



ANALÝZA VÝROBNÝCH VZŤAHOV NA DELIACEJ LINKE

ANALYSIS OF PRODUCTION RELATIONS ON THE DIVIDING LINE

Andrea KRAUSZOVÁ – Edita SZOMBATHYOVÁ

Abstract

One of the most important factors of the production company's success is the understanding of relationships and linkages in the manufacturing processes. The paper is oriented on identifying the areas and factors specific to the production line, their possible optimization to achieve synergy and better economic indicators.

Key words

Production process, dividing line, manpower, synergy.

Úvod

Výroba je efektívna len vtedy, keď sa pružne prispôsobuje požiadavkám trhu a dosahujú sa pozitívne ekonomické ukazovatele. Optimalizácia procesov si často vyžaduje hľadanie a uplatňovanie takých riešení, ktoré by zabezpečili pokles výrobných nákladov a odstránili nedostatky spojené s procesom výroby. Výsledkom uplatnenia vhodných postupov a metód je zvýšená výkonnosť, kvalitnejšie pracovné prostredie, vyššia produktivita práce, odstránenie prestojov či lepšie parametre efektívnosti, kvality, bezpečnosti a spoľahlivosti výroby.

Problematika sledovania a analýzy vzťahov vo výrobnom procese bola aplikovaná na konkrétnej výrobnéj linke, zaoberajúcej sa delením ocelových zvitkov plechu.

Charakteristika a činnosť deliacej linky

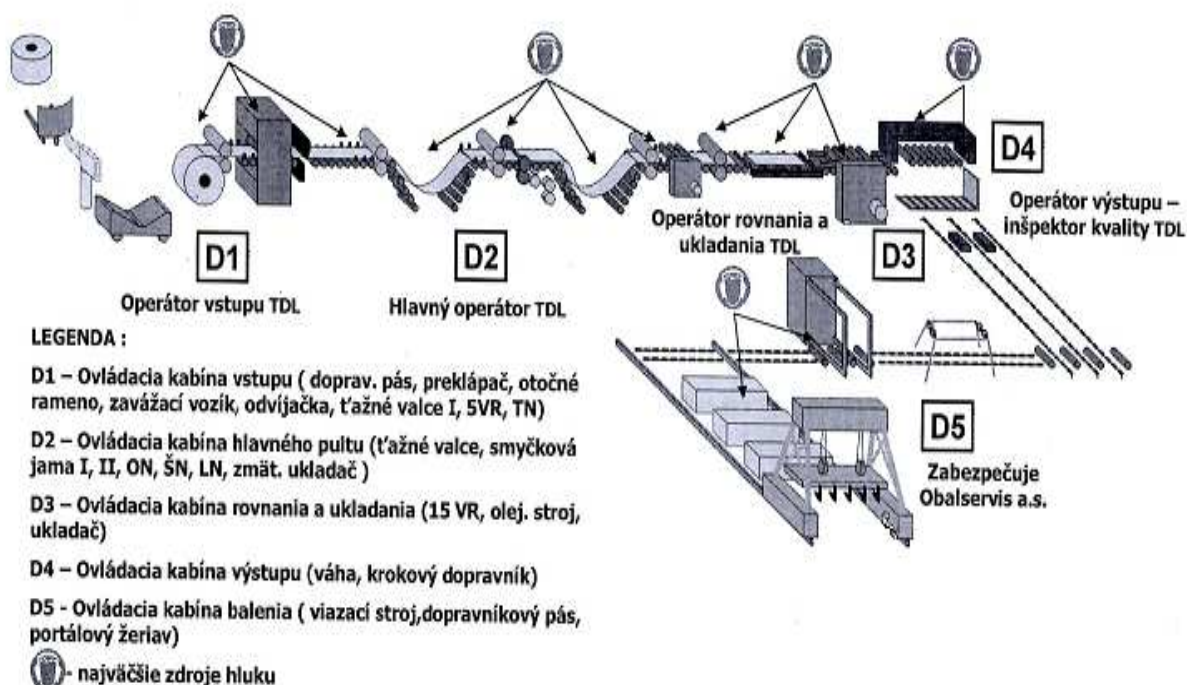
Jednotlivé časti závodu sú zamerané na výrobu zvitkov rôznych hrúbok plechu a ich účelom je vyrobiť zvitky o požadovanej hmotnosti, požadovaných rozmerov a v požadovanej kvalite. Prevádzka pozostáva z tenkej deliacej linky, hrubej deliacej linky a pozdĺžnej deliacej linky. Valcovaním brám na teplej širokopásovej „trati 1700“ sa vyrábajú ploché valcované výrobky, ktoré je možné v závislosti od požiadaviek zákazníka expedovať vo zvitkoch alebo ich deliť priečne na tabule či pozdĺžne na pásy. Deliaci linka na priečne a pozdĺžne delenie ocelových zvitkov plechu je určená na výrobu plechov v tabuliach, ktoré v ukladači stohuje do hrán podľa požadovanej hmotnosti resp. počtu tabúl. V ukladači sa zároveň hrana ukladá na paletu a balí do ochranného obalu. Tenká deliaci linka je určená k priečnemu deleniu ocelového pásu valcovaného za tepla o hrúbke 1,6 – 6 mm do tabúl plechov.

Jej základné parametre:

- Projektovaná kapacita: 360 000 ton/rok
- Maximálna dosiahnutá výroba: 352 603 ton/rok
- Vsádzka: zvitky valcované za tepla (hrúbka 1,6 – 6 mm, šírka 765 – 1530 mm, hmotnosť max. 20 ton)
- Výrobok: tabuľové plechy (hrúbka 1,6 – 6 mm, šírka 700 – 1500 mm, dĺžka 2000 – 6000 mm, hmotnosť zväzku max. 5000 kg).



Na obr. 1 je znázornená tenká deliaca linka aj s popisom jednotlivých častí linky a znázornenými najväčšími zdrojmi hluku na jednotlivých úsekoch.



Obr. 1 Základné časti tenkej deliacej linky

Pri výrobe zvitku na danej linke boli identifikované najnebezpečnejšie činnosti, priestory a zariadenia, ktoré vyplývajú z výroby:

- *Najnebezpečnejšie zariadenia* (odvíjačka, orezávač a šrotovacie nožnice, ukladáč a odťahový dopravník),
- *Najnebezpečnejšie činnosti* (viazanie bremien, odšrotovacie linky, odmasťovacie linky),
- *Najnebezpečnejšie priestory* (vstupný úsek linky, ukladáč s reťazovým dopravníkom, letné nožnice).

Zvitky určené výrobným príkazom delenia sú pomocou kliešti visiacich na žeriave ukladané na prírodný článkový dopravník. Dopravníkom sa presúvajú do preklápača, ktorý zvitok preklopí do polohy na ležato. Otáčacím zariadením sa pomocou výsuvného zariadenia – ramena, uložia na vozík zvitkov, ktorý ich dopraví k odvíjačke a vertikálnym stredením sa zvitok vystredí do osi dvojtrňovej odvíjačky. Ohnutie na začiatku zvitka je prevádzané škrabákovým ohýbačom a pás postupne cez procesor pri roztvorených deformačných valcoch a päťvalčekovú rovnačku k tabuľovým nožniciam, kde odstrihnutý začiatok padá do šrotového hospodárstva a dopravovaný je mimo os linky. Potom pás postupuje cez strediacu nožnicu č.1 k prvým ťažným valcom, cez prvú slučkovú jamu a jej sklopné stoly k strediacemu zariadeniu č.2 a ťažným valcom č.2, k orezávacím a šrotovacím nožniciam, kde je prevedené bočné orezávanie pásu. Ďalej pás postupuje cez dopravník k strediacemu



zariadeniu č.3, ťažným valcom č.3, k druhej slučkovej jame cez strediacie zariadenie č.4 k letným nožniciam, kde je pás delený na tabule.

Mimotolerančné a chybné tabule plechu sa po zastavení zhadzovačom zosunú mimo os linky. Po valčekovom dopravníku postupujú tabule plechu k 15VR tabúl' a po prerovnaní sú po pogumovanom dopravníku dopravené k magnetickému ukladaču. Po naplnení ukladača je nastrihaný zväzok plechov zdvíhacími stolmi uložený na odťahový dopravník, ktorým je zväzok plechov presunutý na váhu. Po zvažení a zaevidovaní zväzku tento na odťahovom dopravníku postupuje k zdvíhaciemu dopravníku baliaceho úseku, ktorým je po reťazovom dopravníku, prisúvaný k baliacim strojom. Po zapáskovaní je zväzok uložený stohovacím žeriavom mimo os dopravníka pod dosah mostového žeriava.

Charakteristika a analýza prvkov výrobného procesu

Hlavnou surovinou, ktorá vstupuje do výrobného procesu je železná ruda dovážaná zo Švédska a Indie. Tá sa spracováva na železo, z ktorého sa vyrába polovýrobok. Na linke sa polovýrobok ďalej spracúva na hotový výrobok. Vedľajší výrobný proces zabezpečujú všetky druhy energie (stlačený vzduch, výroba elektrickej energie). Medzi sledované pracovné podmienky patria tiež fyzikálne faktory pracovného prostredia (osvetlenie haly, hluk na hale, čistota ovzdušia, prúdenie vzduchu a teplota na hale). Z meraní, ktoré realizujú pracovníci BOZP bolo zistené, že intenzita osvetlenia na hale je uspokojivá. Hlučnosť sa však pohybuje vo vyšších hladinách a hrozí aj popálenie (pracuje sa s teplým materiálom), preto je nutné používať ochranný odev a chrániče sluchu a zraku.

Podstatnou zložkou a jedným zo základných výrobných faktorov daného výrobného procesu je pracovná sila. Linku obsluhujú 4 pracovníci, z ktorých prvý pracovník prisúva materiál na linku, druhý je operátorom linky, ktorý riadi plne automatizovanú linku, tretí pracovník výsledný výrobok balí a posúva do skladu. Štvrtým pracovníkom je evident, ktorého úlohou je prepočítavať hmotnosti tabule plechu.

V tab. 1 sú, na základe pozorovania a analýzy, uvedené plusy a mínusy pôsobenia pracovnej sily v danom výrobnom procese.

Tab. 1 Plusy a mínusy pracovnej sily vo výrobnom procese

PRACOVNÁ SILA	
PLUSY	NEDOSTATKY
Vnútrotný výber pracovníkov Dostatočné osvetlenie	Rekvalifikácia pracovníkov Fyzikálne faktory pracovného prostredia: hluk, teplota

Optimálna výrobná kapacita na deliacej linke je cca 1040 ton, čo predstavuje na jedného pracovníka cca 420 ton/deň.

Súčasťou výrobného procesu sú tiež stroje, zariadenia, nástroje a iné technické vybavenie potrebné k realizácii výrobného procesu. Keďže linka je plne automatizovaná, stroje a nástroje sú ovládané z kabíny operátora linky. Na vstupe výroby sa nachádza prisúvný stroj, kde je pomocou ľudského faktora zvitok vkladáný na preklápač. Dôležitým ukazovateľom, sledovaným vo výrobnom procese sú prestoje, ktoré výrobu spomaľujú. Zvyčajne sú prestoje vynútené mazaním strojov, či nastavením parametrov strojov pri strihaní tabúl'. Časové straty na sledovanej linke je možné rozdeliť na:

- chyby na zariadeniach,



- *poruchy závislé na stroji* - vplyvom, elektrického, hydraulického, mechanického alebo pneumatického defektu,
- *straty pri zoraďovaní* - koniec výroby jedného výrobku až po čas, kým sa začne ďalšia výroba nového výrobku,
- *straty rýchlosti zariadenia* - malé prestávky, beh naprázdno, redukcia rýchlosti a nečinnosť,
- *nedostatky v kvalite výrobku, nepodarky.*

Vplyvom týchto prestojov vznikajú náklady na údržbu a náklady na opravy. Náklady na opravy sú hlavnou príčinou pri vysokej poruchovosti strojov. Následne vznikajú problémy s nákladmi na údržbu. Patrí tu plán neplnenia preventívnej údržby, či nedostatok pracovníkov na vykonanie preventívnej služby. Z uvedených problémov vyplýva, že podnik musí tieto nedostatky riešiť. Využíva preto koordinátora údržby, ktorý zabezpečuje koordináciu údržby a upravuje termíny preventívnej údržby.

V tab. 2 sú uvedené plusy a nedostatky pôsobenia strojov a zariadení v procese priečneho a pozdĺžneho delenia oceľových zvitkov plechu.

Tab. 2 Plusy a mínusy strojov a zariadení vo výrobnom procese

TECHNICKÉ VYBAVENIE PROCESU	
PLUSY	NEDOSTATKY
Zavedenie systému pravidelnej údržby Koordinátor údržby (koordinuje údržbu a upravuje jej termíny)	Strata rýchlosti zariadení (prestávky, beh naprázdno, nečinnosť, strata rýchlosti) Náklady (nedostatok pracovníkov, poruchovosť strojov, údržba) Chyby na zariadeniach (prasknutá hadica, opotrebované valce) Zoraďovanie (prestavby rozmerov)

Analýza výrobných vzťahov na linke

V rámci výrobného procesu prebiehajúceho na linke je možné sledovať väzby a vzťahy medzi základnými výrobnými faktormi. Jedným z problémov je rozmiestnenie strojov na pracovisku. Je veľmi dôležité, aby stroje boli vhodné rozmiestnené, nakoľko vhodné zaradenie strojov ovplyvňuje časovú analýzu procesu. Pri zámene strojov môže dôjsť ku poškodeniu výrobku. Pracovná sila je pri vhodnom usporiadaní strojov maximálne využitá, nakoľko nevhodným zaradením by sa ľudský faktor ťažko dostal k stroju, ktorý obsluhuje. Dôležitá je tiež organizácia práce, pri ktorej musí mať ľudský faktor presne definované, čo má pri svojej práci vykonávať. Každý pracovník musí mať postačujúce vzdelanie na prácu, ktorú vykonáva, inak môže nastať nehoda a tým dôjsť k poškodeniu linky.

Ako najvýznamnejší problém sa na linke javia viacnásobné reklamácie kvôli nevyhovujúcej hmotnosti dodávaného zvitku. Podnik na to dopláca tým, že sa mu výrobok vráti späť na preváženie. Keď váha nesedí, musí uhradiť dopravu za nevyhovujúci výrobok a následne ho dať na sklad. Na takýto výrobok je nútený následne poskytnúť zľavu, aby sa čím skôr uvoľnilo miesto v sklade pre nové objednávky. Chyby môžu nastať zlyhaním ľudského faktora na vstupe, ktorý má na starosti presný výpočet hmotnosti plechu.



Odstrániť uvedený problém by mohlo zavedenie snímača hmotnosti SIWAREX na výstupe linky, využitím ktorého sa do istej miery mení pracovný proces na linke. Výhodou je úplná integrácia modulov snímačov hmotnosti SIWAREX do systémov platformy SIMATIC. Pomocou štandardných komponentov systému SIMATIC možno systém váženia jednoducho prispôbiť individuálnym požiadavkám. Okrem toho zabezpečujú štandardizované komunikačné rozhrania, prostredníctvom bežných funkcií a jednotných softvérových nástrojov, cenovo výhodné projektovanie. [4]

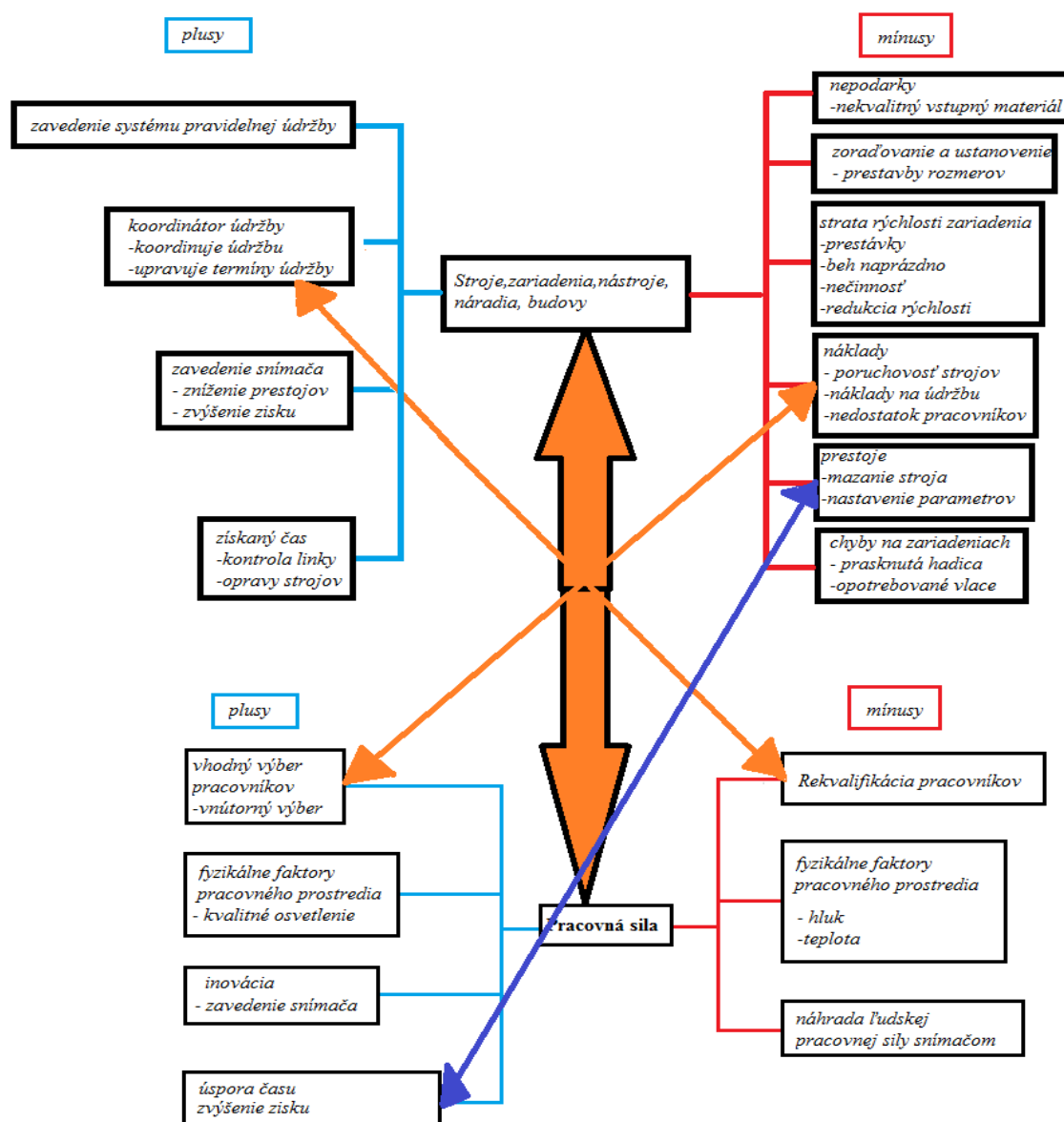
Očakávané výsledky a ďalšie výhody zavedenia návrhu:

- presné určenie hmotnosti plechov na výstupe (vykonávané ľudským faktorom, evidencia),
- zníženie prestojov na linke a tým zvýšená plynulosť výroby,
- úspora času pri výpočtoch hmotnosti plechu,
- zvýšenie zisku.

Po zavedení snímača nastane na výstupe linky niekoľko zmien. Najpodstatnejšou bude pravdepodobne zvýšenie produktivity výroby, nakoľko bude ľudský faktor nahradený snímačom. Odrazí sa to hlavne v časovom využití procesu. Čas na výpočet hmotnosti plechu pomocou ľudského faktora je približne 2 minúty. Evident realizuje 10 prepočtov počas pracovnej zmeny, čo spolu činí 20 minút. Tieto sa presunú do výroby, čím sa zvýši produktivita práce a celý proces sa spresní. Ľudský faktor bude nahradený snímačom, vplyvom čoho dôjde k nežiaducemu odchodu pracovníkov, alebo náhrady pracovnej pozície v podniku. Pracovník bude využitý na pozícií, kde bude pre nový návrh užitočný (napr. podpora výstupnej kontroly).

Samotným zavedením snímača do ukladáča linky sa aj na technickom vybavení výrobnéj linky prejaví viaceré zmeny. Vzťahy v sledovanom výrobnom procese po zavedení snímača sú znázornené na obrázku 2. Zavedením snímača sa ušetrí čas, ktorý je možné využiť napr. na preventívnu údržbu, čím nevzniknú straty vo výrobe. Čas, ktorý sa ušetrí pri výpočtoch hmotnosti je možné využiť na opravy prípadne na kontrolu strojov. Podľa meraní, snímač ušetrí 2 minúty pri prerátavaní hmotnosti. Nakoľko linka strihá v priemere 3 zvitky za hodinu predstavuje to úsporu jedného zvitku. Keďže cena jednej tony strihaného materiálu je cca 400 eur a zvitok má cca 15 ton, tak možný zisk na jednom zvitku bude predstavovať 6000 eur.

Obr. 2 znázorňuje výsledný vektor vyjadrujúci pozitívny synergický efekt, ktorý vznikne možným zvýšením produktivity práce a zároveň znížením prestojov na linke.



Obr. 2 Vzťahy vo výrobnom procese po zavedení snímača

Zhodnotenie vplyvu navrhnutých zmien vo výrobnom procese

Ako vyplýva z analýzy vzťahov vo výrobnom procese, znázornených na obr. 2, zavedenie snímača sa pri výrobnom faktore „pracovná sila“ prejavilo ako pozitívum. Ukázalo sa, že nahradením ľudského faktoru snímačom vznikne v rámci výrobného procesu časová úspora a je možné tiež dosiahnuť zvýšenie produktivity. Zavedením snímača sa zmeny prejavujú vo väzbách a vzťahoch predovšetkým medzi pracovnou silou, zariadeniami a strojmi. Nakoľko snímač sa zavádza do linky na výstupe, je potrebná vhodná pracovná sila aby ho uviedla do prevádzky. Táto pracovná sila potrebuje zaškolenie a kurzy na oprávnenie pracovať s takýmto typom snímača. Tu podniku vznikajú určité náklady, nielen na samotný nákup snímača, ale aj jeho sprevádzkovanie a údržbu. Ďalšia väzba, znázornená na obrázku 2 modrou šípku, vznikla po zavedení snímača a poukazuje na úsporu času, ktorá sa prejaví predovšetkým v znížení prestojov. Pri 12 hodinovej pracovnej dobe má operátor deliacej linky v priemere 10 zmien parametrov strihaného materiálu (šírka, dĺžka, hrúbka a hmotnosti



hrán). Pri každej zmene musí evident vypočítať hmotnosť strihanej tabule daného zväzku, čo mu trvá približne 2 minúty. Počas tých 10 zmien to predstavuje cca 20 minút. Nakoľko linka strihá v priemere 3 zvitky za hodinu, úspora predstavuje hodnotu jedného zvitku. Keďže cena jednej tony strihaného materiálu je cca 400 eur a zvitok má v priemere 15 ton, zisk na jednom zvitku bude 6000 eur. Náklady na hmotnostný snímač sa pohybujú vo výške cca 200 Eur.

Súhrn

Podrobná analýza a posúdenie vzťahov vo výrobnom procese umožní podniku identifikovať problémové miesta a nedostatky, ktoré z dlhodobého hľadiska majú nepriaznivý vplyv na ekonomické ukazovatele výroby. Akákoľvek zmeny vo výrobnom procese pozitívne, ale tiež negatívne ovplyvňujú ďalšie oblasti a faktory sledovaného výrobného procesu.

Pri analýze vzťahov na deliacej linke boli posudzované predovšetkým väzby medzi základnými výrobnými faktormi, ktoré viedli k identifikácii problémov a následnému návrhu možných opatrení na ich odstránenie. Tieto sa pozitívne prejavili nielen na technickom vybavení linky, kde zavedením snímača došlo k zníženiu prestojov, ale aj na možnom zvýšení zisku. Na základe výpočtov bolo zistené, že výrobná kapacita linky sa zvýši po zavedení snímača o 27,55 % za deň, čo predstavuje tiež zvýšenie výroby na jedného pracovníka.

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia grantového projektu VEGA č. 1/0102/11 "Metódy a techniky experimentálneho modelovania vnútropodnikových výrobných a nevýrobných procesov."

Kľúčové slová

Výrobný proces, deliaca linka, pracovná sila, synergia.

Použitá literatúra

- [1] Čech, L.: Zvyšovanie efektívnosti výroby uplatnením synergického efektu. Diplomová práca. Košice: TU v Košiciach, SjF, 2012,
- [2] Chromjaková, F.: Zvyšovanie výkonnosti a efektívnosti podnikových procesov. In: Průmyslové inženýrství. ZČU Plzeň, 2003,
- [3] Krauszová, A.: Synergický efekt optimalizácie výrobného procesu so zameraním na produktivitu práce. Dizertačná práca. Košice: TU v Košiciach, SjF, 2010,
- [4] https://www.cee.siemens.com/web/slovakia/sk/corporate/portal/produkty/divizie/automatizacna/ponuka/prevadzkuje/Pages/snimace_hmotnosti_siwarex.aspx,
- [5] Interné materiály U.S. Steel Košice.

Kontaktná adresa

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