



ANALÝZA NEPODARKOVOSTI V OBLASTI ODLIEVANIA

ANALYSIS OF ERRORS IN PRODUCTION IN CASTING

Andrea KRAUSZOVÁ

Abstract

Any technological process is not perfect. Businesses are trying to identify deficiencies and analyze forms of wasting in their processes. The paper is focused on the identification of areas and factors specific to the casting process in the particular business. Paper also includes the analysis of errors of rejects for the reporting period.

Key words

Wasting, Casting, Low Standard in Production, Defects of Casting.

Úvod

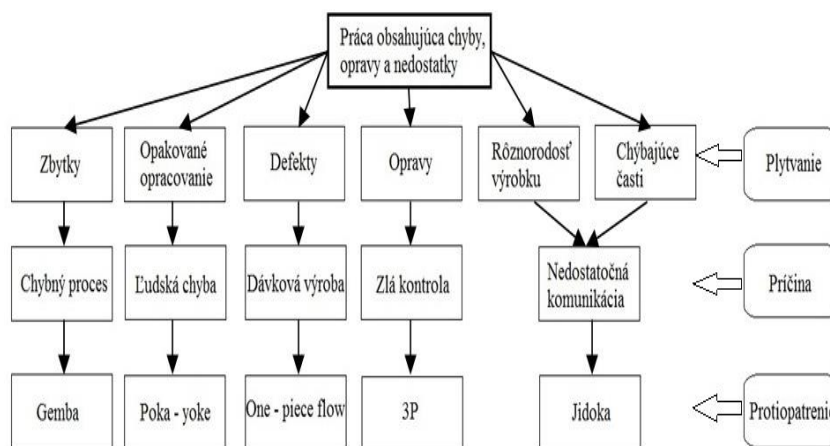
Každý priemyselný podnik, ktorý si chce udržať svoje postavenie na trhu, musí realizovať svoju činnosť tak, aby čo najefektívnejšie využíval materiál, čas, pracovníkov a technické vybavenie. Vhodne zvolený výrobný program a systém riadenia ľudí môže tiež prispieť k zvyšovaniu konkurencieschopnosti podniku.

Plytvanie sa vyskytuje v každom podniku a vo všetkých oblastiach. Podstatné je, aby všetci zamestnanci mali záujem jednotlivé formy plytvania identifikovať a následne eliminovať za účelom znižovania nákladov a zvyšovania produktivity. Plytvaním vo výrobe sa rozumejú aktivity vykonávané pri realizácii výrobku, ktoré tomuto výrobku nepridávajú hodnotu. To znamená, že sa nijako nepodieľajú na celkovom zvyšovaní ziskovosti podniku.

Nepodarkovosť ako forma plytvania

Nepodarkovosť ako forma plytvania vplýva okrem iného aj na nepretržitosť výrobného procesu, čo môže mať za dôsledok zvýšené náklady. S tým je spojená nutnosť dodatočného vynakladania pracovných síl či iných zdrojov. Nekvalitné výrobky sú väčšinou objavené už v priebehu výrobného procesu a nie pri výstupnej kontrole alebo expedícii. Ak však chyby objaví až zákazník, zapríčini to jeho nespokojnosť, čo môže mať za následok stratu budúcich obchodov a podielu na trhu. Samotný výrobný systém, musí byť teda vyvinutý tak, aby bol schopný identifikovať procesy alebo kroky, ktoré spôsobujú chyby.

Možné príčiny a prípadné možnosti eliminovania nepodarkovosti sú uvedené na Obr. 1. [2]



Obr. 1 Nepodarkovosť ako forma plytvania



Každý výrobný podnik by mal pri analýze svojich procesov využívať vhodné postupy a metódy, s cieľom nájsť a identifikovať plytvanie. Existujú rôzne príčiny vzniku plytvaní - druh použitého materiálu, objem zásob, materiálové toky, forma komunikácia, informácie, pracovné postupy, organizácia, ľudia, stroje, atď. Plytvanie môže vznikať napríklad vplyvom nepozornosti alebo neznalosti zamestnancov, ale taktiež aj chybou výrobného stroja alebo zariadenia na meranie. Problém sa môže vyskytnúť aj pri prehliadnutí chybného vstupného materiálu či suroviny. Dôsledkami plytvania sú potom zbytočne vysoké zásoby, prestoje, nekvalitné výrobky, zvýšené náklady na výrobu, práca navyše a podobne.

Charakteristika výrobného programu podniku a nepodarkovosti vybraného procesu

Spoločnosť, v ktorej bola v rámci riešenia bakalárskej práce [5] realizovaná analýza nepodarkovosti patrí k malým podnikom so sídlom v okrese Trebišov. Zaoberá sa sériovou a malosériovou výrobou odliatkov zo sivej a tvárnej liatiny. Výrobný program predstavuje výroba a hutnícke spracovanie kovov, opracovanie kovu jednoduchým spôsobom, výroba strojov a prístrojov pre domácnosť a výroba jednoduchých výrobkov z kovov. Podnik spolupracuje s dodávateľmi kovového šrotu a dodávateľmi ostatných materiálov. Zlievareň prevzala výrobu po spoločnosti HQF, s.r.o. v roku 2009 a jej projektovaná ročná kapacita je 1000 až 1200 ton výrobkov. [6]

Pri výrobe odliatkov v danej spoločnosti je možné identifikovať tieto procesy:

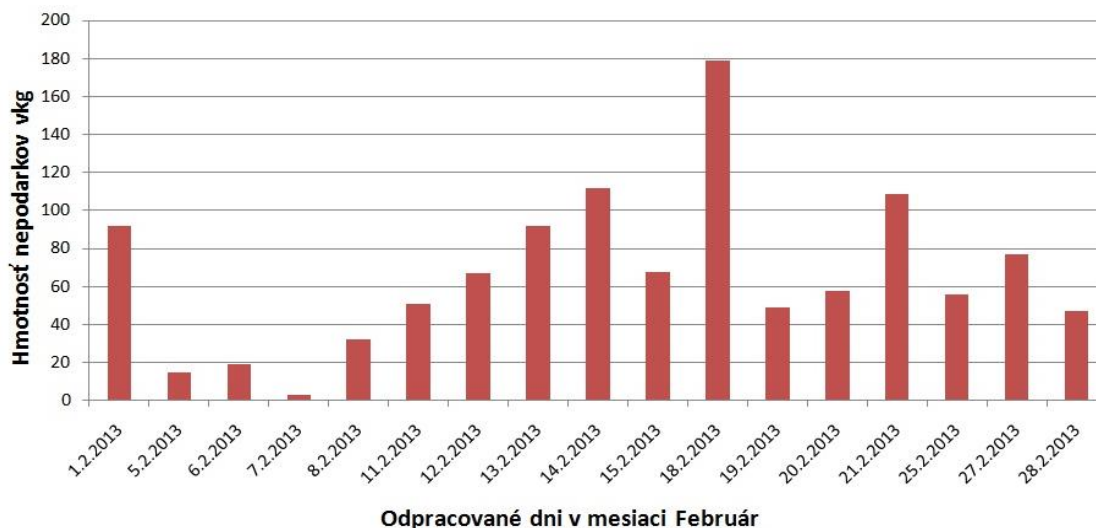
- príprava modelových a formovacích zmesí,
- triedenie kovového šrotu,
- formovanie,
- tavenie a kontrola chemického zloženia liatiny a odlievanie,
- chladnutie, vyformovanie a brúsenie odliatku,
- vizuálna kontrola odliatkov a expedícia.

Odliatky sú základom rôznych výrobkov alebo celkov, ktoré sa od seba odlišujú tvarom, zložením a veľkosťou výrobnéj série, preto všetky priemyselné odvetvia využívajú kvalitnú zlievarenskú výrobu, ktorá im dáva veľký priestor pri konštruovaní a voľbe materiálu aj pre najnáročnejšie podmienky.

Chyby odliatkov, ktoré sprevádzajú každú zlievarenskú výrobu, prinášajú značné ekonomické straty, aj keď ide o odliatky, ktoré sa dajú opraviť. Pritom straty, ktoré vznikajú ich opravou, dodatočným opracovaním, prípadne kontrolou môžu byť omnoho väčšie ako straty, ktoré sú spôsobené nepodarkovosťou. Avšak aj chyba, ktorej závažnosť nie je až taká veľká, aby k jej odstráneniu muselo byť použité väčšie množstvo dodatočnej práce znižuje hodnotu konečného výrobku. Na tom, aké chyby sa na odliatku môžu vyskytovať, na akom mieste a v akom rozsahu, sa dohodne výrobca s odberateľom formou určitých technických podmienok, prípadne sa dajú vyčítať z výrobného výkresu.

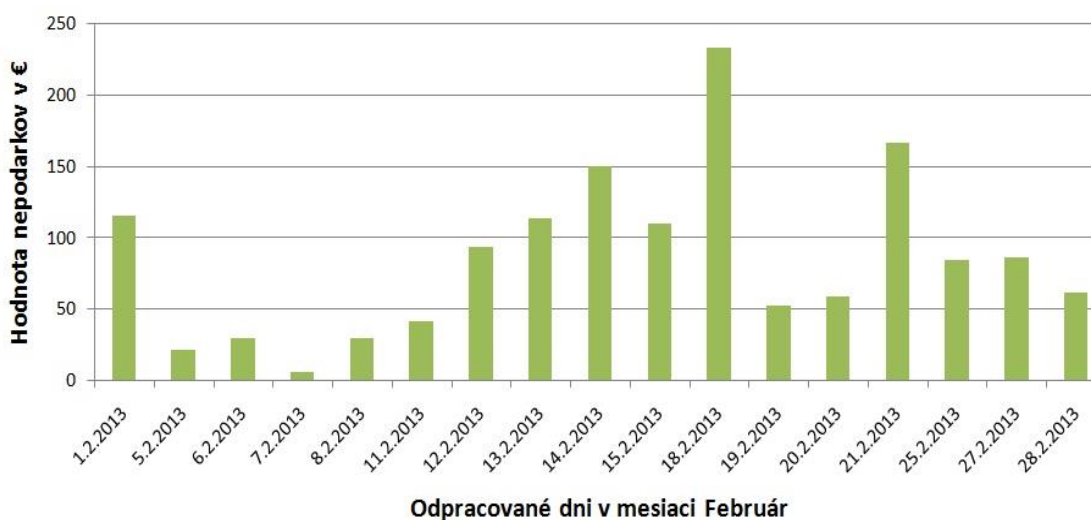
Stáva sa, že pri výrobe odliatkov sa, počas medzioperačnej alebo konečnej kontroly, objavia kusy s rôznymi chybami, ktorých príčinám sa výrobky stávajú nepoužiteľné a musia sa vyradiť, prípadne opravovať. Tento fakt vedie k zvyšovaniu nepodarkovosti výroby, ktorá sa najčastejšie vyjadruje v hmotnostných percentách alebo ako zvýšenie nákladov výroby v eurách.

V analyzovanom podniku zaznamenávajú nepodarkovosť každý deň pomocou výpočtovej techniky. Z údajom ich softvéru bola realizovaná analýza nepodarkovosti za vybraný mesiac (február 2013). Na obrázku 2 je grafické zobrazenie vývoja nepodarkovosti z pohľadu hmotnosti nepodarkov. [5]



Obr. 2 Vývoj nepodarkovosti z pohľadu hmotnosti

Keďže nepodarky predstavujú pre podnik náklady, na obrázku 3 [5] je grafické znázornenie hodnoty nepodarkov v peňažných jednotkách.



Obr. 3 Výška nákladov z pohľadu ceny nepodarkov

Každý výrobca odliatkov sa snaží znížiť náklady na nekvalitnú prácu (nepodarkovosť) na čo najnižšiu mieru. Prvým a najprípustnejším krokom k tomu je zvyšovanie disciplíny, presnosti a pozornosti pracovníkov a tiež dodržanie určenej technológie výroby. Tieto opatrenia si nevyžadujú žiadne investičné prostriedky, prvým krokom je až rekonštrukcia technologických procesov. V neposlednom rade veľkú úlohu zohráva správne určenie druhu chyby na odliatku, od ktorej sa potom odvíja ďalšia činnosť k určeniu jej pôvodu, príčin a eliminácii jej vzniku.

Klasifikácia chýb odliatkov

Nepodarek je klasifikovaný ako každá odchýlka rozmerov, vzhľadu, tvaru, hmotnosti, mikroštruktúry a iných vlastností od príslušných noriem. Chyby sa charakterizujú podľa toho, či sa dajú opraviť alebo nie, podľa toho, či sú viditeľné alebo skryté, alebo či sú prípustné alebo neprípustné. Klasifikácia chýb odliatkov (Tab.1) vychádza z morfológie chýb a je pre prax najlogickejšia.



Tab. 1 Klasifikácia chýb odliatkov

Chyby tvaru, rozmerov a hmotnosti	- nezabehnutie - nedoliatie - zlá oprava formy - vytečený kov - ulomená časť odliatku za studena - presadenie - zborenie, deformácia
Povrchové chyby	- pripečeniny - odrenie, zhrnutie - utrhnutie zosunutie - zatekliny
Makroskopické vmestky a chyby mikroštruktúry	- nekovové vmestky - zadrobeniny - rozplavený piesok
Dutiny	- zahľtený plyn - sťažneniny
Chyby mikroštruktúry	- mikrosťažneniny - mikrobubliny
Vplyv chemického zloženia a chyby odliatkov	- nevyhovujúce chemické zloženie - nevyhovujúce mechanické, fyzikálne vlastnosti
Porušenie súvislosti	- povrchové trhliny - lom za tepla

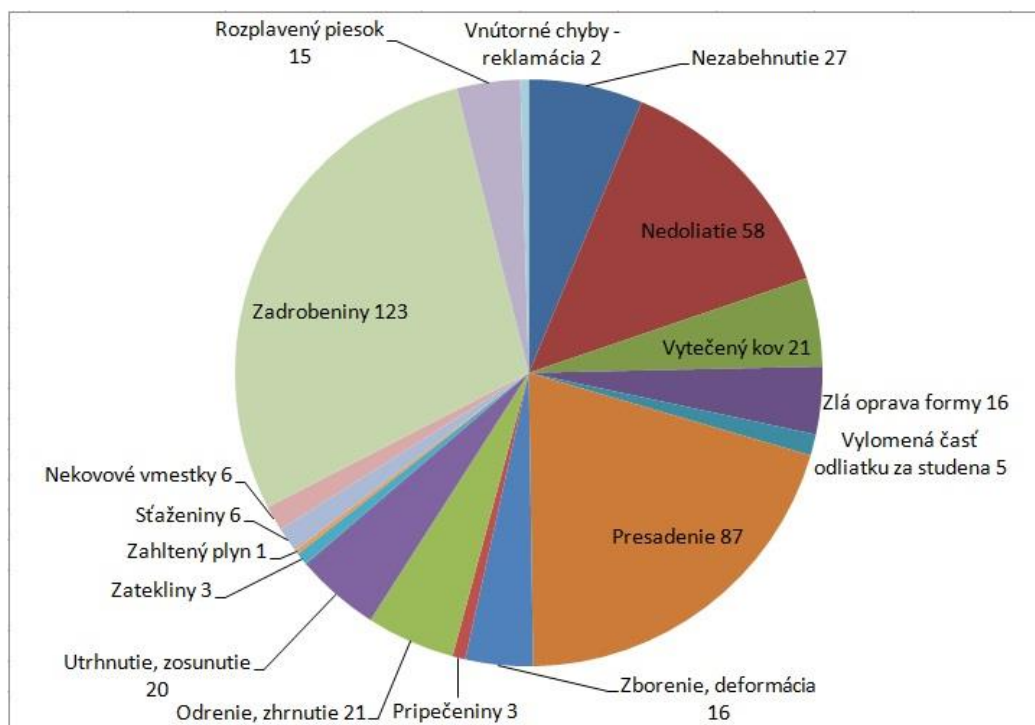
Na základe výsledkov analýzy boli v podniku počas sledovaného obdobia zaznamenané na odliatkoch tieto druhy chýb:

- *Zadrobeniny* – otvorené povrchové alebo uzavreté vnútorné dutiny v stene odliatku, celkom alebo z časti vyplnené formovacím materiálom. Sú spôsobené zadrobením formy alebo jadra pri skladaní formy, mechanickým poškodením formy a podobne.
- *Presadenie* – posunutie jednej časti tvaru odliatku oproti druhej, tiež posunutie dutiny alebo otvorov oproti povrchovému obrysu odliatku.
- *Nedoliatie* – neúplne vytvorené tvary odliatku spôsobené nedostatočným vyplnením vršku formy, z dôvodu predčasného ukončenia liatia kovu
- *Nezabehnutie* – neúplne vytvorené tvary odliatkov spôsobené predčasným stuhnutím čela prúdu kovu pri zaplňovaní formy.
- *Vytečený kov* – neúplne vytvorené tvary odliatku spôsobené vytečením kovu z formy pri odliatí.
- *Odrenie, zhrnutie* – nepravidelný nárast na vertikálnych plochách alebo zaobleniach odliatku v smere skladania formy, zakladania formy alebo uloženia jadra. Obyčajne sa nachádza na niekoľkých miestach odliatku v kombinácii so zadrobeninami.
- *Utrhnutie, zosunutie* – nepravidelný nárast na povrchu odliatku, ktorý má tvar utrhnutej časti formy pri jej oddeľovaní od modelu alebo po samovoľnom zosunutí časti formy pred odlieváním. Na horných plochách sa súčasne objavujú zadrobeniny.
- *Zlá oprava formy* – obrysové hrany odliatku sú deformované v miestach zlej opravy formy, alebo nedodržaním hrúbky vrstvy ochranného náteru formy.



- *Zborenie, deformácia* – zmena tvaru a rozmerov odliatku oproti výkresu spôsobená napríklad vnútorným napätím, ktoré vzniklo pri chladnutí odliatku alebo deformácii modelu pri formovaní.
- *Rozplavený piesok* – často otvorené povrchové alebo uzavreté, vnútorné dutiny v stene odliatku, celkom alebo čiastočne vyplnené pieskom. Sú spôsobené veľkým oterom formy alebo jadra, eróziou kovu vo vtokovej sústave, pri dopade kovu do formy a jeho prúdením vo forme počas plnenia formy.
- *Ulomená časť odliatku za studena* – ulomený odliatok, pričom jeho časť chýba. Na lome nie sú pozorované oxidy, lom vznikol mechanickým poškodením.
- *Pripečeniny* – vrstva piesku je pevne spojená s povrchom odliatku. Odstránenie tejto vrstvy sa dosiahne opakovaným tryskaním a brúsením odliatku.
- *Zatekliny* – sú to výčnelky rôznych tvarov a veľkostí na odliatku, v medzerách medzi jednotlivými časťami formy, pozdĺž zámkov jadra alebo v deliacej rovine tlakom kovu a podobne.
- *Zahltený plyn* – dutiny najčastejšie s hladkými zaoblenými stenami, vyskytujúce sa na povrchu odliatku izolovane alebo v zhlukoch. Väčšinou sú otvorené, ale môžu byť aj zaliate tenkou vrstvou kovu. Hlavnou príčinou je nedostatočné odvzdušnenie formy.
- *Sťaženiny* – povrchové otvorené dutiny v stene odliatku s drsným alebo hrubo kryštalickým často oxidovaným povrchom. Vznikajú zmenšovaním objemu kovu pri tuhnutí, ktoré prebiehalo spolupôsobením atmosférického tlaku. Nepravidelné dutiny vo vnútri odliatku s drsným povrchom, na ktorom sú pozorovateľné dendrity. Vznikajú zmenšovaním objemu kovu, ktoré prebiehalo počas podtlaku.
- *Nekovové vmestky* – nečistoty, ktoré neodpovedajú požiadavkám noriem a dohodnutých technických podmienok. [5,6]

Prehľad počtu uvedených chýb odliatkov za sledovaný mesiac je v grafe na obrázku 4.



Obr. 4 Chyby na nepodarkoch v ks [5]



Z grafu je zrejmé, že najčastejšie chyby, ktoré vznikli počas sledovaného obdobia v procese odlievania boli zadrobeniny, spôsobené zadrobením formy alebo jadra pri skladaní formy, mechanickým poškodením formy. Druhou najčastejšou chybou na odliatkoch bolo presadenie, kde došlo k posunutiu formy v dôsledku nepevného spojenia častí formy. Ďalším nedostatkom bolo nedoliatie, vznikajúce predčasným ukončením liatia kovu do formy, pričom vznikali neúplné tvary. Tieto tri najpočetnejšie príčiny nepodarkovosti odliatkov tvorili až 62,3 % z celkového počtu nepodarkov.

Z analýzy výsledkov vyplýva, že najväčší vplyv na vznik nepodarkov majú pracovníci, ktorí by mali byť dôslednejší pri dodržiavaní pracovných postupov. Tomu by mohli pomôcť lepšie pracovné podmienky či už v podobe kvalitných nástrojov, či ochranných pomôcok, ale tiež vhodný systém motivácie. Aj zmena dispozičného riešenia podniku by mohla pomôcť k zlepšeniu materiálových tokov a tým k stratám času a energie zamestnancov.

Súhrn

Všetky uvedené druhy plytvania sú pre podnik spomalením a prekážkou k jeho rozvoju a prosperite. Dôsledkom plytvania sa znižuje konkurencieschopnosť podniku a vznikajú nielen ekonomické straty ale aj obmedzenia na trhu. V rámci protiopatrení v oblasti plytvania existujú rôzne nástroje a metódy, ktoré ich pomáhajú eliminovať.

Nové poznatky o príčinách a mechanizmoch tvorby chýb odliatkov vyžadujú vypracovanie ich novej klasifikácie podľa súčasného stavu znalosti. Zlievarne sa snažia o systematické zlepšovanie kvality výrobkov, znižovanie nepodarkovosti a využívanie výpočtovej techniky k rozboru kvality. Zlievarne sú neustále vystavované veľkému tlaku na kvalitu odliatkov a na perfektný spôsob riešenia problémov s nepodarkovosťou.

Kľúčové slová:

Plytvanie, odlievanie, nízky štandard (nekvalita) vo výrobe, chyby odliatkov.

Príspevok je súčasťou riešenia projektu VEGA 1/0102/11: „Metódy a techniky experimentálneho modelovania vnútropodnikových výrobných a nevýrobných procesov“.

Použitá literatúra

- [1] Čech, J. – Kristoň, F.: Vady a kontrola odlitků – návody na cvičenia. Prvé vydanie. Brno: Vysoké učení technické v Čs. redakcii MON, 1991. 98 s. ISBN 80-214-0241-5,
- [2] Čupová, M.: Analýza základných kategórií plytvania vo výrobe [online]. 2010. Dostupné na internete: <<http://www.sjf.tuke.sk/kmae/TaIPvPP/2010/index.files/clanky%20PDF/CUPOVA.pdf>>. [cit. 2013-02-6],
- [3] Krauszová, A.: Synergický efekt optimalizácie výrobného procesu so zameraním na produktivitu práce. Doktorandská dizertačná práca. Košice: TU v Košiciach, SjF, 2010. 138 s.,
- [4] Leimbach, W. B.: The seven deadly wastes [online]. [cit. 2012 – 12 - 03], Dostupné na internete: http://www.oemscorp.com/Lean_seven_deadly_wastes.html,
- [5] Tóth, G.: Štúdia eliminácie vybraných foriem plytvania pre konkrétny proces. Bakalárska práca. Košice: TU v Košiciach, SjF, 2013,
- [6] http://www.zlievaren-zol.sk/menu/vyrobn_zariadenia/ a interné materiály spoločnosti.

Kontaktná adresa

Ing. Andrea Krauszová, PhD., Technická univerzita, Strojnícka fakulta, Katedra priemyselného inžinierstva a manažmentu, Němcovej 32, 040 01 Košice, e-mail: andrea.krauszova@tuke.sk.