovanie biodiverzity, znižovanie zaťaženia emisiami, odpadmi, obmedzovanie znečistenia vôd atď. Zavádzame šetrnejšie technológie, postupy, využívame najrôznejšie prostriedky nielen na ochranu nášho zdravia ale i na ochranu životného prostredia. Zlievarenstvo má svojimi spotrebami a výstupmi výrazný vplyv na životné prostredie. Tento typ priemyslu je závislý na množstve prírodných zdrojov, surovín a energií, ktoré sú spotrebované a využívané. Existuje mnoho pohľadov a z toho vyplývajúcich prístupov ako stanoviť a následne naplniť ciele v tejto oblasti.

V tejto časti práce sme sa zameriavame na vytvorenie exatnejšieho modelu analýzy životného cyklu (LCA) vybranej zlievarne a vypracovanie pracovnej schémy modelu LCA, kde vybraná zlievareň produkuje odliatky zo

sivej a tvárnej liatiny. LCA je jednou z najznámejších a v súčasnosti aj najpoužívanějších metód pre hodnotenie vplyvu výrobkov (výrob) na životné prostredie s odvolaním sa na jednotlivé kategórie dopadov.

Metóda hodnotenia životného cyklu (skrátene LCA, z anglického „Life cycle assessment“), je jednou z techník riadenia starostlivosti o ŽP, dopĺňa hodnotenie dopadu na ŽP (EIA), identifikáciu nebezpečnosti (Hazard Identification), hodnotenie rizika (Risk Assessment), hodnotenie technológií (Technology Assessment), kontrolné audity v OH, hodnotenie procesov minimalizácie odpadu, ekologický dizajn (Desing for Environment), dohľad nad produktom (Product Stewardship), normy systému riadenia (Management System Standards) [1].

Účelom LCA je stanovenie dopadov použitia energií a materiálov na vstupoch (odber z prostredia) a zároveň dopadov vznikajúceho znečistenia na výstupoch (vnášanie do prostredia), vyhodnotenie týchto dopadov a návrh vhodných opatrení, ktoré pomáhajú redukovat' negatívne vplyvy výrobkov a výrobných procesov na životné prostredie. V prípade, že sa stanoví charakter a množstvo látok a energií, tak za predpokladu, že sú známe reťazce príčin a následkov, ktoré v životnom prostredí ich vstup, resp. odber naštartuje, je možné určiť, aké zmeny v životnom prostredí spôsobí existencia skúmaného výrobného systému [2].

Ak má byť metóda LCA úspešná a účinná, musí si zachovať technickú dôveryhodnosť a poskytovať pružnosť, praktickosť a ekonomickosť aplikácie. Predmet, určenie hraníc systému výrobku, výber zdrojov údajov a oblastí vplyvov závisí od subjektu a od predpokladaného použitia štúdie [3].

Zlievarenstvo je výrobný proces, ktorým sa zabezpečuje produkcia výrobkov na základe zlievateľnosti kovov a ich zliatin. Je to spôsob výroby odliatkov, pri ktorom sa roztavený kov vlieva do dutiny formy, v ktorej nastáva tuhnutie taveniny a získava sa tzv. surový odliatok. Po odstránení vtokovej a náliatkovej sústavy sa získava tzv. hrubý odliatok a po jeho opracovaní podľa konštrukčného výkresu súčiastky, čistý odliatok. Na hospodárnu výrobu odliatkov s požadovanou kvalitou sa vyžaduje, aby odlievane kovy a zliatiny spĺňali optimálne vlastnosti – tzv. zlievarenské vlastnosti, ktoré rozhodujúcim spôsobom ovplyvňujú výrobu odliatkov [4].

## METODIKA

Metodologický rámec LCA popisuje norma STN EN ISO 14040 (83 9040), Environmentálne manažérstvo. Posudzovanie životného cyklu. Princípy a štruktúra, ISO 14040: 2006. Podľa tejto metodiky je spracovaná táto časť práce.

Metodologický rámec LCA má 4 etapy [5] :

- definícia cieľov a vymedzenie rozsahu
- inventarizačná analýza
- hodnotenie vplyvov na ŽP
- interpretácia- zhodnotenie, návrhy a opatrenia na zlepšenie

Činnosť vybranej zlievarne je zameraná na výrobu odliatkov z tvárných a sivých liatin (tvarové odliatky), ktoré sú polotovarom pre výrobu dielcov strojov, automobilov a strojných a stavebných celkov a sú povrchovo ošetrené pred expedíciou odberateľovi. Prevádzka pracuje v upravenom dvoj smenom 5 dňovom pracovnom cykle. Jedná sa o zlievarne železných kovov s výrobnou kapacitou väčšou ako 20 t/deň.

Významnou úlohou a prínosom spoločnosti, je jej samotný predmet činnosti – zhodnocovanie kovových odpadov, ktorým spoločnosť prispieva k využívaniu odpadov a ich recyklácii. V roku 2005 spracovala politiku odpadového hospodárstva a vydala ju ako svoj záväzný dokument – Smernicu nakladania z odpadom. Vyvinula aktivity na umiestnenie svojich odpadov v stavebníctve a riešenie tejto úlohy je pred podpísaním zmluvy s TSUS Bratislava na udelenie osvedčenia o výrobku pre odpad – Pecná troska- granulovaná troska.

Nové výrobné strediská boli vybavené ekologickými zariadeniami podľa najnovších legislatívnych požiadaviek. Stredisko Nové oblúkové pece, ktoré nahradilo staré oblúkové pece, ktoré boli bez odprašovania, je vybavené suchým odprašovaním a zabezpečuje emisné limity hlboko pod požadovanými limitmi. Taviareň sivej liatiny vybavená dvoma kuplovými pecami je ekologicky zabezpečená Venturiho práčkou a vodohospodárskym komplexom čerpadlovňa vody, vybavenej chemickou úpravňou vody. Formovne sú vybavené automatickou formovacou linkou s úpravňou formovacích zmesí, ktoré majú všetky uzly odsávané a vzdušina je čistená cez mokré hladinové odlučovače. Čistiareň je vybavená komplexnými kabínami na brúsenie odliatkov vybavených odsávaním a zariadeniami na otrieskavanie odliatkov – trieskačmi, ktoré sú napojené na odsávanie a čistenie cez mokré hladinové odlučovače. Po dokončení rekonštrukcie v rámci kolaudačného rozhodnutia boli vykonané merania emisií na všetkých výduchoch a všetky splnili náročné legislatívne podmienky.

## VÝSLEDKY

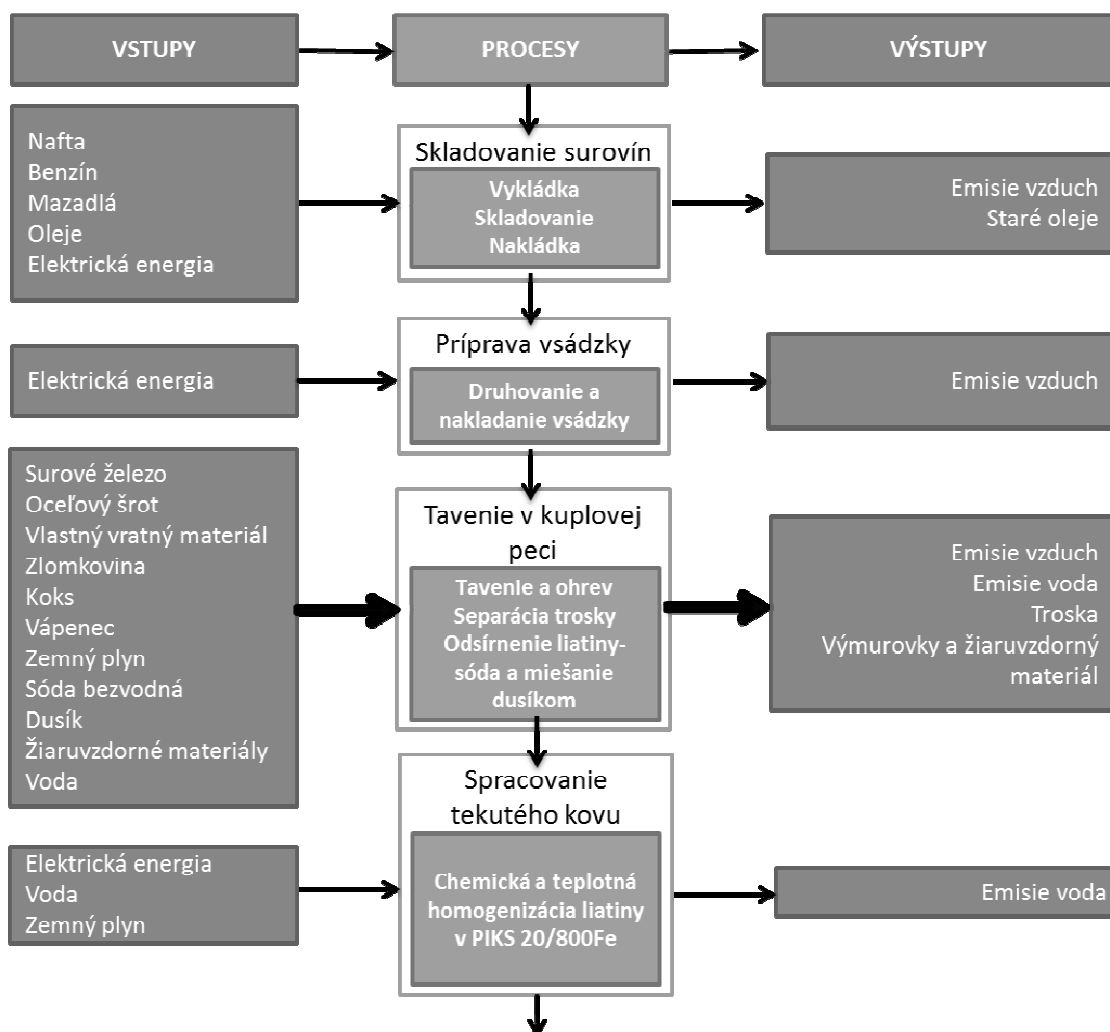
Technologická schéma prevádzky vybranej zlievarne je znázornená v nasledujúcej LCA schéme (Obr. č. 1), kde jasne rozpoznávame jednotkové procesy, vstupy do nich a výstupy z nich do ŽP. Je zrejmé, že procesy odlievania odliatkov zo sivých a tvárnych liatin sú procesmi, ktoré si svojou zložitou štruktúrou vyžadujú dôkladnú analýzu, ako na vstupoch a výstupoch tak aj v samom vnútri procesu. Niektoré vstupy a výstupy do procesov je zložitá kvalifikovať nie to kvantifikovať. Preto sa javí ako perspektívne sa v ďalšej časti práce obmedziť na tieto vstupy a výstupy:

### Vstupy

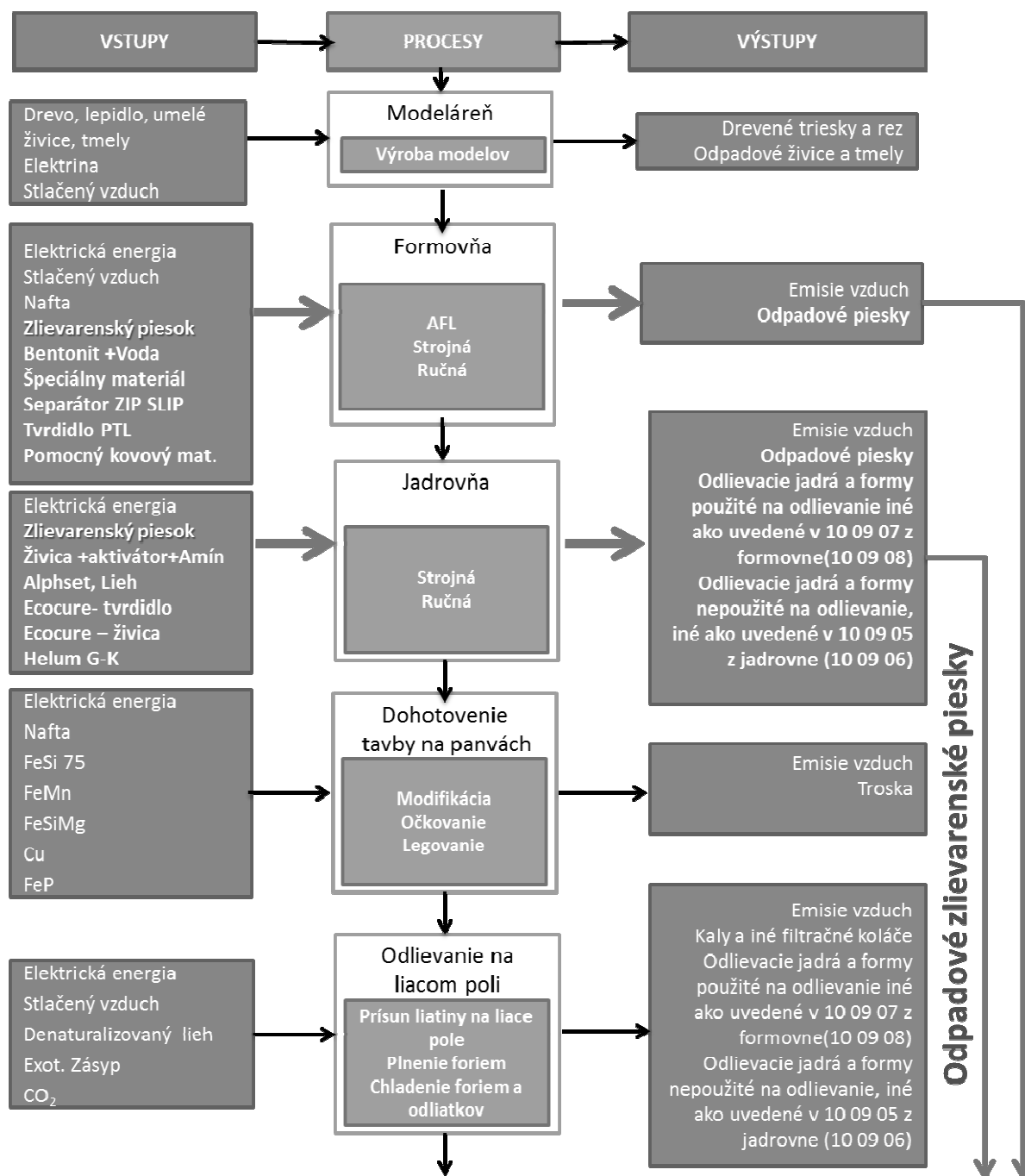
- Hlavné materiály- spotreba hlavných materiálov na výrobu odliatkov
- Elektrická energia- spotrebovaná v jednotlivých výrobných procesoch
- Plyny- spotreba plynov
- Odpady- spotreba odpadov
- Vody- spotreba vody

### Výstupy

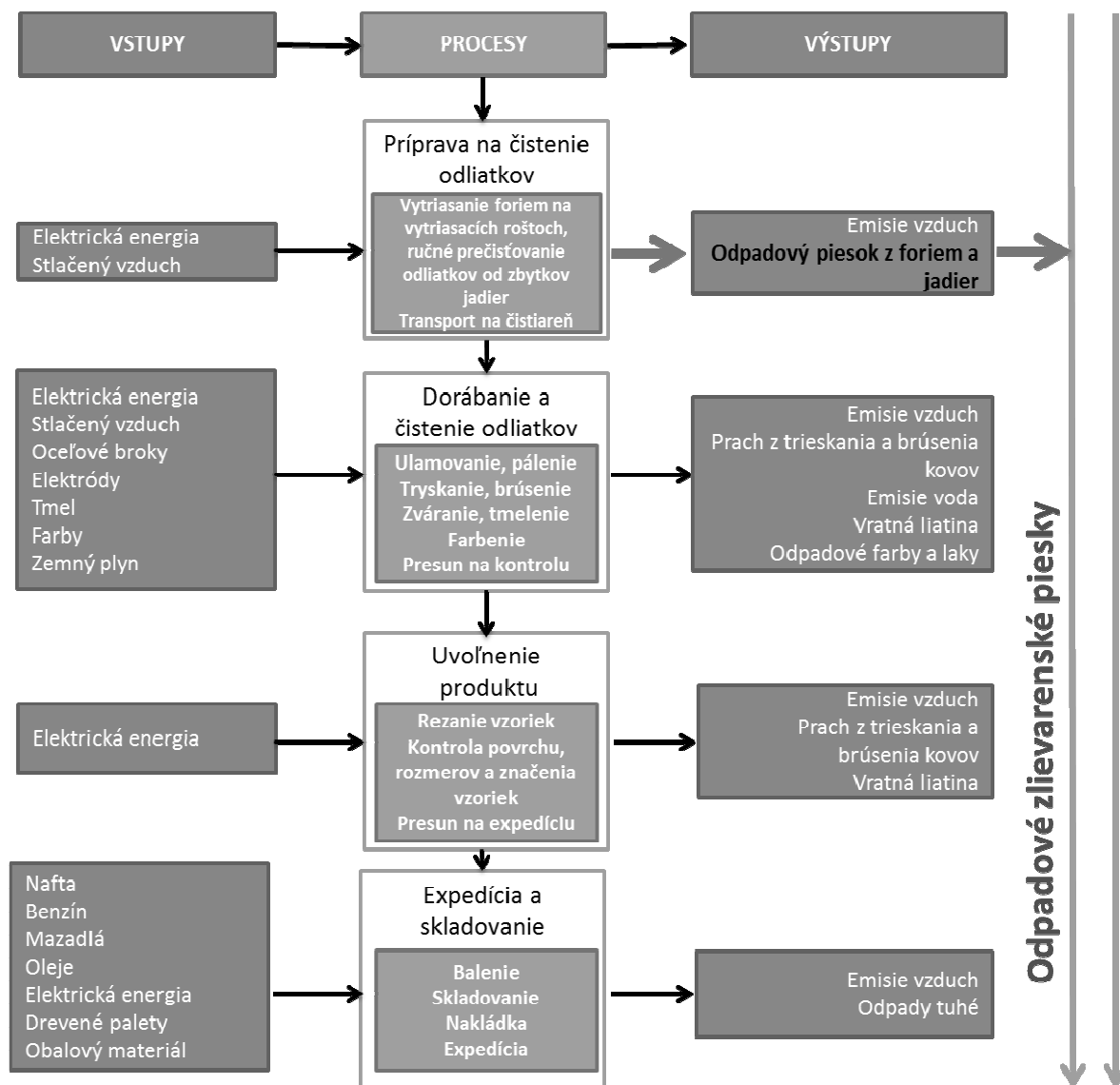
- Odpady- tvorba tuhých odpadov
- Vody- znečistenie vody
- Ovzdušie- emisie do ovzdušia a pracovného prostredia
- Doprava



Obr. č. 1 : Schéma LCA výroby zlievarenskými procesmi



Obr. č. 1 : Schéma LCA výroby zlievarenskými procesmi



Obr. č. 1 : Schéma LCA výroby zlievarenskými procesmi

Významnou úlohou a prínosom spoločnosti, je jej samotný predmet činnosti – zhodnocovanie kovových odpadov, ktorým spoločnosť prispieva k využívaniu odpadov a ich recyklácii. Táto činnosť sa uskutočňuje v procese tavenia v kuplovej peči. V roku 2005 spracovala politiku odpadového hospodárstva a vydala ju ako svoj záväzný dokument – Smernicu nakladania z odpadom.

Spoločnosť vyvinula aktivity na umiestnenie svojich odpadov v stavebníctve a riešenie tejto úlohy je pred podpísaním zmluvy s TSUS Bratislava na udelenie osvedčenia o výrobku pre odpad – Pecná troska- granulovaná troska. Táto troska pochádza z procesu tavenia v kuplovej peči.

Nové výrobné strediská boli vybavené ekologickými zariadeniami podľa najnovších legislatívnych požiadaviek. Stredisko Nové oblúkové pece, ktoré nahradilo staré oblúkové pece, ktoré boli bez odprašovania, je vybavené suchým odprašovaním a zabezpečuje emisné limity hlboko pod požadovanými limitmi. Taviareň sivej liatiny vybavená dvoma kuplovými pecami je ekologicky zabezpečená Venturiho práčkou a vodohospodárskym komplexom čerpadlovňa vody, vybavenej chemickou úpravňou vody. Formovne sú vybavené automatickou formovacou linkou s úpravňou formovacích zmesí, ktoré majú všetky uzly odsávané a vzdušina je čistená cez mokré hladinové odlučovače. Čistiareň je vybavená komplexnými kabínami na brúsenie odliatkov vybavených odsávaním a zariadeniami na otrieskavanie odliatkov – trieskačmi, ktoré sú napojené na odsávanie a čistenie



cez mokré hladinové odlučovače. Po dokončení rekonštrukcie v rámci kolaudačného rozhodnutia boli vykonané merania emisií na všetkých výdychoch a všetky splnili náročné legislatívne podmienky.

## ZÁVER

Keďže vybraná zlievareň robí množstvo opatrení na zmiernenie negatívnych dopadov svojej výroby na ŽP a ešte nemá zavedený Systém environmentálneho manažérstva a udelený certifikát ISO 14001, môže čerpať údaje zo spracovanej štúdie LCA pri jeho zavádzaní, kde táto časť práce je významným prvkom celej štúdie. Štúdia LCA môže nemalou mierou ovplyvniť nakladanie s odpadmi, ktoré musí byť v súlade so smernicou o odpadoch 2008/98/ES. V zmysle tejto smernice je nový strategický prístup EÚ zameraný na životný cyklus. Stratégia navrhuje, aby sa na produkty pozeralo z hľadiska miery produkcie odpadu. Treba brať do úvahy potenciálny vplyv na celkovú udržateľnosť životného prostredia a prírodných zdrojov. Trendy a vývoj ukazujú, že v priemyselnom odvetví, akým je zlievarenský a metalurgický priemysel, sa ukazuje požiadavka na environmentálnu kvalitu výrobkov a služieb, ako jedna z podmienok konkurencieschopnosti na medzinárodnom trhu. Zvolením vhodnej metodológie, si tak môže zlievareň vytvoriť environmentálne kvalitné výrobky a tým aj pozitívny obraz na trhu a uspieť tak v konkurenčnom boji.

## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] SETAC- Society of Environmental Toxicology and Chemistry, 2010, [on-line], dostupné na [www.setac.org](http://www.setac.org), 20.6.2010
- [2] RUSKO, M., VOLÁKOVÁ, M. : Prieskum využívania environmentálneho označovania a LCA na Slovensku. - Praha: Environmentální značení, 2004
- [3] PIATRIK, M., ŠUDÝ, M. et al., 2008: Environmentálne manažérske systémy. - Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 2008, 253 s. ISBN 978-80-8083-691-7
- [4] ZDRAVECKÁ, E., KRÁL, J. : Základy strojárkej výroby. - Bratislava: Vydavateľstvo M. Vaška, 2002
- [5] STN EN ISO 14040 (83 9040), 2006: Environmentálne manažérstvo. Posudzovanie životného cyklu. Princípy a štruktúra, ISO 14040: 2006

## ADRESY AUTOROV

**Dagmar SAMEŠOVÁ**, doc. Ing. PhD.,

Katedra environmentálneho inžinierstva, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, e-mail: [samesova@vsld.tuzvo.sk](mailto:samesova@vsld.tuzvo.sk)

**Jozef MITTERPACH**, Ing. PhD.,

Katedra environmentálneho inžinierstva, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, e-mail: [jozef.mitterpach@gmail.com](mailto:jozef.mitterpach@gmail.com)

**Karol BALCO**, Ing.,

Katedra environmentálneho inžinierstva, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, e-mail: [karolbalco@pobox.sk](mailto:karolbalco@pobox.sk)

## RECENZENT

**Vojtech KOLLÁR**, prof. Ing., PhD.,

Katedra bezpečnostného manažmentu, Ústav verejnej správy, Vysoká škola ekonómie a manažmentu verejnej správy v Bratislave, Furdekova 16, 851 04 Bratislava 5, Slovenská republika