

Analýza neefektivních výrobních časů ve vybraném výrobním procesu ve společnosti Kovárna VIVA a.s.

Michal Londák

Bakalářská práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal Londák**
Osobní číslo: **M14622**
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Řízení výroby a kvality**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Analýza neefektivních výrobních časů ve vybraném výrobním procesu ve společnosti Kovárna VIVA a.s.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši v oblasti způsobu vykazování a sledování neefektivních časů ve výrobních procesech s přihlédnutím na výrobní procesy ve společnosti Kovárna VIVA a.s.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu na vybraném pracovišti.
- Analyzujte jednotlivé typy prostojů s přihlédnutím k jejich významu pro míru využití výrobních zařízení.
- Navrhněte způsob sledování a vyhodnocování jednotlivých příčin prostojů na vybraném pracovišti.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: cca 40 stran
Rozsah příloh:
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

GULATI, Ramesh. Maintenance and reliability: best practises. 2nd ed. New York: Industrial Press, c2013, 474 s. ISBN 978-0-8311-3434-1.

GULATI, Ramesh a Ricky SMITH. Maintenance and reliability: best practises. 1st ed. New York: Industrial Press, c2009, 416 s. ISBN 978-0-8311-3311-5.


KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR. Jak zvyšovat produktivitu firmy. Žilina: inFORM, 2002, 1 sv (různé stránkování). ISBN 8096858319.

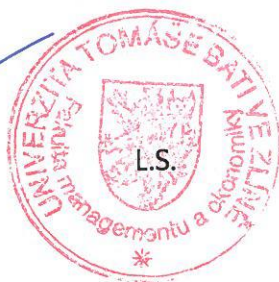
KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.

STAMATIS, D. H. The OEE primer: understanding overall equipment effectiveness, reliability, and maintainability. Boca Raton, Florida: CRC Press, c2010, 466 s. ISBN 978-1-4398-1406-2.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Dobroslav Němec
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání bakalářské práce: 15. února 2016
Termín odevzdání bakalářské práce: 16. května 2016

Ve Zlíně dne 15. února 2016


doc. RNDr. PhDr. Oldřich Hájek, Ph.D.
děkan




prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

12. 5. 2016



.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Témou tejto bakalárskej práce je analýza neefektívnych výrobných časov vo vybranom výrobnom procese v spoločnosti Kovárna VIVA a.s. Cieľom práce bola analýza prestojov, vzniknutých na 3 vybraných výrobných linkách produkujúcich výkovky. V teoretickej časti práce bola spracovaná literárna rešerš pre nasledujúcu časť práce. V praktickej časti práce boli realizované analýzy jednotlivých liniek, ktoré odhalili nedostatky nielen v časovom využití strojných zariadení, ale aj samotnom odvádzaní priebehu výroby. Výsledky z analýzy poslúžili nielen na identifikáciu a návrhy na elimináciu (prípadné skrátenie doby trvaní) najväčších prestojov, ale aj ako podklad pre nové členenie prestojov vzniknutých na výrobných linkách. Toto členenie v budúcnosti poslúži aj ako základ pre pilotný projekt zavedenia automatického zberu a vyhodnocovania dát z výroby prostredníctvom terminálov.

Kľúčové slová: produktivita, miera využitia, prestoj, Paretova analýza, zmenový list.

ABSTRACT

The topic of this bachelor thesis is analysis of ineffective production times in selected production process in Kovárna VIVA a.s. The aim was to analyse downtimes on 3 selected forging producing production lines. In theoretical part of my thesis was processed literature search for the next part of my thesis. In the practical part of my thesis were performed analysis of each production line, which has shown a big gap not only in time - utilization of production lines, but also in production carrying. The results of analysis were used not only for identification and proposition of eliminating (eventually reducing) the most time significant downtimes, but also as basis for new downtime classification arised on production lines. This new classification will also serve in the future as basis for pilot project of automatic data collection and evaluation from production via terminals.

Keywords: productivity, availability, downtime, Pareto analysis, shift list.

Rád by som touto cestou poďakoval Ing. Dobroslavovi Němcovi za poskytnutie odborných konzultácií, rád a pripomienok, ktoré boli nápomocné pri spracovaní tejto práce. Poďakovanie patrí aj zamestnancom spoločnosti Kovárna VIVA a.s., obzvlášť Ing. Filipovi Vančurovi, za jeho cenné a odborné rady pri spracovávaní mojej bakalárskej práce.

„Nie je väčšej straty nad stratený čas...“

Michelangelo Buonarroti

OBSAH

ÚVOD	9
CIELE A METÓDY SPRACOVANIA PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČASŤ	12
1 PRODUKTIVITA	13
1.1 VÝZNAM RASTU PRODUKTIVITY	14
1.2 MIERY PRODUKTIVITY.....	14
1.3 STRATY VO VYUŽÍVANÍ STROJOV A ZARIADENÍ	15
2 CEZ – CELKOVÁ EFEKTÍVNOSŤ ZARIADENIA	17
2.1 ŠTRUKTÚRA A VÝPOČET CEZ	18
2.1.1 Miera využitia (Availibility)	19
2.1.2 Miera výkonu (Performance)	21
2.1.3 Miera kvality (Quality)	21
2.2 FAKTORY OVPLYVŇUJÚCE VÝPOČET CEZ.....	22
2.2.1 Ľudský faktor	22
2.2.2 Ručný zber dát.....	22
2.3 PROCES ZVYŠOVANIA CEZ.....	23
3 METÓDY ZBERU A VYHODNOCOVANIA DÁT Z VÝROBY	24
3.1 MANUÁLNY ZBER DÁT	24
3.2 AUTOMATICKÝ ZBER DÁT.....	26
3.3 PARETOVA ANALÝZA	30
4 VÝROBNÝ PROCES ZÁPUSTKOVÉHO KOVANIA	32
4.1 TEPELNÝ OHREV HUTNÉHO POLOTOVARU	32
4.2 PRIEČNE KLINOVÉ VALCOVANIE HUTNÉHO POLOTOVARU	33
4.3 PECHOVANIE	36
4.4 POSTUPOVÉ ZÁPUSTKOVÉ KOVANIE	36
4.5 ODSTRIHOVANIE A DIEROVANIE	38
II PRAKTICKÁ ČASŤ	40
5 KOVÁRNA VIVA A.S.	41
5.1 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI.....	41
5.2 HISTÓRIA SPOLOČNOSTI	42
5.3 LOKALIZÁCIA SPOLOČNOSTI.....	43
5.4 VÝROBNÝ PROGRAM SPOLOČNOSTI.....	43
5.5 VÝZNAMNÍ ZÁKAZNÍCI SPOLOČNOSTI A ŠTRUKTÚRA VÝROBY	45
5.6 POPIS VÝROBNÉHO PROCESU	46
6 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU VÝROBY	47
6.1 SWOT ANALÝZA	47
6.1.1 Silné stránky – Strenghts.....	47
6.1.2 Slabé stránky – Weaknesses.....	48
6.1.3 Príležitosti – Opportunities	48
6.1.4 Hrozby – Threats.....	49

6.2	ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU VYBRANÝCH PRACOVÍSK	50
6.2.1	Layout výrobných liniek LMZ 1600 1/2/3.....	51
6.3	ANALÝZA SÚČASNÉHO PRIEBEHU PRACOVNEJ ZMENY.....	53
6.4	ANALÝZA PRESTOJOV V PRIEBEHU PRACOVNÝCH ZMIEN.....	57
6.5	VYHODNOTENIE ANALÝZY PRESTOJOV V PRIEBEHU PRACOVNÝCH ZMIEN.....	59
6.6	NÁVRHY NA ZVÝŠENIE MIERY VYUŽITIA VÝROBNÝCH LINIEK A ICH EKONOMICKÉ ZHODNOTENIA	63
6.6.1	Využitie externého predohrevu zápustiek.....	63
6.6.2	Triedenie vyhadzovačov	64
6.6.3	Terminály pre automatický zber a vyhodnocovanie dát z výroby	66
6.6.4	Vyjadrenie miery využitia po implementácii návrhov	67
7	NÁVRH NOVÉHO ČLENENIA PRESTOJOV	68
	ZÁVER	72
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	74
	ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	76
	ZOZNAM OBRÁZKOV	77
	ZOZNAM TABULIEK	79
	ZOZNAM PRÍLOH.....	80

ÚVOD

V dnešnom svete, kedy sa podniky musia orientovať na plnenie požiadaviek zákazníka – ako napr. cena, kvalita, včasná dodávka a pod., je nutné, aby boli tieto podmienky splnené v maximálnej možnej miere. V opačnom prípade zákazník inklinuje ku konkurencii, čo môže podniku spôsobiť veľké ťažkosti, v najhoršom prípade krach. Aby podnik tieto požiadavky plnil, musí efektívne pracovať so svojimi obmedzenými zdrojmi, ku ktorým patrí aj čas. K tomu, aby podnik efektívne pracoval s časom, ktorý mu bol daný, či už na samotnú výrobu, dodávku alebo poskytnutie danej služby zákazníkovi v čo najkratšej dobe, pri nízkej cene a vysokej kvalite, musí byť podnik schopný monitorovať jednotlivé procesy, ktoré tvoria tento komplexný systém. V prípade výrobných podnikov predstavujú samotné výrobné zariadenia a ich obsluha jednu z veľkých bariér zvyšovania produktivity, plnenia požiadaviek zákazníka, ako aj celkového rastu konkurencieschopnosti podniku. To je jeden z dôvodov, prečo je nutné mať pravdivý a čo najpresnejší obraz o dianí na pracovisku.

Bakalárska práca je spracovaná v spoločnosti Kovárna VIVA a.s., ktorá sa zaoberá výrobou oceľových výkovkov pre rôzne odvetvia. Keďže sa jedná o výrobný podnik, disponuje mnohými výrobnými zariadeniami, tvoriacich proces výroby výkovkov. Spoločnosť poskytuje svoje výrobky mnohým renomovaným zákazníkom z celej Európy, čo je dôvod, aby ich výrobky mali špičkovú kvalitu, boli dodané včas a za rozumnú cenu. Ako väčšina úspešných výrobných podnikov, aj spoločnosť Kovárna VIVA a.s. sa snaží dôsledne eliminovať časové straty vo všetkých fázach prípravy výroby i samotného výrobného procesu. Hlavný dôraz je pritom kladený na plné vyťaženie výrobných liniek, pretože ich časové straty znamenajú jednak zníženie objemu produkcie, ale taktiež zníženie vyťaženia drahých výrobných zariadení, a tým predĺženie doby návratnosti nákladov, ktoré boli na ich kúpu vynaložené.

V teoretickej časti bakalárskej práce je rozobraná problematika produktivity, jej význam, rozdelenie, 6 najväčších strát, ktoré sa vyskytujú vo výrobe, ďalej predstavenie ukazovateľa celkovej efektívnosti zariadenia – CEZ, jeho použitie, metóda výpočtu, čo ho ovplyvňuje a ako ho zvýšiť. V ďalšej kapitole sú rozobrané 2 najčastejšie metódy zberu a vyhodnocovania dát z výroby – manuálna a automatická. V poslednej kapitole teoretickej časti je opis výrobného procesu zápusťkového kovania.

Praktická časť začína predstavením spoločnosti, po ňom je prevedená samotná analýza súčasného stavu výroby – SWOT analýza, analýza vybraných pracovísk, opis priebehu

pracovnej zmeny, ako aj analýza prestojov vzniknutých v priebehu zmien na výrobných linkách LMZ 1600 1/2/3. Z analýzy prestojov je vytvorená tabuľka, ktorá slúži ako základ pre Paretovu analýzu. Na základe tejto analýzy sú pre najdôležitejšie typy prestojov navrhované riešenia na ich elimináciu (prípadné skrátenie) spolu s ekonomickým zhodnotením. V úplnom závere práce je predstavené nové členenie skupín prestojov, odvádzaných z výroby.

CIELE A METÓDY SPRACOVANIA PRÁCE

Cieľom práce je analyzovať časové straty na 3 výrobných kováčskych linkách, produkujúcich výkovky, s názvom LMZ 1600 1/2/3. Analýza každej z výrobných liniek bude prebiehať 30 pracovných dní v čase rannej až po predanie nasledujúcej zmeny, kedy dochádza k najväčším časovým stratám. Vzniknuté údaje z analýzy poslúžia pri vyhodnotení pomocou Paretovej analýzy tak, aby boli odhalené prestoje, ktoré sa v najväčšej miere podieľali na celkových stratách a bolo možné navrhnúť riešenia pre ich elimináciu (prípadne skrátenie). Výsledky z analýzy pozorovania vzniknutých prestojov na výrobných linkách LMZ 1600 1/2/3 poslúžia taktiež pri tvorbe nového návrhu členenia prestojov odvádzaných z výrobného procesu kovania. Nové členenie prestojov má za úlohu podávať podrobnejšie a relevantnejšie informácie o vzniknutých problémoch na pracovisku a poskytnúť tak podklad pre vedenie spoločnosti na ich odstránenie, skrátenie a vylepšenie tak celkovej efektívnosti výrobného procesu. Nová kategorizácia prestojov v budúcnosti bude taktiež použitá pri pilotnom projekte na automatické odvádzanie výroby pomocou tzv. terminálov.

V bakalárskej práci budú použité empirické metódy ako meranie a pozorovanie. Pozorovanie bude prebiehať na 3 vybraných výrobných linkách LMZ 1600 1/2/3, so zameraním na odhalenie jednotlivých dôvodov prerušenia výroby na týchto linkách. Meranie bude použité na presné určenie časových strát pri prerušení výroby zo zistených príčin. Ďalej bude aplikovaná teoretická metóda analýzy. Konkrétne sa bude jednať nielen o analýzu výrobných liniek a vzniknutých prestojov, ale aj o analýzu priebehu pracovnej zmeny a interných dokumentov pre odvádzanie procesu výroby kovania – tzv. zmenového kontrolného listu, a to presne existujúceho spôsobu odvádzania prestojov z výroby. Pri spracovaní výsledkov bude využitá analytická metóda – Paretovo pravidlo. Zo zistených výsledkov budú stanovené závery, vedúce k prípadným zlepšeniam časového využitia strojných zariadení, ako aj finančným úsporám.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 PRODUKTIVITA

Podniky v dnešnom svete stoja na viacerých základných kameňoch, ktorými sú najmä kvalita produktov, bezpečnosť práce, nákladová efektívnosť, ekológia a produktivita. Svet sa časom otvoril, z tuzemských trhov sa stali trhy globálne a z rozšírením počtu zákazníkov narastajú aj požiadavky na hotové výrobky. Výrobky musia spĺňať široké škály kritérií zákazníka – kvalitu, cenu alebo včasnú výrobu a dodávku, v opačnom prípade sa zákazník obráti na konkurenciu, a to môže mať na podnik katastrofálny dopad. Pre podniky, či už výrobné alebo poskytujúce služby, ktoré hľadajú tváru v tvár silnejúcej konkurencii, je potrebné, aby svoje zdroje využívali efektívnejšie. Jedným z rozhodujúcich faktorov na prežitie podniku v konkurenčnom boji v rámci európskeho a svetového trhu je vysoká produktivita.

Tekulová (2015, s. 6) popisuje produktivitu v zmysle:

- Robiť správne veci na prvý krát
- Robiť správne veci správne
- Robiť správne veci správne na prvý krát a na každý krát

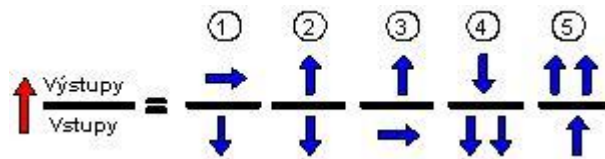
Krišťak (2007) ju zase popisuje, ako určitú filozofiu a spôsob konania, ktorý je založený na vysokej motivácii ľudí pre neustále zlepšovanie nielen kvality, ale aj konkurencieschopnosti a životnej úrovne. Vyjadruje ju ako „*pomer medzi výstupom generovaným systémom a vstupmi, potrebných na tvorbu výstupu*“, prípadne ako „*vzťah medzi výsledkami a časom, ktorý bol potrebný na ich dosiahnutie*“. Pričom platí, že čím menej času sa spotrebuje na tvorbu výstupov, tým produktívnejší je systém.

Na druhej strane Mašín a Vytlačil (2000, s. 27) ju vyjadrujú ako určitú mieru, ktorá nám stanovuje, ako dobre sú využité zdroje pri vytváraní produktu.

Všeobecne je produktivita definovaná ako:

$$\text{Produktivita} = \frac{\text{VÝSTUPY}}{\text{VSTUPY}} \quad (1)$$

Podľa Mašina a Vytlačila (2000, s. 27) sú výstupy najčastejšie vyjadrené v jednotkách, ako napríklad tony, kilogramy, výrobky, kusy, atď. Do vstupov zase spadajú napr. pracovné sily, výrobné zariadenie a stroje, materiál atď. Obecne sa dá povedať, že produktivita sa zvyšuje, ak dosiahneme rovnakého (alebo väčšieho) výstupu za zníženia vstupov, prípadne zníženia výstupov, no radikálneho zníženia vstupov tak, ako to znázorňuje Krišťak (2007).



Obr. 1 Možnosti zvyšovania produktivity
(Krišťak, 2007)

1.1 Význam rastu produktivity

Mašín a Vytlačil (2000, s. 14) prikladajú veľký význam vplyvu produktivity výrobných podnikov alebo podnikov poskytujúcich služby, na samotnú životnú úroveň obyvateľstva. Znamená to, že s rastom produktivity podnikov v krajine, rastie aj životná úroveň obyvateľstva, no taktiež v prípade rastu životnej úrovne bez zvýšenia produktivity podnikov to môže zhoršiť postavenie podnikov v konkurenčnom boji.

Pomalý rast produktivity tak má negatívny vplyv nielen na životnú úroveň obyvateľstva, no zároveň tvorí nekonečný kruh, ktorý je znázornený na obrázku nižšie. Iba trvalým a progresívnym rastom produktivity sa dá z tohto kruhu uniknúť.



Obr. 2 Následky pomalého rastu produktivity
(Mašín, Vytlačil, 2000, s. 14)

1.2 Miery produktivity


Produktivita je komplexné merítok, ktoré sa sleduje z mnoha hľadísk. Mašín a Vytlačil (2000, s. 28 - 34) uvádzajú nasledovné pohľady miery produktivity:

- Parciálna produktivita - pomer výstupov k individuálnym vstupom
- Celková produktivita - pomer celkových výstupov k celkovým vstupom
- Index produktivity - porovnáva dosahovanú produktivitu s normami produktivity
- Komparatívna analýza - porovnáva produktivitu konkurenčných firiem

1.3 Straty vo využívaní strojov a zariadení

Ako bolo uvedené v predchádzajúcej kapitole, produktivita úzko súvisí s časom, ktorý bol daný na premenu vstupov na výstupy. Podľa toho, či je alebo nie je tento čas využívaný na tvorbu výstupov, ho Mašín a Vytačil (2000, s. 38 - 39) rozdelili podľa 2 hľadísk:

- Produktívny čas (čas, využívaný pre transformáciu vstupov na výstupy)
- Neproduktívny čas (čas, nevyužívaný pre transformáciu vstupov na výstupy)

	Využitelný časový fond			
	Čekání		Práce	
	Ztracená kapacita		Zmetky	Výrobky
	Obsluha	Management		
	Neproduktivní		Produktivní	

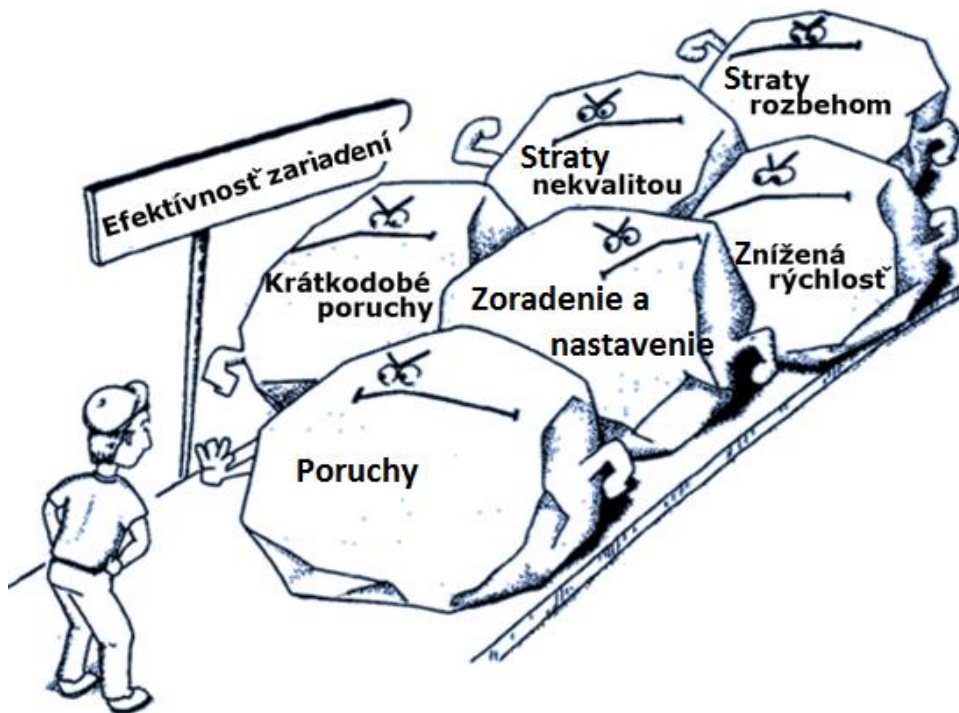
Obr. 3 Časové využitie chodu strojného zariadenia (Mašín a Vytačil, 2000, s. 39)

Aj z Obr. 3 je zrejmé, že využitelný časový fond výrobného zariadenia pozostáva z časti produktívnym a z časti neproduktívnym časom. Produktívny čas je doba, kedy zariadenie produkuje výrobky, splňajúce požadované parametre a kvalitu. Neproduktívny čas zariadenia je zase tvorený najmä stratami výkonu, rýchlosti a kvality zapríčineným ako samotnou obsluhou stroja, tak aj samotným vedením spoločnosti, neskorou a neadekvátnou reakciou na problémy vo výrobných procesoch. Z pohľadu strojného zariadenia, rozčlenili Košturiak a Gregor (2002, D/2-7) 6 hlavných strát zaťažujúcich prevádzku a výkon strojov i zariadení:

- Poruchy vyplývajúce z chýb na zariadeniach
- Zoraďovanie a nastavovanie (výmena prípravkov, nástrojov, atď.)

- Krátkodobé poruchy a drobné prestávky (abnormálna činnosť senzorov, blokovanie v sklzoch apod.)
- Redukcia rýchlosti (nesúladi medzi navrhnutou a skutočnou rýchlosťou zariadenia)
- Chyby v procesoch a ich oprava (zmätky a nedostatky v kvalite, ktoré potrebujú opravu)
- Zníženie výkonu vo fáze nábehu výrobných procesov, technologické skúšky

Pričom Gulati a Smith (2009, s. 154) dopĺňajú, že sem patria taktiež straty výkonu a využitia zariadení, vyplývajúce zo zámerného skrývania faktov o nedostatkoch týchto zariadení, často práve vedením spoločnosti. Je to najmä z toho dôvodu, že vedenie sa často bojí čeliť pravde a ukázať svoju slabosť v konkurenčnom boji.



Obr. 4 6 hlavných strát na strojnom zariadení (Boledovič, 2007)

2 CEZ – CELKOVÁ EFEKTIVNOST ZARIADENIA

S produktivitou úzko súvisí aj ukazovateľ celkovej efektívnosti zariadenia – CEZ (angl. OEE – Overall Equipment Effectiveness, nem. GAE – Gesamtanlageneffektivität), ktorý zohľadňuje produktivitu využitia plánovaného času chodu stroja, pomer kvality a pomer výkonu daného zariadenia. Dôležitým faktorom je, že okrem samotného stroja kalkuluje aj s jeho obsluhou.

Existuje mnoho pohľadov, ako definovať tento ukazovateľ. Jeden pohľad prináša Gulati (2013, s. 209), ktorý ho opisuje ako všeobecnú mieru využitia majetku, zdrojov, výrobných zariadení a ich obsluhy pre výrobné operácie, či už po časovej, kvalitatívnej alebo výkonnej stránke.

Mašín (2005, s. 15) pripisuje funkciu tohto ukazovateľa, ako jednu zo základných metrík TPM – Total Productive Maintenance, ktorý je vyjadrený ako súčin miery využitia, výkonu a kvality, kde môže tento ukazovateľ dosiahnuť maximálnej hodnoty 1, resp. 100%.

Stamatis (2010, s. 21) tento ukazovateľ zase definuje ako určitú hierarchiu metrík, ktoré sa sústreďujú na to, ako efektívne je využívaná určitá výrobná operácia, prípadne výrobné zariadenie. V jeho samej podstate ho vyjadruje ako:

- mieru, ktorá identifikuje potenciál zariadení
- nástroj na identifikáciu a sledovanie strát
- nástroj na identifikáciu okna možností zefektívňovania procesov

Prikladá mu hlavne význam v oblastiach:

- znižovania nákladov
- zvyšovania produktivity
- zvyšovanie povedomia o nutnosti sledovania produktivity
- zvyšovanie životnosti zariadenia
- zvyšovanie zisku
- získania (udržania) postavenia v oblasti konkurencieschopnosti spoločnosti

Sledovanie ukazovateľa CEZ je vhodné pre monitorovanie a zvyšovanie efektivity výrobných procesov, pozostávajúcich zo strojov, výrobných buniek alebo montážnych liniek, ako aj samotnej obsluhy. Ukazovateľ CEZ je taktiež často využívaný v TPM (Total Productive Maintenance) vyjadrujúci mieru jej účinnosti, pričom taktiež poskytuje komplexný pohľad na meranie efektivity výroby. Pravidelný a čo najpresnejší zber dát, ich vyhodno-

covanie, vizualizácia či prípadné opravné postupy, ktoré smerujú k zvýšeniu ukazovateľa CEZ, tvoria systematický proces zvyšovania produktivity.



Obr. 5 Zvyšovanie produktivity (Střelka, 2012)

Košturiak a Frolík (2006, s. 98) uvádzajú, že sledovanie a zvyšovanie ukazovateľa CEZ nie je nutné na všetkých zariadeniach. Podnik by sa mal zamerať na zvyšovanie CEZ na úzkych miestach, prípadne na zariadeniach, ktoré sú nestabilné, majú vysokú poruchovosť, nekvalitu alebo variabilitu.

2.1 Štruktúra a výpočet CEZ

Boledovič (2007) predstavuje koeficient celkovej efektívnosti zariadenia - CEZ ako kvantitatívny ukazovateľ efektívnosti využívania zariadení, ktorý je funkciou strát spôsobenými poruchami, zoradeniami, stratami rýchlosti vplyvom redukovanej rýchlosti alebo krátkodobých prestojov a tiež nízkou kvalitou vyrábaných výrobkov (stratami kvality). Z tohto vyplýva, že tento ukazovateľ zohľadňuje dostupnosť zariadenia, jeho výkon a vyprodukovanú kvalitu.



Obr. 6 Vizualizácia výpočtu CEZ (Straka, ©2016)

Z vyššie uvedeného obrázku je možné definovať vzťah pre výpočet ukazovateľa CEZ:

$$CEZ = \text{miera využitia} * \text{miera výkonu} * \text{miera kvality} \quad (2)$$

Používaným ekvivalentom v angličtine je:

$$OEE = \text{availability} * \text{performance} * \text{quality} \quad (3)$$

Jednotlivé zložky tohto ukazovateľa sú popísané v nasledujúcich kapitolách.

2.1.1 Miera využitia (Availability)

Táto zložka ukazovateľa CEZ znázorňuje, ako efektívne využíva strojné zariadenie svoj plánovaný čas na produkciu. Straty, z dôvodu neplánovaných prestojov, vo využití výrobného zariadenia podľa Straku (2016) predstavujú najčastejší priestor pre zvýšenie celkovej efektívnosti zariadenia – CEZ. Čím je hodnota bližšia k 1 (resp. k 100%), tým je časové využitie strojného zariadenia lepšie. Baird (2014) vyjadruje tento index miery využitia vzťahom:

$$\text{miera využitia} = \frac{\text{skutočný čas výroby}}{\text{plánovaný čas výroby}} \quad (4)$$

Plánovaný čas výroby predstavuje celkový čas chodu strojného zariadenia, očistený o plánované odstávky, teda časy, kedy nie je plánovaná výroba – napr. z dôvodu TPM, prestávky, porady alebo pracovného voľna. Je nutné podotknúť, že časy, kedy nebola plánovaná

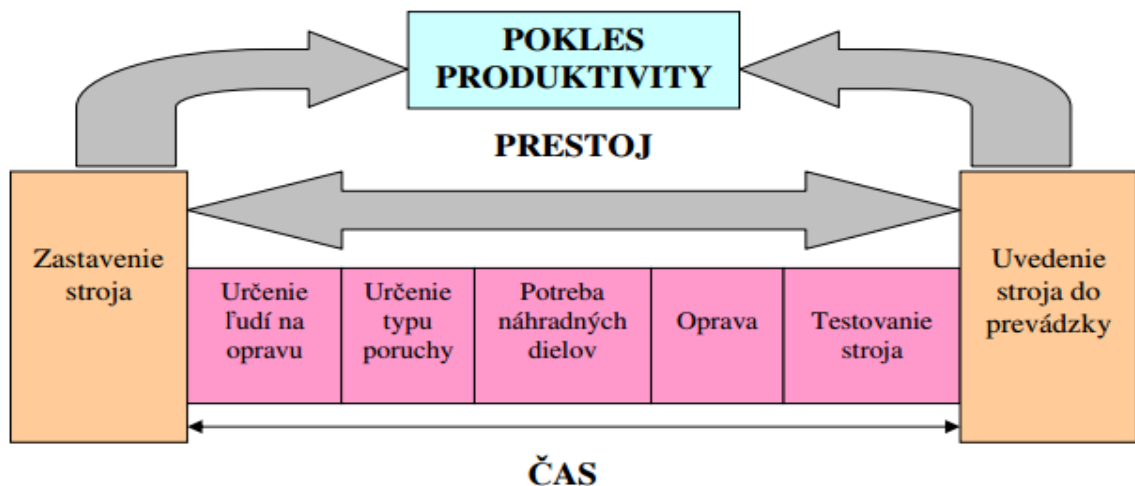
výroba - TPM, prestávka alebo porady, sa v konečnej hodnote CEZ neodzrkadľuje, no jej hodnoty sú potrebné pre určenie využitia kapacity strojného zariadenia.

Na druhú stranu skutočný čas výroby predstavuje čas, ktorý je plánovaný pre výrobu, očistený o neplánované prestoje.

Pojem prestoj vo výrobe predstavujú Malega a Mihok (2006, s. 97 – 100), ako časové obdobie, kedy sa na pracovisku nemôže pracovať kvôli funkčným nedostatkom. Rozlišujú dva základné druhy prestojov:

1. Plánované prestoje – doba plánovaného kľudu výrobného zariadenia (nevýrobný čas) z dôvodu voľných dní, plánovanej údržby – TPM, prestávky alebo iných potrieb v pláne dopredu uvedených
2. Neplánované prestoje – je to doba nečinnosti výrobného zariadenia z dôvodu nepredvídateľných udalostí

Prestoje úzko súvisia s časom, a teda aj produktivitou. Je zrejmé, že trvanie prestoja má priamu závislosť na znižovaní produktivity strojných zariadení, a teda aj produktivity samotného podniku. Tento vzťah je znázornený na Obr. 7.



Obr. 7 Vzťah medzi dobou prestoja a produktivitou (Malega a Mihok, 2006, s. 97-100)

Využitie stroja je najmä ovplyvnené:

- poruchami strojov
- poškodením náradia
- prestavbou alebo zoraďovaním
- neplánovanými prestávkami
- čakaním na vstupný materiál

- čakáním na pridelenie práce (Baird, 2014)

2.1.2 Miera výkonu (Performance)

Miera výkonu, ako jedna zo zložiek celkovej efektívnosti zariadenia – CEZ, vyjadruje rozdiel medzi skutočnou a plánovanou rýchlosťou výroby. Je teda ovplyvnený najmä rýchlosťou strojného zariadenia, respektíve odchýlkami alebo prerušeniami, ktoré spôsobujú, že stroj nepracuje konštantnou rýchlosťou po dobu výroby. Čím je index miery výkonu bližší k 1 (resp. k 100%), tým je výkon stroja lepší. Je nutné si ale uvedomiť, že miera výkonu je ovplyvnená nastavením noriem. Pokiaľ je norma nastavená nevhodne, čiže napr. je príliš nízka, môže stroj dosiahnuť hodnôt, ktoré budú presahovať 1, čomu je za potreby sa vyvarovať. Vzťah na výpočet miery výkonu definoval Baird (2014) ako:

$$\text{miera výkonu} = \frac{\text{normovaný čas výroby 1ks} * \text{celkom vyrobených kusov}}{\text{skutočný čas výroby}} \quad (5)$$

Výkon stroja je najmä ovplyvnený:

- zlým technickým stavom zariadenia
- neštandardnou kvalitou vstupného materiálu
- nekvalifikovanou/ nezaučenou obsluhou
- vysokým vekom nástrojov
- nesprávne stanovenými technologickými parametrami výroby (Baird, 2014)

2.1.3 Miera kvality (Quality)

Miera kvality zobrazuje porovnanie počtu vyrobených kusov, ktorého sú v zhode s požiadavkami zákazníka, a celkového počtu vyrobených kusov. Baird (2014) ho definuje vzťahom:

$$\text{miera kvality} = \frac{\text{celkový počet vyrobených kusov} - \text{zmätky} - \text{nadvýroba}}{\text{celkový počet vyrobených kusov}} \quad (6)$$

Zmätky predstavujú výrobky, ktoré nie sú v zhode s požiadavkami zákazníka a nadvýroba predstavuje výrobky vyprodukované pri nábehu na plynulú výrobu alebo výrobky vyrobené pre technologické skúšky.

Kvalita výrobkov je ovplyvnená najmä:

- chybami pracovníka
- poruchami stroja

- nepochopením pracovného návodu
- kvalitou vstupného materiálu
- nesprávnou kontrolnou metódou (Baird, 2014)

2.2 Faktory ovplyvňujúce výpočet CEZ

2.2.1 Ľudský faktor

Vo väčšine firiem sú prestoje zaznamenávané ručne operátormi vo výrobe. Táto činnosť ale pracovníkov zdržuje, najmä pri prerušení výroby, a teda sama o seba sa stáva zdrojom strát. Operátori niektoré prestoje nezaznamenávajú kvôli časovému vyťaženiu v dobe prerušenia výroby – napr. kvôli poruche, prípadne preto, že nechcú priznať problémy vzniknuté na pracovisku. Poctivosť a svedomitosť pracovníkov významne ovplyvňuje presnosť výpočtu CEZ. Samotné výpočty sú typicky realizované ručne, najčastejšie v tabuľkových editoroch, akým je napr. MS Excel. Týmto sa nielen zvyšujú náklady na administratívu, kedy sa musia ručne prepisovať záznamy z výroby a pripravovať reporty, ale sa aj zvyšuje pravdepodobnosť možného vzniku chyby pri samotnom prepisovaní (Světlík, 2003).

2.2.2 Ručný zber dát

Ručné záznamy o vzniknutých prestojoch zaťažujú operátorov vo výrobe, a preto väčšina spoločností zaviedla rôzne zjednodušenia. Tie spočívajú napríklad v zanedbaní prestojov s krátkou dobou trvania (ktoré sa pohybujú rádovo v sekundách), zavedením priemerných časov pre prestoj atď. (Světlík, 2003)

Už bolo spomenuté, že prestoje s krátkou dobou trvania majú vplyv na mieru výkonu strojného zariadenia, ktorý sa počíta z celkového počtu vyrobených výrobkov, normy na výrobu jedného výrobku a času, počas ktorého prebiehala výroba. To môže viesť k mylnému názoru, že krátke prestoje tieto časy neovplyvňujú vo viditeľnej miere, a tak sú zanedbané pre výpočet CEZ.

Stanovanie priemerných časov pre konkrétny prestoj znamená, že operátor zaznamená existenciu daného typu prestoja, ale nie jeho dĺžku trvania. Dostupné sú teda len informácie o početnosti najčastejšie sa vyskytujúcich prestojov, ale nie ich trvaní. V tomto prípade nie sú dostupné presné informácie, a teda sa ani neotvára priestor pre zlepšenie (Světlík, 2003).

2.3 Proces zvyšovania CEZ

Proces zvyšovania CEZ sa líši pre každé výrobné zariadenie, z dôvodu rozmanitosti samotných strojných zariadení a ich výroby, ale existujú všeobecné postupy, ako zvýšenie dosiahnuť. Boledovič (2007) ho popisuje ako proces, pozostávajúci z niekoľkých krokov:

1. Identifikácia úzkych miest (Aké zariadenie?)
2. Identifikácia 6 základných strát vo výrobe (Aké sú straty na zariadeniach?)
3. Stanovenie metodiky merania CEZ (Ako straty odmeriame?)
4. Zlepšovanie hodnoty CEZ (Ako straty odstránime?):
 - koncept redukcie strát
 - katalóg nápravných opatrení
5. Implementácia nápravných opatrení (Ako to realizujeme?)
6. Vyhodnotenie účinnosti nápravných opatrení (Ako sme boli úspešní?)

Baird (2014) udáva, že hodnota CEZ v podnikoch svetovej triedy – teda globálne tých najlepších vo svojom obore, dosahuje zhruba 85%. Nasledujúca *Tab. 1* znázorňuje hodnoty jednotlivých zložiek ukazovateľa CEZ v podnikoch svetovej triedy.

Tab. 1 CEZ podnikov svetovej triedy (Baird, 2014)

Podnik svetovej triedy	
CEZ	85 %
Miera využitia	90 %
Miera výkonu	95 %
Miera kvality	99,9 %

3 METÓDY ZBERU A VYHODNOCOVANIA DÁT Z VÝROBY

Košturiak a Frolík (2006, s. 100) uvádzajú, že existujú 3 metódy zberu a vyhodnocovania dát z výroby, používané napr. pre výpočet kľúčových ukazovateľov, akým je aj CEZ:

- Ručný (manuálny) zber dát a spracovanie – pomocou tabuľkových editorov (napr. MS Excel) a formulárov
- Poloautomatický zber (terminály, kódy prestojov, špeciálne krabičky na zber dát, atď.)
- Automatický zber v reálnom čase pomocou MES¹ (Manufacturing Executive Systems) a ich automatické vyhodnocovanie on-line s možnosťou optimalizácie procesu

Finnerty (2008) uvádza, že najčastejšie formy zberu a vyhodnocovania dát z výroby sú ručný (manuálny) zber a kombinácia automatického a poloautomatického zberu dát – väčšinou však uvádzaný v literatúre ako automatický zber dát. Obe tieto metódy sú popísané v nasledujúcich kapitolách.

3.1 Manuálny zber dát

Väčšina spoločností stále používa pre zber a vyhodnocovanie dát z výroby „klasickú papierovú formu“, kde patria formuláre, kontrolné záznamy, zmenové listy atď. Je to najmä z toho dôvodu, že zavedenie automatického zberu je stále pomerne novou technológiou, a teda aj nákladnou položkou. Ďalším dôvodom proti zavedeniu automatického zberu a vyhodnocovaniu je ten, že pre komplexnú výrobu s rozličnými zariadeniami si každý stroj vyžaduje svoj vlastný software, čo predstavuje ďalšie vysoké dodatočné náklady. Spôsob manuálneho zberu sa javí ako menej nákladnejší, než je zavedenie, optimalizácia a správa dát z automatického zberu a vyhodnocovania, no opak je pravdou. Prvotné náklady sú síce vysoké, no ak chce firma držať krok so stále rastúcou konkurenciou, musí sledovať relevantné, presné a včasné informácie z prostredia výroby. Je to najmä z toho dôvodu, aby firma na základe týchto informácií dokázala včas reagovať na vzniknuté chyby, poru-

¹ MES (Manufacturing Executive Systems) v slovenčine „výrobné informačné systémy“, sú systémy vyvinuté pre plánovanie a riadenie výroby, pričom ich účelom je poskytovať okamžité informácie pre riadenie a optimalizáciu procesov (Šturblíková, 2013)

chy a všetky problémy vzniknuté v samotnom výrobnom procese a dokázala ich eliminovať.

Manuálny zber dát predstavuje mnoho bariér, medzi tie najväčšie, podľa Finnertiho (2008), patria:

- Neaktuálnosť dát
- Neúplnosť dát
- Nepresnosť dát

Neaktuálnosť dát – v bežnom prípade sú zbierané dáta z výroby zadávané do systému na začiatku alebo konci pracovnej zmeny, prípadne po dokončení zákazky. Takto vzniknuté dáta sa dajú spracovať až po zadaní do systému, do formy reportov používaných pre rôzne analýzy. Pre dlhodobú analýzu, sú tieto dáta, ktoré vznikli „až po udalosti“, dostatočné. Avšak prostredie dielne je veľmi dynamické a mať k dispozícii len dáta, ktoré vznikli „až po udalosti“ môže viesť k strate produktivity, pretože vedenie nebude mať včasné informácie na rýchlu reakciu a riešenie problémov hneď po ich nastaní (Finnerty, 2008).

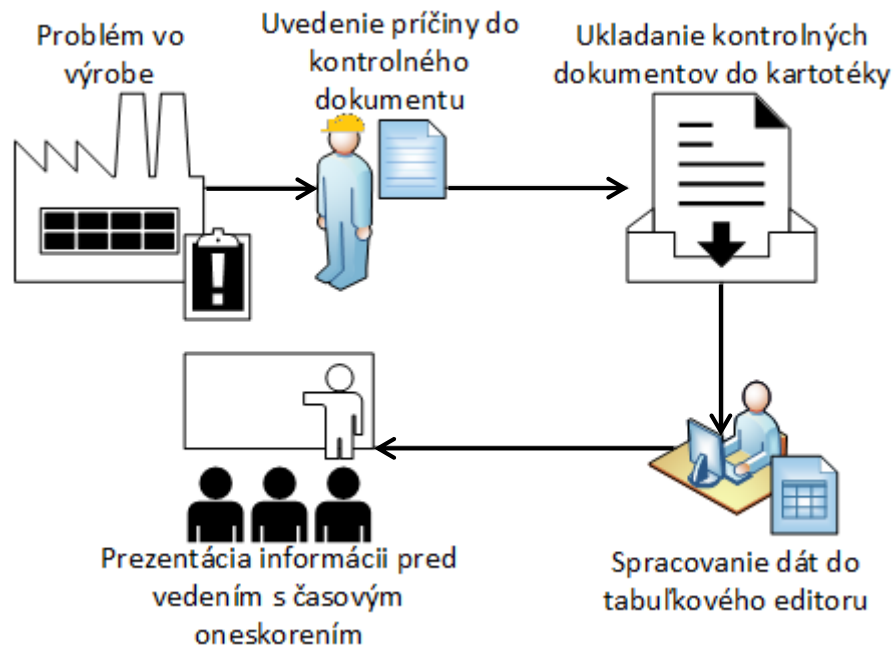
Finnerty (2008) uvádza, že podniky s metódou manuálneho zberu a vyhodnocovania dát, by si mali zodpovedať na otázky:

- Keď nastane porucha, ako dlho trvá údržbe, kým zareaguje na daný problém?
- Vedia pracovníci zodpovedný za dopĺňanie polotovaru, kedy majú tento polotovár dodávať?
- Keď stroj nepracuje určitú dobu, napr. z dôvodu poruchy, je schopný plánovač rýchlo reagovať a nastaviť výrobu tak, aby nedošlo k oneskoreniu zákazky?

Neúplnosť dát - ďalším problémom s manuálnym zberom dát je, že je často neúplný. Toto má príčinu v tom, že zapisovanie dát spadá na jedného pracovníka s mnohými ďalšími zodpovednosťami. Vo všeobecnosti je zapisovanie dát únavné a nudné a preto je posúvané vždy až na koniec pracovnej zmeny. Dáta vzniknuté s časovým oneskorením, najčastejšie až na konci pracovnej zmeny, sú často neúplné a skreslené (Finnerty, 2008).

Nepresnosť dát – pri manuálnom zbere dát je mnoho spôsobov, ako môže dôjsť k nepresnosti. Jedným z dôvodov je ten, že obvykle sú dáta z manuálneho zberu, zadávané do systému ďalšou osobou. Čím viac ľudí pracuje s týmito dátami, tým je väčšia pravdepodobnosť výskytu chyby, napr. pri ich prepisovaní do systému. V prípade zlyhania ľudského faktoru pri samotnom prepisovaní, to môže viesť napríklad k tomu, že vedenie spraví zlé

rozhodnutie pre nápravné opatrenia a vynaloží tak nemalé prostriedky tam, kde vôbec nemuseli byť (Finnerty, 2008).



Obr. 8 Manuálny zber a vyhodnocovanie dát (vlastné spracovanie)

3.2 Automatický zber dát

Väčšina nedostatkov metódy manuálneho zberu a vyhodnocovania dát boli eliminované nástupom automatického zberu pomocou MES (Manufacturing Executive Systems) systémov a terminálov pre odvádzanie výroby. Ako uvádza Střelka (2012): „aktuální a přesné výrobní informace jsou v dnešním konkurenčním tržním prostředí klíčem k prosperitě výrobních firem.“

Pre porovnanie automatického a manuálneho zberu a vyhodnocovania dát slúži nasledujúca tabuľka z ktorej vyplýva niekoľko faktov. Manuálna metóda predstavuje reaktívnu reakciu na problém, to znamená, že až s časovým oneskorením. Táto reakcia je pomalá, pretože údaje z výroby sú spracované až po tom, čo ho administratívny pracovník ručne vloží do tabuľkového editoru, niekedy s niekoľko dňovým oneskorením. Pre vedenie podáva len historické dáta, čo neumožňuje okamžitú reakciu na vzniknutý problém. Keďže musí pracovník vyplňať kontrolný dokument pri každom prerušení výroby, je to pre neho hektické, pretože sa nachádza pod časovým tlakom. Z toho dôvodu sa radšej venuje odstráneniu príčiny vzniku prestoja než vyplňaním dokumentu. Túto činnosť si väčšinu necháva až na koniec pracovnej zmeny, a tým nastávajú časové nepresnosti v trvaní prestojov, čím sa

skresľujú výsledné údaje. Metóda automatického zberu a vyhodnocovania tieto problémy eliminuje.

Tab. 2 Porovnanie metód zberu dát (vlastné spracovanie)

Metóda zberu a vyhodnocovania dát	
Manuálna	Automatická
Reaktívna reakcia na problém	Proaktívna reakcia na problém
Pomalá reakcia	Rýchla reakcia
Historické informácie	Informácie v reálnom čase
Nepresné dáta	Presné dáta
Vizualizácia až po ručnom spracovaní dát	Okamžitá vizualizácia

Finnerty (2008) konštatuje, že zavedenie automatického zberu dát je síce nákladná položka, no v priebehu rokov jej cena radikálne klesla a spoľahlivosť naopak narástla, k čomu prispeli najmä:

- vznikom vysokorýchlostného Ethernetu, čo je vlastne štandard pre prenos dát v rámci LAN (Local Area Network), sa znížili celkové náklady na zavedenie automatického zberu dát o náklady vynaložené na kúpu sieťových kariet, adaptérov a iných zariadení, nutných pre prenos dát medzi zariadením a samotným užívateľom
- s rozvojom Internetu (s ním aj webových služieb, e-mailu, atď.), sa zefektívnila aj vizualizácia informácií priamo z výroby na obrazovku užívateľa, či už pomocou webového prehliadača alebo pomocou e-mailu, čo eliminovalo nutnosť inštalácie nákladného softwaru, pre zobrazenie týchto informácií z výroby

- tvorcovia databáz si osvojili tzv. SQL² jazyk (Structured Query Language), ktorý je dnes používaný drvivou väčšinou databáz a tak sa stal univerzálnym pre prenos rozličných dátových balíčkov, čiže nie je nutné investovať do kompatibilných databáz, ktoré budú komunikovať s danými zariadeniami

Je nutné si uvedomiť, že sa jedná síce o automatické odvádzanie a vyhodnocovanie výroby, no aj toto má svoje obmedzenia. Je to najmä v prípade, že nastane porucha, stroj ju zaregistruje, vníma prerušenie výroby, no nevie vyhodnotiť príčinu. Z tohto vyplýva, že vždy je nutná obsluha, minimálne na zadanie príčiny neplánovaného prestoja – napr. poruchy, k čomu najčastejšie slúžia tzv. odvádzacie terminály. Na týchto termináloch zadáva pracovník jednu z dostupných skupín prestojov na displeji terminálu, tak aby korešpondovala príčine prerušenia výroby. Okrem neplánovaných prestojov sa zobrazujú na displeji aj iné stavy zariadenia – stroj pracuje, plánovaný prestoj (TPM, prestávka atď.)



*Obr. 9 Príklad odvádzacieho terminálu značky ShopFloor Connect
(ShopFloor Connect, ©2016)*

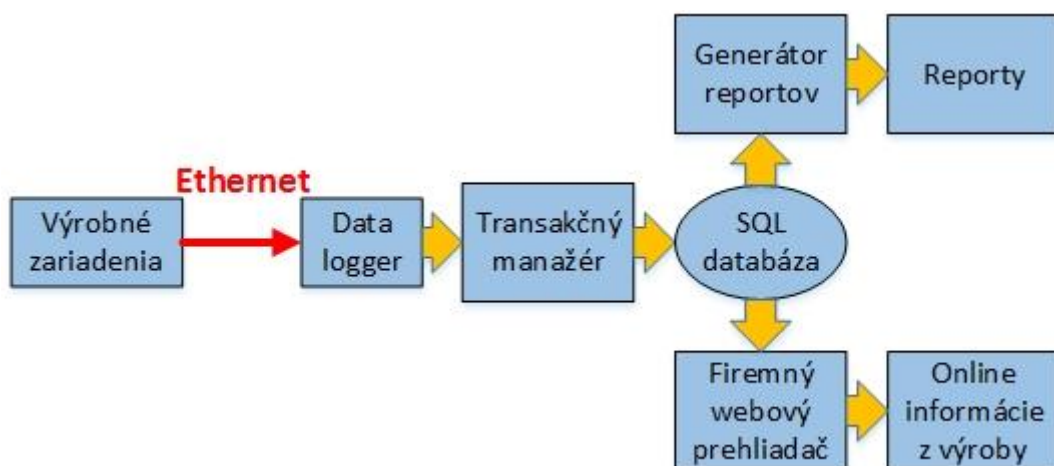
² SQL jazyk je počítačový jazyk, používaný pre prácu s dátami a databázami (Skřivan, 2000)

Mimo sledovania prerušenia a chodu výroby je možné pomocou terminálov sledovať aj iné parametre v reálnom čase. Medzi tie najčastejšie sledované patria:

- počet vyprodukovaných výrobkov
- počet vyprodukovaných zmätkov/ kusov z technologickej skúšky
- sledovanie taktu výroby
- iné (líši sa to sledovanými zariadeniami – napr. tlak, sila, hladina kvapaliny, atď.)

Finnerty (2008) rozčlenil celý systém automatického odvádzania do niekoľkých častí:

- data logger
- transakčný manažér
- databáza
- generátor reportov
- rozhranie sledovania parametrov v reálnom čase (napr. firemný webový prehliadač, kde sú zobrazené požadované parametre v reálnom čase)



Obr. 10 Automatický zber a vyhodnocovanie dát (vlastné spracovanie)

Data logger – Finnerty (2008) ho opisuje ako program, ktorý zberá dáta z výroby a ukladá ich do dátovej schránky (databáze alebo transakčného manažéra). Rozlišujú sa 2 druhy data loggerov:

- a) Distribučné data loggery – pri tomto spôsobe má každý stroj svoj vlastný data logger, ktorý zberá zo stroja dáta a ukladá ich do pamäte, z ktorej ich v určitých časových intervaloch posiela do dátovej schránky (najčastejšie databáze), dáta tak nie sú dostupné ihneď
- b) Centralizované data loggery – pri tomto spôsobe je jeden data logger pre všetky výrobné zariadenia, ktorý neustále ťahá dáta z týchto zariadení cez Ethernet, čo

umožní zobrazenie požadovaných informácií behom niekoľkých sekúnd, no v prípade výpadku siete dochádza k strate dát

Transakčný manažér – transakčný manažér prijíma neopracované údaje z data loggeru, analyzuje ich, realizuje požadované operácie (napr. filter) a uloží ich do databázy (Finnerty, 2008).

Databáza – miesto, kde sa ukladajú všetky údaje z výroby, ktoré ďalej putujú do generátoru reportov alebo firemného webového prehliadača, táto databáza by mala zvládať pracovať simultánne s viacerými užívateľmi a mala by byť schopná prispôbiť sa ich potrebám (Finnerty, 2008).

Generátor reportov – umožňuje tvorbu tabuľkových a grafických reportov z informácií uložených v databáze. Reporty sa môžu prispôbovať potrebám koncového užívateľa – voliteľný deň, pracovná zmena, zákazka, stroj, atď. Taktiež sa dá nastaviť v akých časových intervaloch a komu sa budú reporty rozposielať (Finnerty, 2008).

3.3 Paretova analýza

Najčastejšie sledované dáta (či už pri manuálnom alebo automatickom zbere) predstavujú chod a prerušenia výroby. Na vyhodnotenie týchto dát sa používa najmä tzv. Paretovo pravidlo.

Paretovo pravidlo (niekedy tiež Pareto princíp alebo Pravidlo 80/20) je pomenované podľa talianskeho ekonóma a sociológa Vilfreda Pareta, ktorý koncom 19. storočia zistil, že v Taliansku je 80 % bohatstva v rukách 20 % ľudí. Postupom času sa ukázalo, že uvedené pravidlo platí aj v živote, organizáciách a v riadiacej praxi (Managementmania, 2015).

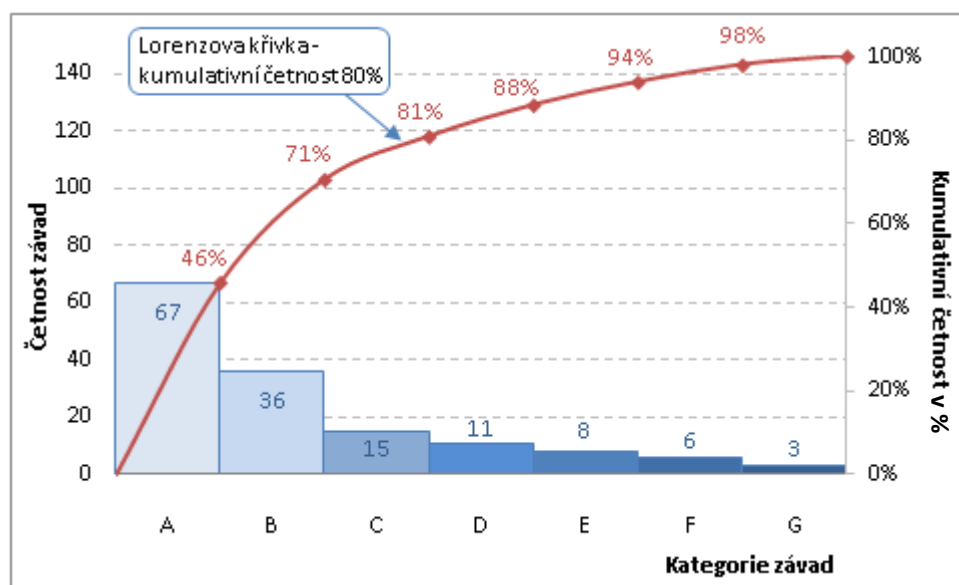
Ide o jednoduchú analytickú techniku, ktorá pomáha zjednodušiť riadenie a rozhodovanie, napríklad nasledovne:

- 80 % príjmov spoločnosti pochádza od 20 % zákazníkov
- 20 % výrobkov generuje 80 % zisku
- 20 % možných príčin generuje 80 % problémových situácií napr. vo výrobe

Pravidlo nemusí striktno dodržiavať pomer 80/20, je na každom užívateľovi, aký pomer si zvolí.

Střelec (2012) opisuje priebeh Paretovej analýzy v 7 krokoch:

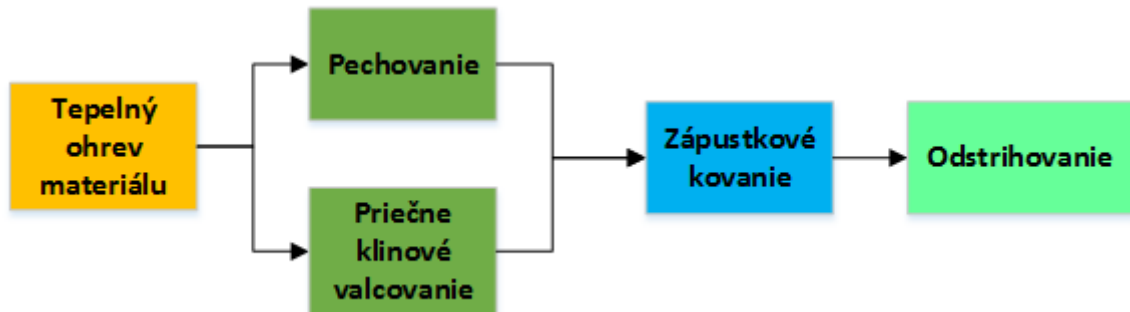
1. **Definovanie miesta analýzy** – výber procesu, činností, kde chceme zvýšiť zisk alebo efektívnosť
2. **Zber dát** – pre samotnú analýzu je za potreby získať relevantné dáta o fungovaní a tieto hodnoty sa zapisujú do tabuľky
3. **Usporiadanie dát** – získané dáta sa radia podľa najväčšieho výskytu, početnosti, najväčšej váhy, najdlhšieho trvania, či iných kritérií, vždy však od najväčšej zvolenej hodnoty po najmenšiu
4. **Kumulatívna krivka (Lorenzova krivka)** – táto krivka vznikne tak, že sa kumulatívne sčítajú hodnoty pri jednotlivých dátach a vynesú sa do grafu (viď. Obr. 11)
5. **Stanovenie kritéria rozhodovania** – tu sa rozhoduje, či sa striktno využije Paretovo pravidlo 80/20 alebo iný pomer
6. **Identifikácia hlavných príčin** – podľa stanoveného kritéria rozhodovania určíme z grafu, ktoré položky tvoria požadovaný väčšinový podiel
7. **Stanovenie nápravných opatrení** – nápravné opatrenia na sledovanie, reguláciu alebo elimináciu tzv. životne dôležitej menšiny



Obr. 11 Príklad výstupu z Paretovej analýzy (Střelec, 2012)

4 VÝROBNÝ PROCES ZÁPUSŤKOVÉHO KOVANIA

Sled operácií tvoriace proces zápusťkového kovania je znázornený na *Obr. 12* nižšie. Jednotlivé operácie tohto procesu budú rozobrané v nasledujúcich kapitolách.

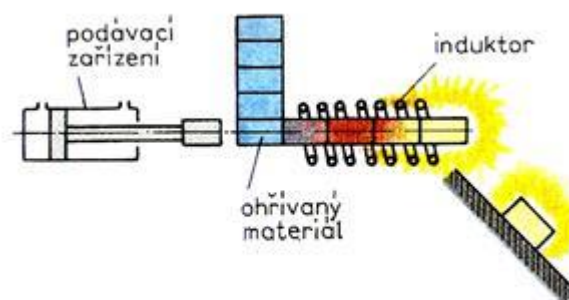


Obr. 12 Sled operácií pri zápusťkovom kovaní (vlastné spracovanie)

4.1 Tepelný ohrev hutného polotovaru

Proces zápusťkového kovania začína nahrievaním nadeleného polotovaru (tzv. vývalkov – vid'. *Obr. 14*) na teplotu, kedy je oceľ pripravená na tepelné spracovanie v kováčskom lise.

Na nahrievanie vývalkov na požadovanú teplotu pre tvárnenie za tepla sa často využíva tzv. indukčného ohrevu so stálou kontrolou teploty. Tento spôsob využíva prechod striedavého prúdu indukčnou cievkou pri danej frekvencii, kde sa vzniknuté elektrické straty premieňajú na teplo, potrebné pre nahrievanie hutného polotovaru. Ako uvádza Lenfeld (2005) musí byť pri tomto spôsobe ohrevu zabezpečené prehriatie materiálu v celom priereze tak, aby bol ohrev čo najrýchlejší a tepelné straty čo najmenšie. Doba ohrevu na požadovanú teplotu závisí od tepelnej bilancie pece, tepelnej vodivosti materiálu a jeho rozložení v peci.



Obr. 13 Princíp indukčného ohrevu (Lenfeld, 2005)



*Obr. 14 Nadelený hutný polotovár
(vlastné spracovanie)*

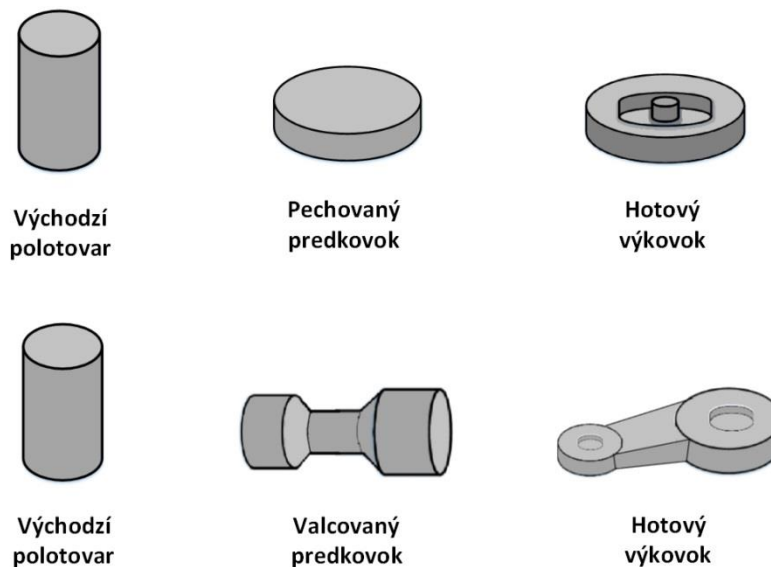


Obr. 15 Ukážka induktoru a prechodu hutného polotovaru induktorom (vlastné spracovanie)

4.2 Priechne klinové valcovanie hutného polotovaru

Pri metóde zápustkového kovania je materiál príliš premiestňovaný, a tým sa môžu narušiť materiálové vlákna, teda aj výsledná kvalita výrobku. Z tohto dôvodu je nutné pripraviť nahriaty polotovár tak, aby mal tvar tzv. ideálneho predkovku (viď. *Obr. 16*). Takýto predkovok môže nadobudnúť svoj ideálny tvar napríklad pomocou procesu valcovania alebo pečovania. Tieto dva procesy sa realizujú z dôvodu optimálneho rozloženia materiálu v zápustkovej dutine, aby zostali materiálové vlákna hotového výkovku neporušené, ale-

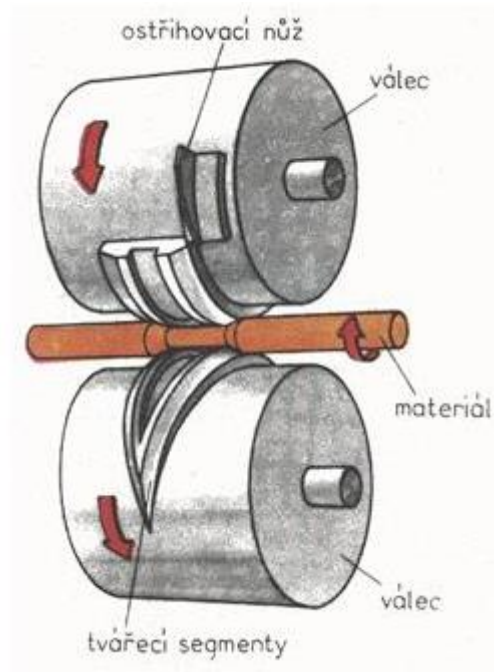
najmä z dôvodu zbavenia sa tzv. okov³. Valcovanie nahriateho materiálu sa využíva taktiež na prípravu predkovku, ak sa kove 2 a viac výkovkov v zápustke naraz.



Obr. 16 Príklady ideálneho predkovku (vlastné spracovanie)

Lenfeld (2005) popisuje proces valcovania hutného polotovaru, ako jednu z technológií objemového tvárnenia, kedy sa tvárnený materiál deformuje medzi otáčajúcimi sa valcami za podmienok prevažujúceho všestranného tlaku. Valcovaný materiál sa medzi valcami deformuje tak, že výška sa znižuje, materiál sa predlžuje a súčasne rozširuje. Medzera medzi pracovnými valcami je menšia, než je vstupný rozmer materiálu. Pre zápustkové kovanie sa používa tzv. priečne klinové valcovanie, kedy je vstupný polotovary indukčne nahriaty a následne posunutý do tvárniacich valcov. Výsledkom valcovania je tzv. odvalok (viď. *Obr. 18*).

³ Okovy alebo okuje, sú zoxidovaný materiál za tepla na povrchu výkovku, z ktorého sa odlupuje vo forme šupín (Lenfeld, 2005)



Obr. 17 Princíp priečne klinového valcovania (Lenfeld, 2005)

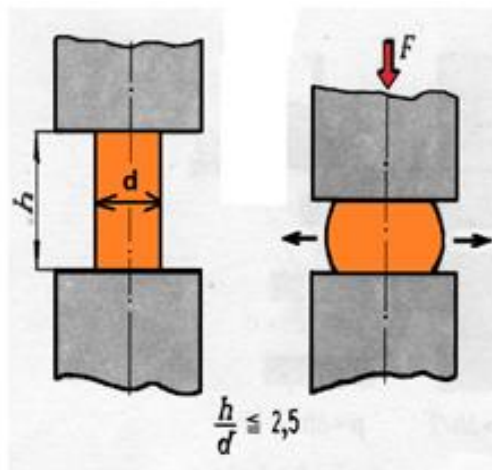


Obr. 18 Ukážka valcovacieho stroja, valcovacieho procesu a odvalku (vlastné spracovanie)

4.3 Pechovanie

Lenfeld (2005) opisuje pechovanie ako tvárniaci proces, pri ktorom dochádza k plastickej deformácii materiálu medzi dvoma plochými alebo tvarovými čeľust'ami, resp. v dutine. Je nutná nielen pre zabezpečenie správneho plošného rozloženia materiálu v dutine zápustky, ale aj pre dokonalé prekovanie materiálu, zníženie anizotropie⁴ a zachovanie vlákien vo vnútornej štruktúre hotového výkovku.

Pri pechovaní sa znižuje výška materiálu a zväčšuje sa plocha tvárneného prierezu. Ako definuje Lenfeld (2005), táto voľne pechovaná výška by nemala presiahnuť 2,5 násobku priemeru materiálu, inak hrozí, že sa materiál vyhne a vznikne tzv. preložka.



Obr. 19 Princíp pechovania (Lenfeld, 2005)

4.4 Postupové zápustkové kovanie

Lenfeld (2005) úvadža, že kovanie, ako jedna z technológií objemového tvárnenia, sa obecne delí na:

- **voľné kovanie** – ide o kovanie na nákovce alebo pomocou univerzálnych kováčskych podložiek (kovadiel), na tzv. bucharoch alebo lisocho, tento spôsob kovania je používaný najmä pre jednoduchšie tvary výkovkov, ktoré zhotovujeme polohovaním výkovku na kovadlách

⁴ Anizotropia je jav, kedy sú fyzikálne vlastnosti látok ovplyvnené smerom, v ktorom sa merajú (Lenfeld, 2005)

- **zápustkové kovanie** – kovanie v tvarových dutinách (tzv. zápustkách), vyrobených z ušľachtilej oceli, odolnej voči oderu a pracovným teplotám kovania, tento spôsob kovania je používaný najmä pre zložitejšie tvary výkovkov

Lenfeld (2005) prikladá význam zápustkového kovania najmä na výrobu veľkého počtu tvarovo rovnakých súčastí z ocele alebo iných tvárných zliatin. Hlavnou prednosťou zápustkového kovania je vysoká výkonnosť, jednoduchá obsluha a dosiahnutie presnejších a zložitejších tvarov, než je to pri voľnom kovaní. Tým, že sa produkujú výkovky s hotovým tvarom, tým sa znižujú náklady vynaložené na obrábanie. Je nutné však dodať, že výkovky sú obmedzené rozmerovo, ako aj hmotnostne. Nevýhodou sú taktiež vysoké náklady na zhotovenie zápustiek, a preto je zápustkové kovanie ekonomicky výhodné až od určitej veľkosti série.

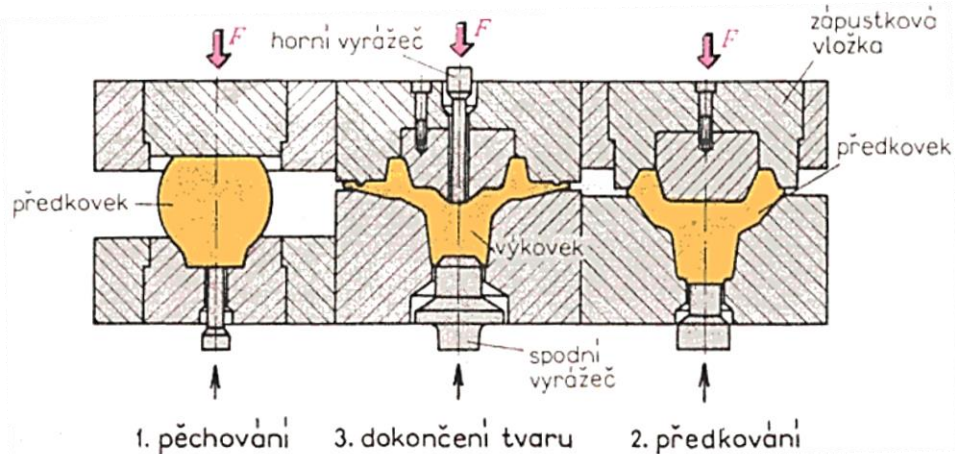
Pri zápustkovom kovaní je princíp taký, že sa hutný polotovár, ohriaty na potrebnú kovaciu teplotu, vloží do dutiny zápustky, kde sa naň pôsobí silou tvárniaceho stroja. Materiál sa tak deformuje, prispôsobuje sa dutine zápustky a celú ju zaplní. Dutina zápustky je vytvarovaná tak, aby výsledný výkovok kopíroval jej tvar. Pre dokonalé zaplnenie dutiny a dosiahnutia požadovanej kvality výkovku je však nutné ešte pred prvou kováčskou operáciou pripraviť ideálny predkovok. Tvar ideálneho predkovku sa dá dosiahnuť napríklad valcovaním alebo pechovaním.

Zriedka sa stáva, že sa výkovok kove len v jednej dutine, preto celý proces tvorby hotového tvaru výkovku prebieha v tzv. postupových zápustkách, ktoré, ako uvádza Lenfeld (2005), sú opatrené vymeniteľnými zápustkovými vložkami kruhového alebo obdĺžnikového tvaru a sú upnuté v typizovanom držiaku.



Obr. 20 Ukážka časti zápustky a vlozenej zápustkovej vložky (vlastné spracovanie)

Výkovok pri postupnom zápustkovom kovaní po pechovaní (valcovaní) postupuje ďalej do tzv. predkovacej zápustky, kde sa tvarovo priblíži čo najviac hotovému výrobku a nakoniec sa dokončí v dokončovacej zápustke.



Obr. 21 Princíp postupového zápustkového kovania (Lenfeld, 2005)

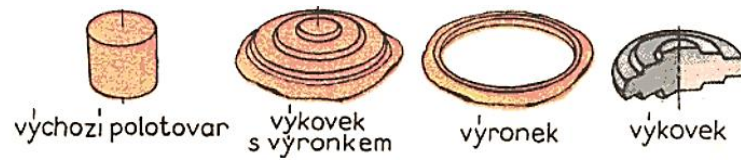
4.5 Odstrihovanie a dierovanie

Pri zápustkovom kovaní sa často používajú tzv. otvorené zápustky⁵. Na týchto typoch zápustiek sa nachádza na dokončovacej zápustke zvláštna dutina, kde je vytlačený prebytočný materiál a vytvára tzv. výronok (viď. Obr. 22). Lenfeld (2005) popisuje funkciu výronkovej dutiny z dvoch hľadísk:

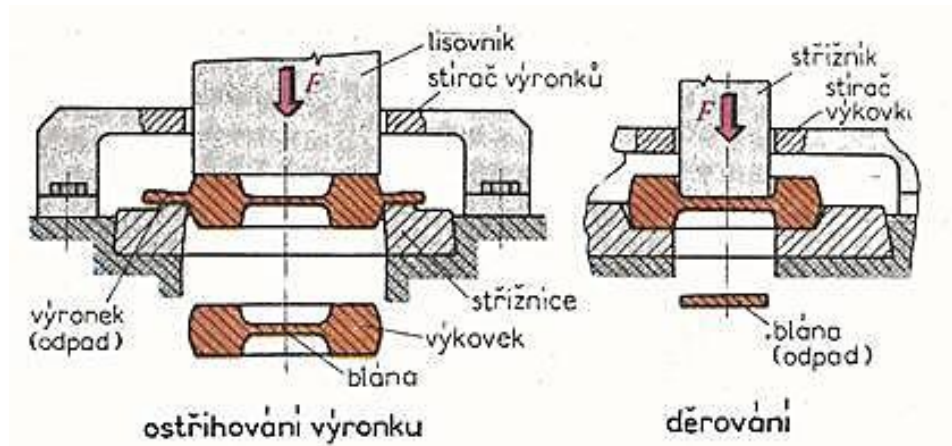
- zápustka s výronkovou dutinou je schopná lepšie vyplniť zápustkovú dutinu materiálom
- výronková dutina pozitívne ovplyvňuje tok materiálu vo vnútri zápustky

Vzniknutý výronok sa ďalej odstraňuje, pomocou dokončovacej operácie – tzv. odstrihovaním (viď. Obr. 23), na odstrihovacom lise tak, aby sa nepoškodil tvar a štruktúra hotového výkovku. Ak hotový výkovok obsahuje otvor, tak na tom istom stroji obsluha odstráni blanu na výkovku, pomocou procesu zvanom dierovanie (viď. Obr. 23). Po odstránení výronku (prípadne zbavenie sa blany na vytvorenie otvoru), výkovok chladne a pripravuje sa na ďalšie dokončovacie operácie. K dokončovacím operáciám patrí taktiež zbavenie sa okov otryskávaním alebo kalibrovanie za studena.

⁵ Zápustka, na ktorej sa kove polotovar s väčším objemom, než má dutina zápustky (Lenfeld, 2005)



Obr. 22 Znárodnenie výronku na výkovku (Lenfeld, 2005)



Obr. 23 Princíp odstrihovania a dierovania (Lenfeld, 2005)

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

5 KOVÁRNA VIVA A.S.

5.1 Predstavenie spoločnosti

Kovárna VIVA a.s. je českou priemyselnou kováčskou dielňou. Svoj výrobný program primárne špecializuje na návrhy konštrukcií a výrobu zápusťkových výkovek z legovanej, mikrolegovanej, ako aj uhlíkovej a konštrukčnej oceli. Hmotnosť takýchto výkovek sa pohybuje v rozmedzí od 0,10 až 35,00 kg.

Svojim zákazníkom poskytuje komplexný výrobný program, ktorý okrem návrhu konštrukcie a výroby zápusťkových výkovek, zahŕňa aj ich finálne spracovanie, t.j. chemicko – tepelné spracovanie, obrábanie výkovek a ich povrchové úpravy – farbenie, zinkovanie, niklovanie (Kovárna VIVA, © 2016).



*Obr. 24 Logo spoločnosti Kovárna VIVA a.s.
(interné materiály)*

Dátum zápisu:	27. 10. 1992
Názov subjektu:	Kovárna VIVA a.s.
Sídlo:	Zlín, Vavrečkova 5333, PSČ 76001
Identifikačné číslo:	469 78 496
Právna forma:	Akciová spoločnosť
Predmet podnikania:	Kováčska výroba, obrábanie, výroba, obchod a služby neuvedené v prílohách 1 až 3 živnostenského zákona
Základný kapitál:	50 000 000,- Kč (Obchodní rejstřík, © 2000-2016)

5.2 História spoločnosti

- 1932** - vznik kováčskej dielne ako súčasť firmy Baťa
- 27. 10. 1992** - založenie spoločnosti Kovárna VIVA Zlín
 - firma má 36 zamestnancov, 3 tvárniace linky
- 1993** - prvý zahraničný zákazník
- 1995** - prvý CNC stroj v nástrojárni
 - firma má 53 zamestnancov
- 1997** - certifikácia firmy podľa ČSN-EN ISO 9002
- 2000** - prekročenie hranice 100 zamestnancov
- 2003** - investície do linky s vretenovým lisom 2 500 t
 - mechanizácia výroby výkovkov pre automotive
 - založené oddelenie pre vývoj a výskum
- 2004** - v spoločnosti pracuje viac než 150 zamestnancov
- 2005** - investície do oblasti merania a kontroly, 3D prístroje, metalografické laboratórium, spektrometer, magneto – flux
 - linka s kľukovým lisom 2 500 t
- 2007** - tvárniaca linka 1 000 t a 1 600 t
- 2008** - druhá linka kalenia výkovkov
 - druhá linka pre tvárnenie výkovkov s vretenovým lisom 2 500 t
- 2009** - ekonomická kríza – 50% prepád výroby
- 2010** - investície do novej haly
 - certifikácia pre automotive TS 16949
- 2011** - 260 zamestnancov
 - tvárniaca linka 2 500 t
- 2012** - 20. výročie Kovárny VIVA od jej založenia
- 2013** - vznik centrálnej deliarnie hutného materiálu

- vznik centrálného expedičného skladu
- 2014**
- investície do plno robotizovanej a polorobotizovanej tvárniacej linky 2 000 t a 4 000 t
 - investície do vlastnej obrobne na obrábanie výkovkov
 - 320 zamestnancov
- 2016**
- 385 zamestnancov (Kovárna VIVA, © 2016)

5.3 Lokalizácia spoločnosti

Spoločnosť Kovárna VIVA a.s. sa nachádza v priemyselnom areáli nazývanom Svit, kde vlastní niekoľko budov slúžiacich ako výrobné haly (72., 83. a 92. budova), administratívne priestory (74. budova), deliareň hutného materiálu (87. budova) a tiež sklad hutného materiálu a hotových výrobkov (81. a 73. budova).



Obr. 25 Lokalizácia spoločnosti Kovárna VIVA a.s. (vlastné spracovanie)

5.4 Výrobný program spoločnosti

Priemerná súčasná ročná kapacita spoločnosti, vo forme vykovaných ton hotových výrobkov, je v rozsahu až 20 000 t/rok, čo predstavuje približne 7 500 000 vykovaných kusov za rok, ktoré sa hmotnostne pohybujú v rozmedzí od 0,10 až 35 kg. Tieto výkovky sú pro-

dukované z rôznych druhov materiálov (napr. legovanej, mikrolegovanej, ako aj uhlíkovej ocele) v sériách od 300 až do 1 000 000 ks. Materiál na výrobu výkovkov je prevažne dodávaný z tuzemska (70%) a minoritným podielom (30%) zo zahraničných krajín, ako Nemecko alebo Francúzsko. Hotové výrobky nachádzajú uplatnenie nielen v automotive, ale aj ťahačoch, vysokozdvížných vozíkoch, hydraulike, agrotechnike, ťažobnej technike alebo zdravotníctve (Kovárna VIVA, © 2016).



Obr. 26 Príklady výkovkov z výrobného portfólia (Kovárna VIVA, © 2016)

Popri samotnej výrobe spoločnosť disponuje od roku 2003 aj vlastným vývojovým strediskom, ktoré sa sústreďuje na návrhy a konštrukcie kováčskych foriem. Na výrobu týchto foriem sa využívajú moderné CNC stroje s podporou CAD/CAM systémov, taktiež SW pre simuláciu procesov tvárnenia (SW Forge) a návrhov optimálnej technológie výroby výkovku v spolupráci so samotnými zákazníkmi.



Obr. 27 Vývoj a výroba kováčskych nástrojov (Kovárna VIVA, © 2016)

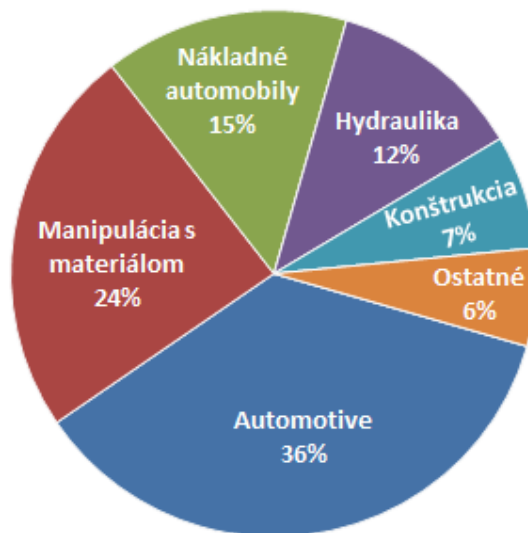
Spoločnosť je certifikovaná podľa systému managementu kvality ČSN-EN ISO 9001:2008, taktiež je držiteľom ekologického certifikátu ČSN-EN ISO 14001:2004 a certifikátu kvality v automobilovom priemysle ISO/ TS 16949:2009 (Kovárna VIVA, © 2016).

5.5 Významní zákazníci společnosti a struktúra výroby

V nasledujúcich obrázkoch sú znázornení najvýznamnejší zákazníci, ako aj štruktúrne rozdelenie celého výrobného portfólia spoločnosti.



Obr. 28 Významní zákazníci spoločnosti (interné materiály)

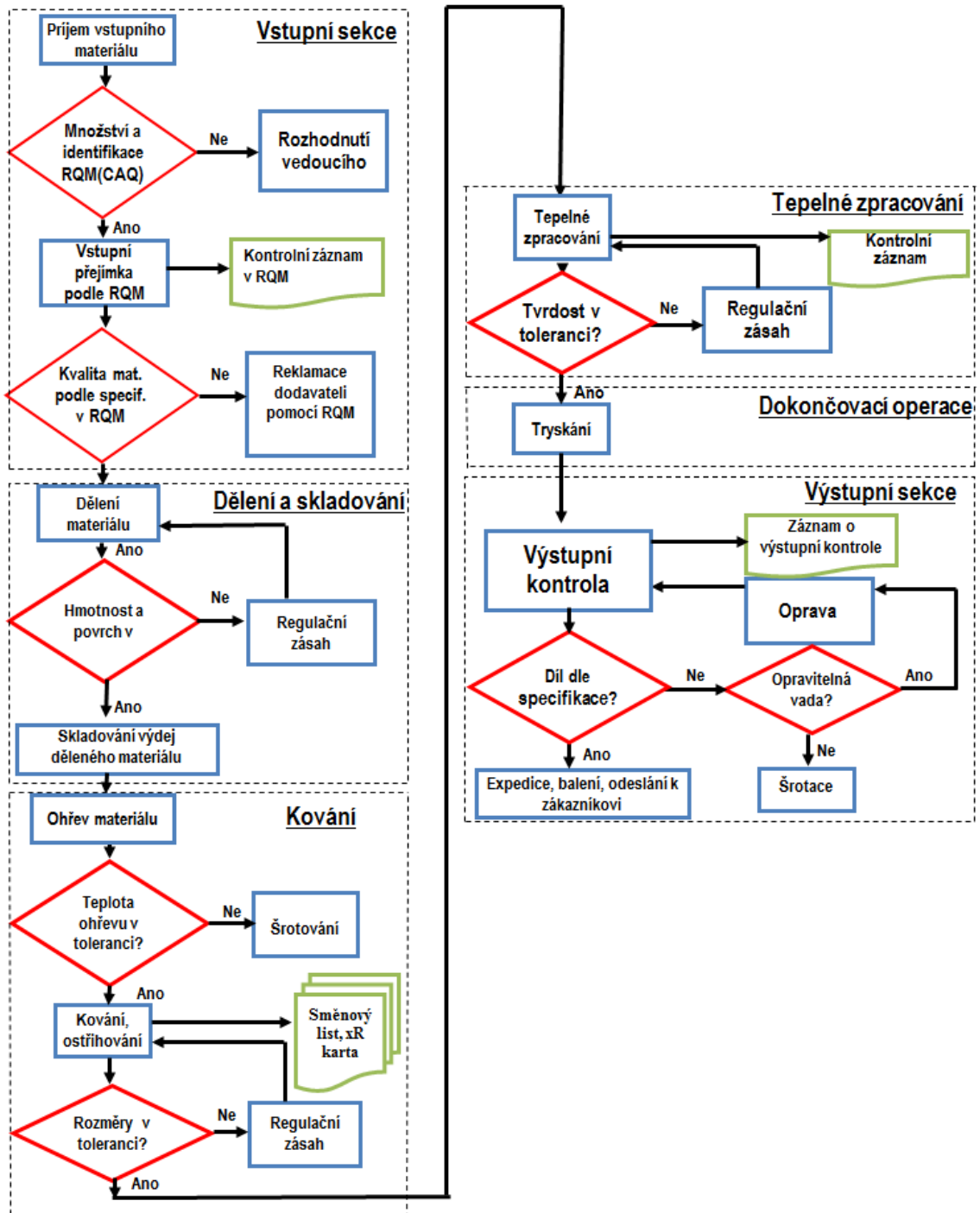


Obr. 29 Štruktúra výrobného portfólia
(Kovárna VIVA, © 2016)

Z obrázku je viditeľné, že spoločnosť sa majoritne sústreďuje na výrobu výrobkov používaných pre automotive a manipulácie s materiálom, kde nájdu tieto výrobky svoje uplatnenie vo vysokozdvihných vozíkoch alebo osobných automobiloch, ako napríklad uchytenie tlmiča alebo ako súčasť zdvíhacieho zariadenia vysokozdvihného vozíka.

5.6 Popis výrobného procesu

Výroba výkovkov pozostáva z niekoľkých operácií, ktoré je nutné realizovať, aby sa z naskladneného hutného polotovaru stal hotový výrobok pripravený k expedícii zákazníkovi. Operácie, tvoriace tento výrobný proces, sú sekvenčne zoradené a znázornené v nasledujúcom diagrame:



Obr. 30 Operácie tvoriace proces výroby výkovkov (interné materiály)

6 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU VÝROBY

6.1 SWOT analýza

SWOT analýza bola spracovaná po konzultácii s vedením spoločnosti pre bližšiu predstavu o strategickom postavení firmy. Odhalila silné a slabé stránky podniku, ako aj príležitosti a hrozby vzhľadom k externému okoliu. Táto analýza tak poskytuje podklad pre ďalšie analýzy rozobrané v nasledujúcich kapitolách.

Tab. 3 SWOT analýza (vlastné spracovanie)

Silné stránky (Strengths)	Slabé stránky (Weaknesses)
Vlastný výskum a vývoj	Poruchovosť a atypickosť kováčskych strojov
Potrebná nízka kvalifikácia na obsluhu kováčskych liniek	Vysoká fluktuácia zamestnancov kováčskej výroby
Orientácia výrobného portfólia na automotive	Orientácia výrobného portfólia na automotive
Investície do nových výrobných zariadení	Interná logistika
Príležitosti (Opportunities)	Hrozby (Threats)
Zavedenie terminálov na automatický zber a vyhodnocovanie dát z výroby	Strata kľúčových zákazníkov
Výroba výrobkov s vyššou pridanou hodnotou	Ekonomická kríza
Rozšírenie výrobného portfólia o nové výrobky	Vstup nového investora na miestny trh
Zlepšenie vizualizácie výroby	Nedostatok pracovných síl kováčskej výroby na trhu práce

6.1.1 Silné stránky – Strengths

Medzi silné stránky spoločnosti patrí už od roku 2003 vlastné oddelenie pre výskum a vývoj. Firma má tak možnosť pracovať s vlastnými ľuďmi pri vývoji nových kováčskych foriem, čo zabezpečí nielen úsporu nákladov na outsourcing vývoju a výskumu externou firmou, ale aj rýchle reakcie na požiadavky zákazníka, vďaka tomu, že sa všetci pracovníci nachádzajú na jednom mieste, čo im umožní rýchlu a efektívnu komunikáciu.

K ďalším silným stránkam patrí nízka potreba kvalifikácie na obsluhu strojov, čo eliminuje hrozbu klesajúceho počtu ľudí s technickou kvalifikáciou. Je to výhodou taktiež z hľadiska, že spoločnosť nemusí vynakladať vysoké prostriedky na školenie zamestnancov.

Spoločnosť Kovárna VIVA a.s. sa zameriava svoje výrobné portfólio najmä na výrobu pre jeden z najviac rozvíjajúcich sa priemyslov – automotive, čo jej zabezpečuje stále vyšší

ekonomický rast a umožňuje tak rozvoj a investície do nových zariadení. Jasným príkladom je, že v roku 2014 spoločnosť investovala zhruba 180 mil. Kč do kúpy nových poloautomatických liniek s robotickým ramenom, ktoré umožnia kovať výkovky zložitejších tvarov a uspokojovať tak stále narastajúce požiadavky zákazníkov.

6.1.2 Slabé stránky – Weaknesses

Poruchy strojov patria medzi najväčšie slabiny spoločnosti Kovárna VIVA a.s. Je to najmä z toho dôvodu, že práve výrobné linky na kovanie sú úzkym miestom vo výrobnom procese, kedy musí spoločnosť vynaložiť náklady na každú minútu prestoja stroja. Firma sa snaží odstraňovať najčastejšie prestoje, ktoré sú im poskytnuté na základe údajov zo zmenových kontrolných listov, no tie bývajú často skreslené a nepresné. To im neumožňuje presnú identifikáciu príčiny a miesta vzniku prestoja, a teda ani jeho prípadnú elimináciu alebo skrátenie. Atypickosť kováčskych strojov je ďalšou slabou stránkou, pretože sú tieto stroje v prípade poruchy závislé na jednom dodávateľovi náhradných dielov a s nimi spojeným následným servisom a ich cenami.

Vysoká fluktuácia pracovníkov v kováčskej výrobe narušuje plynulosť výroby, jej kvalitu a zvyšuje náklady firmy. Pracovník sa musí nielen nájsť a zaškoliť, no hlavne sa musí adaptovať do pracovného kolektívu, čo sa týka najmä kováčskych liniek, kde sa pracuje v 3 členných posádkach.

Slabou stránkou spoločnosti je určite vysoká miera závislosti na automobilovom priemysle. Až 36% vyrábaných výkovkov putuje práve do tohto odvetvia, čo môže mať v prípade ekonomickej recesie za následok kritický dopad na ekonomiku spoločnosti.

Ďalšou slabou stránkou je interná logistika spoločnosti. Jedná sa najmä o problémy spojené so skladovaním, či už hutného polotovaru, nedokončenej výroby alebo hotových výkovkov. Často sa stáva, že jednoducho nie sú voľné priestory na skladovanie nadeleného hutného polotovaru, debne s výkovkami, prípadne s polotovarom nie sú patrične označené, zásoby nedokončenej výroby sú niekedy vysoké, a tak dochádza k tomu, že sa nemajú kde skladovať, preto sa presúvajú len z bodu A do blízkeho bodu B.

6.1.3 Príležitosti – Opportunities

Spoločnosť používa na vyhodnotenie priebehu pracovných zmien dokument zvaný zmenový kontrolný list. Na základe tohto dokumentu sa musia ručne prepisovať do tabuľkových editorov údaje z neho, aby sa tak vypočítali niektoré kľúčové ukazovatele, ako napr. CEZ.

Firma sa pripravuje na pilotný projekt zavádzania terminálov na automatický zber a vyhodnocovanie dát z výroby. Zjednodušením, zefektívnením sledovania priebehu pracovných zmien a odstránením nadbytočných administratívnych úkonov môže spoločnosť nielen ušetriť náklady, no najmä získať presnejšie a relevantnejšie údaje o priebehu pracovnej zmeny, eliminovať prípadné nedostatky a posilniť tak svoje postavenie na trhu.

Spoločnosť v posledných rokoch investovala nemalé finančné prostriedky na vybudovanie nového centra na obrábanie nových výrobkov na moderných CNC strojoch. Orientáciou na výrobky s vyššou pridanou hodnotou hotového výrobku za pomoci týchto technológií umožní tak spoločnosti vylepšiť svoje postavenie na trhu. Tieto nové zariadenia sú taktiež veľkým predpokladom o rozšírenie svojho výrobného portfólia o nové obrobky, ktoré sú základom pre ďalší dodatočný zisk spoločnosti.

Jednou z príležitostí, ako zlepšiť svoje postavenie na trhu, je zlepšenie vizualizácie na pracovisku, a tým aj efektívnosť pracovníkov alebo kvalitu výrobkov. Na výrobných linkách sa často nachádzajú zbytočné nástenky, neaktuálne výrobné príkazy a dokumentácie, nevyznačené miesta, vyhradené pre skladovanie materiálu, prípadne hotových výrobkov atď.

6.1.4 Hrozby – Threats

Strata kľúčových zákazníkov je hrozbou pre všetky firmy. Spoločnosť Kovárna VIVA a.s. sa venuje najmä výrobe výkovkov pre automobilový priemysel, ktorý vyžaduje vysoké štandardy na kvalitu, ktoré sa neustále sprísňujú. Práve preto musí spoločnosť sledovať plnenie týchto štandardov, aby uspokojila náročných zákazníkov.

Kovárna VIVA a.s. je spoločnosť s dlhodobou tradíciou a pevným postavením na trhu. Avšak v dnešnej dobe, ktorá predstavuje vysokú mieru globalizácie trhov, by vstup zahraničného investora, ako nového potencionálneho zamestnávateľa, predstavoval veľkú hrozbu na tamojšom trhu s pracovnými silami. Už len z hľadiska vysokej fluktuácie zamestnancov výroby by to mohlo pre spoločnosť predstavovať nemalé ťažkosti, ktoré by mohli inklinovať k novému zamestnávateľovi.

Ekonomická kríza je pojem, ktorý sa zdá byť zažehnaným, no stále je možné pocítiť jej dopady. Spoločnosť počas krízy v roku 2012 pocítila až o 50% nižšie tržby než to bolo v predošlom roku, čo bolo pre ekonomiku spoločnosti kritické.

V súčasnej dobe spoločnosť eviduje nedostatok pracovných síl najmä operátorov kováčskej výroby, čo predstavuje veľkú hrozbu, pretože ak spoločnosť nezniží mieru fluktuácie pracovníkov na týchto pozíciách, môže sa v budúcnosti stretnúť s nedostatkom záujemcov.

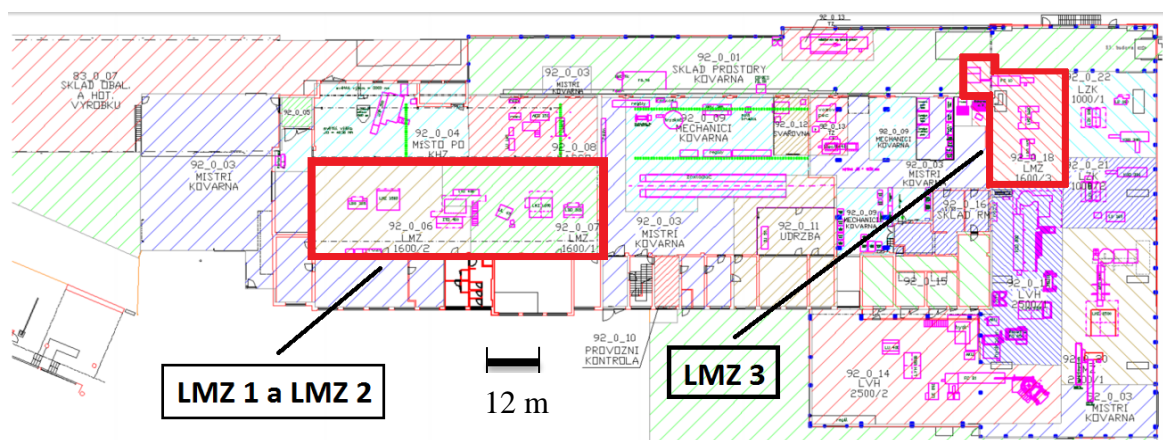
6.2 Analýza súčasného stavu vybraných pracovísk

Spoločnosť Kovárna VIVA a.s. vlastní skupinu výrobných liniek, ku ktorým patrí 12 kováčskych lisov, umiestnených v 92. a 72. budove. Skupinu týchto 12 lisov tvoria:

- Kľukové lisov – 2 x 1000 t, 3 x 1600 t, 2 x 2500 t, 1 x 4000 t
- Vretenové lisov – 3 x 2500 t, 1 x 2000 t

Medzi týmito lisami sa nachádzajú aj tie, ktoré boli podrobené hlbšej analýze. Konkrétne sa jedná o 3 kľukové lisov s menovitou silou 1600 t s názvom LMZ 1600 1/2/3, ktoré sú súčasťou samostatných výrobných liniek. Všetky tri výrobné linky sa nachádzajú v 92. budove a ich umiestnenie je znázornené na obrázku nižšie.

Na vyhodnocovanie efektívnosti výrobných zariadení vo výrobnom procese využíva spoločnosť Kovárna VIVA a.s. ukazovateľ CEZ – celkovú efektívnosť zariadenia. Tento ukazovateľ je tvorený z troch zložiek – mierou výkonu, mierou kvality a mierou využitia. Právě miera využitia je podstatou analýzy týchto výrobných liniek LMZ 1600 1/2/3. Pre správnu metodiku výpočtu tejto zložky ukazovateľa CEZ sú nutné správne vstupné dáta, potrebné na jeho výpočet. Z tohto dôvodu je nutné správne pochopiť výrobný proces a fungovanie jednotlivých zariadení, ktoré ho tvoria, aby vstupné dáta boli čo najpresnejšie a relevantné a stali sa tak základom pre prípadné zlepšenia.



Obr. 31 Umiestnenie výrobných liniek LMZ 1600 1/2/3 v 92. budove (interné materiály)

Celý proces záputkového kovania na výrobných linkách LMZ 1600 1/2/3 v spoločnosti Kovárna VIVA a.s. spočíva v 5 krokoch:

1. Indukčný ohrev nadeleného hutného polotovaru (tzv. vývalkov) na požadovanú teplotu
2. Valcovanie alebo pechovanie nahriateho polotovaru na požadovaný tvar
3. Vytvarovanie konečného tvaru výkovku z upraveného polotovaru v kováčskom lise
4. Odstránenie nadbytočného materiálu (tzv. výronkov) z výkovku na odstrihovacom lise, prípadne prestrihnutie blán pre vytvorenie požadovaných otvorov vo výkovku
5. Chladnutie výkovkov pred dokončovacími operáciami (otryskávanie, kalibrácia,..)

6.2.1 Layout výrobných liniek LMZ 1600 1/2/3

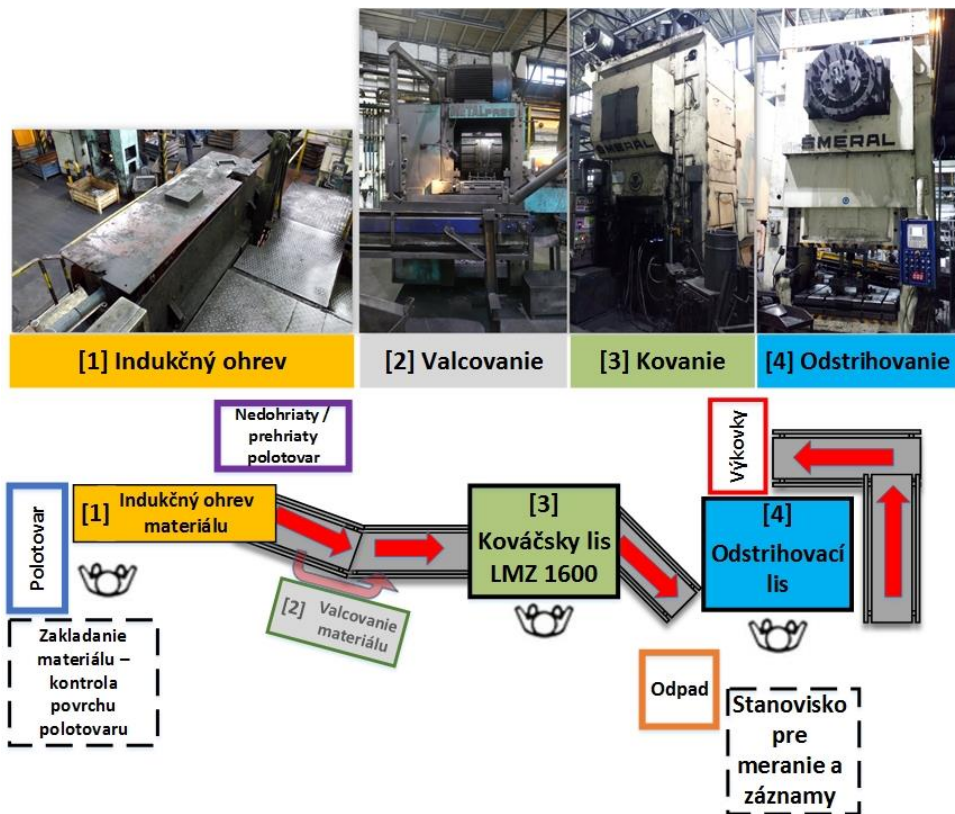
V nasledujúcich obrázkoch sú spracované layouts analyzovaných výrobných liniek LMZ 1600 1/2/3. Každá z týchto liniek pozostáva z 3 základných zariadení:

- indukčný ohrev materiálu
- kovácky lis
- odstrihovací lis

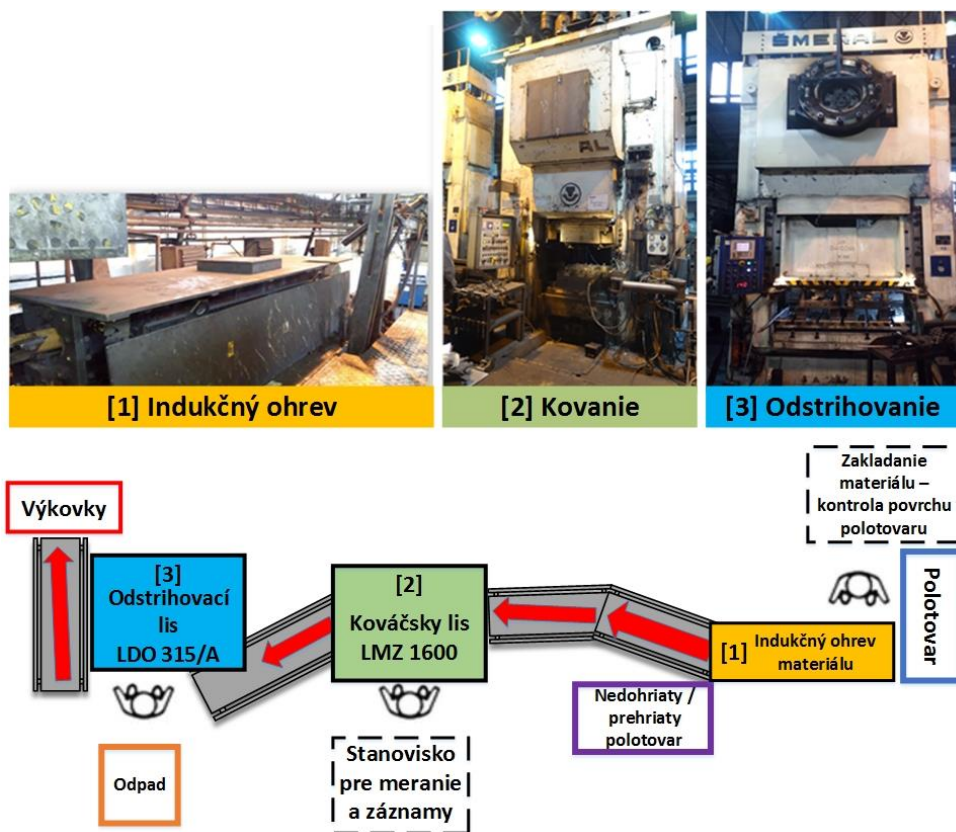
Okrem týchto zariadení disponuje výrobná linka LMZ 1600 1 strojom na priečne klinové valcovanie a linka LMZ 1600 3 kaliacim kúpeľom na tepelné spracovanie vykovaných výkovkov. Tieto zariadenia sú používané pri špecifických výkovkoch a zákazkách, a preto nie sú súčasťou každej pracovnej zmeny. Na prepravu výkovku z jedného zariadenia k druhému sa využíva systém dopravníkov, ktorý tvoria lamelové a reťazové dopravníky.

Okrem strojných zariadení, vyžaduje výrobný proces aj svoju obsluhu. Jednotlivé výrobné linky LMZ 1600 1/2/3 obsluhujú posádky pozostávajúce z 3 pracovníkov, každý s rozdielnou pracovnou náplňou a kompetenciami:

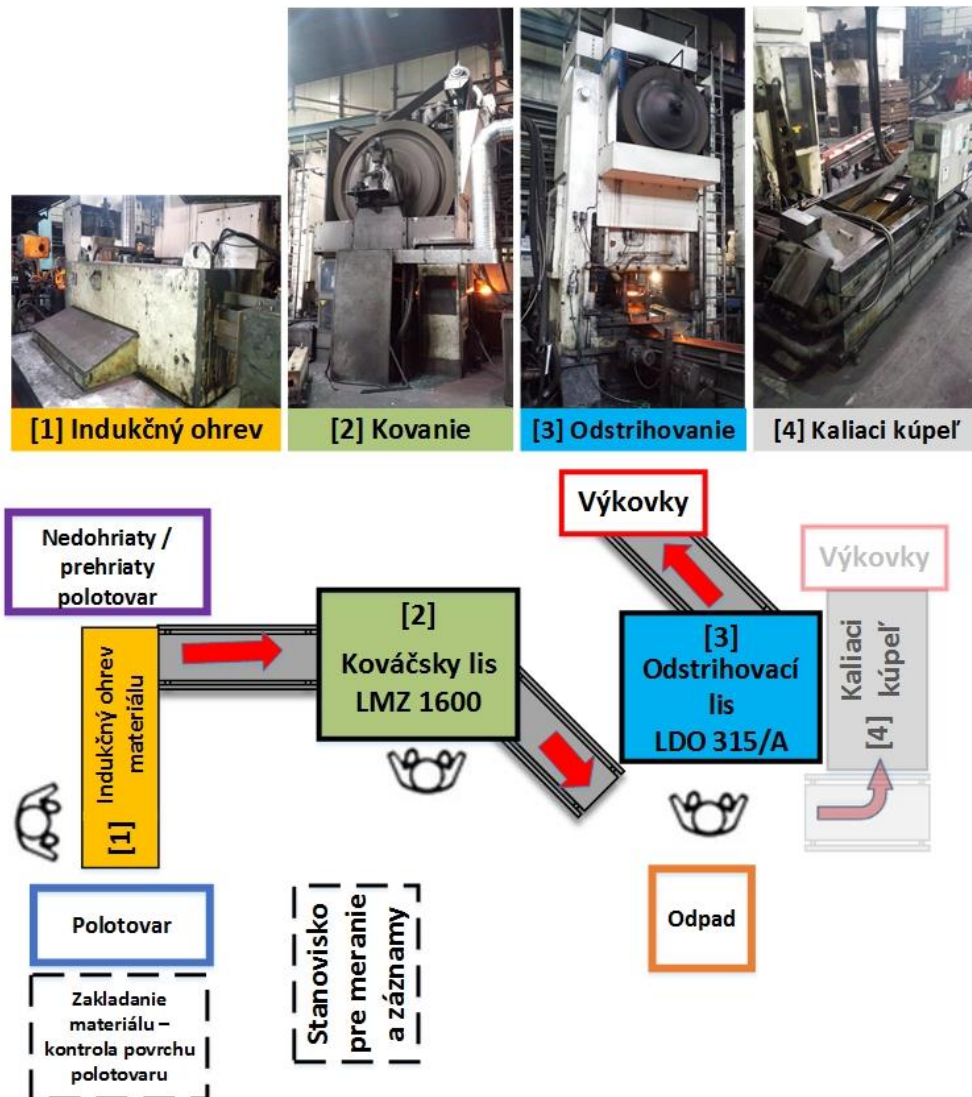
- **predák** – zodpovedný za kontrolu výrobného procesu kovania, odvádzanie priebehu výrobného procesu do zmenového listu do ktorého vyplňa údaje ako počet vykovaných kusov, zmätkov, údaje o čase prestojov v priebehu pracovnej zmeny atď.
- **kováč** – primárne sa stará o obsluhu kováčskeho lisu
- **pomocník kováča** – jeho náplňou práce je obsluha odstrihovacieho lisu



Obr. 32 Layout výrobnéj linky LMZ 1600 1 (vlastné spracovanie)



Obr. 33 Layout výrobnéj linky LMZ 1600 2 (vlastné spracovanie)



Obr. 34 Layout výrobnéj linky LMZ 1600 3 (vlastné spracovanie)

6.3 Analýza súčasného priebehu pracovnej zmeny

Na analyzovaných linkách LMZ 1600 1/2/3 sa pracuje na 3 zmennú prevádzku. Každá pracovná zmena trvá 8 hodín, behom ktorých majú pracovníci nárok na 30 minútovú prestávku. V priebehu každej pracovnej zmeny musia kompetentní pracovníci – predáci, vyplňať dokument zvaný zmenový kontrolný list. Tento dokument slúži ako základná informácia pre vedenie spoločnosti o dianí na pracovisku alebo o problémoch vzniknutých v priebehu pracovnej zmeny. Na základe údajov z kontrolného zmenového listu je napríklad vypočítavaný jeden z kľúčových ukazovateľov - celková efektívnosť zariadenia (CEZ).

vynaložit' nemalé prostriedky na každú minútu, kedy stroje nemôžu z nejakých príčin pracovať.

Prestoje v terajšom zmenovom liste sú rozdelené do 6 skupín:

- Výmena kováčskeho náradia, nahrievanie zápustiek, výmena induktora alebo prasknutej zápustky
- Zoraďovanie – drobné úpravy stroja v priebehu výroby
- Brúsenie zápustiek
- Brúsenie odstrihovačky, dierovačky
- Strojná/elektro údržba stroja – pri poruche stroja
- Iné

Prestávka sa do prestojov nezapočítava, pretože každý pracovník má nárok na 30 minútovú prestávku behom pracovnej zmeny. Počas prestávky, ale musia pracovníci nechať zapnuté nahrievanie zápustiek, pomocou špeciálnych horákov. Je to z dôvodu, aby ihneď po prestávke mali zápustky správnu kováčsku teplotu a nedošlo tak k prípadnému prasknutiu. Ďalším dôvodom je ten, že ak by pracovníci nenechali zapnuté nahrievanie zápustiek počas prestávky, tak by po skončení museli znovu nahrievať, a tento čas nahrievania by tak skrátil produktívny čas výroby.

Pri prerušení výroby je predák povinný vyplniť do zmenového listu príslušný typ prestoja s časom jeho trvania. Pre výrobný proces zápustkového kovania sa využívajú komplexné zariadenia s rozličnou funkcionalitou. Stávajúce členenie prestojov v zmenovom liste neodrkadľuje komplexnosť výrobného procesu a jeho zariadení a nepodáva podrobnejšie informácie o kľúčových prestojoch tak, aby mohlo vedenie spoločnosti tieto typy odstrániteľných prestojov eliminovať, prípadne skrátiť dobu ich trvania.

Spoločnosť Kovárna VIVA a.s. využíva, ako jeden zo svojich kľúčových indikátorov efektívnosti strojných zariadení, ukazovateľ CEZ. Jednou z kľúčových zložiek tohto ukazovateľa je miera využitia strojného zariadenia, kde práve táto zložka predstavuje najčastejší priestor pre zlepšenie celkovej efektívnosti zariadenia.

Na správne sledovanie miery využitia strojného zariadenia sú kritické vstupné dáta, a tie pri súčasnom odvádzaní výroby predstavujú veľkú bariéru. Pri odvádzaní výroby v stávajúcom zmenovom liste dochádza k skresľovaniu údajov o položky, ktoré nie sú zahrnuté v používanom zmenovom liste, prípadne sú príliš komplexné, ako skupina prestojov

A - Výmena kováčskeho náradia, nahrievanie zápustiek, výmena induktora alebo prasknutej zápustky B - Zoraďovanie alebo E – Strojná/elektro údržba. Často dochádza k tomu, že predák v rámci prerušenia výroby, zahrnie určitý typ prestoja do skupiny prestojov B – Zoraďovanie alebo E – Strojná/elektro údržba, kedy ale nie je možné vydedukovať presnú príčinu prestoja a na akom zariadení daný prestoj nastal. Kritická situácia nastáva aj vtedy, keď pracovník nevie vyhodnotiť presnú príčinu vzniku prestoja a zahrnie ho pod kategóriu F – Iné, kde väčšinou neuvedie presnú príčinu vzniku prestoja.

Pracovníci sú pri prerušení výroby pod veľkým časovým tlakom, a preto venujú svoj čas riešením odstránenia prestoja (prípadne jeho skrátením) a nie hľadaním správneho pomenovania pre danú príčinu prestoja do skupiny F – Iné. Údaje o prestojoch v zmenovom liste sú niekedy dopĺňané na konci pracovnej zmeny, a to najmä vtedy, keď pracovník nevie vyhodnotiť presnú príčinu prestoja a nevie ju správne pomenovať. Kvôli časovému oneskoreniu vyplňania údajov do zmenového listu nastáva často nepresnosť v časových údajoch o trvaní daného prestoja.

Takto vzniknuté informácie nie sú relevantné pre výpočet ukazovateľa CEZ a neposkytujú priestor pre elimináciu daného typu prestoja. Práve preto bola v ďalšej kapitole realizovaná samotná analýza pracovných zmien na linkách LMZ 1600 1/2/3 s ohľadom na priebeh výroby a vzniknutých prestojov počas doby samotnej analýzy tak, aby bolo možné na základe samotnej analýzy vytvoriť vhodné rozčlenenie skupín najčastejších prestojov pre nový zmenový list, prípadný podklad pre pilotný projekt zavádzania terminálov na odvádzanie výroby na výrobných linkách.

Analýza priebehu výroby na vybraných linkách nielenže odhalí a pomenuje úzke miesta vo výrobnom procese, ale taktiež poskytne základ pre návrhy na elimináciu (prípadne skrátenie) prestojov, ktoré sú odstrániteľné a tvoria väčšinový podiel na celkových časoch prestojov na týchto výrobných linkách.

LMZ 1600 1 Analyzované prestoje					LMZ 1600 1 Prestoje odvádzané pracovníkmi			
Čas Od - do	Poznámky	Názov činnosti	Trvanie [min]	Skupina preстоje	Čas Od - do	Poznámky	Trvanie [min]	Skupina preстоje
9:08 - 9:24	Plánovaná výmena predkovacej zápustky, pracovníci tu nemajú pripravené všetko potrebné náradie	Výmena zápustkovej formy	16	Kováčsky lis	9:10 - 9:15		5	Výmena predkovacieho vrchu
9:24 - 9:53	Prestávka, nahrievanie	Prestávka	29	Prestávka	9:15 - 9:45		30	Prestávka
9:53 - 9:57		Kontrola výkovku	4	Rozhodovanie a kontrola				
9:57 - 10:33	Vytiahol spodnú dokovaciu zápustku - bola prasknutá	Prasknutie zápustky	36	Kováčsky lis	9:50 - 11:00	Prasklá kovací spodní zápustka, výměna, nahřívání	70	Výmena prasknutej zápustky
10:33 - 11:01	Nahrievanie zápustiek	Neplánované nahrievanie	28	Kováčsky lis				
11:01 - 11:05	Čakanie na materiál	Štartovanie induktora	4	Induktor				
11:10 - 11:38	Vybrali von zápustku pretože je krátky vyhadzovač, hľadanie nového	Zlá príprava kováčskeho náradia	28	Kováčsky lis	11:20 - 11:35	Krátky vyhadzovač na predkovacom vršku	15	Seřízení
11:38 - 12:05	Nahrievanie zápustiek	Neplánované nahrievanie	27	Kováčsky lis				
13:30 - 13:55	Plechovanie zápustiek	Plechovanie	25	Kováčsky lis	13:35 - 13:45	Plechování předkovacího spodku o 0,5mm	10	Seřízení
Súčet preстоjov (okrem prestávky)			168		Súčet preстоjov (okrem prestávky)			100

Obr. 36 Příklad na porovnanie analyzovaných a odvádzaných preстоjov z výroby (vlastné spracovanie)

6.4 Analýza preстоjov v priebehu pracovných zmien

Základom analýzy preстоjov v priebehu pracovných zmien na vybraných výrobných linkách LMZ 1600 1/2/3 bolo odhaliť najčastejšie príčiny prerušení výroby vo výrobnom procese. Analýza každej vybranej linky bola realizovaná po dobu 30 dní, z dôvodu zachovania relevantnosti a reprezentatívosti výstupných údajov. Každé pozorovanie prebiehalo počas rannej zmeny až po predanie pracoviska nasledujúcej zmene. Práve tento časový úsek bol vybraný z dôvodu, že práve tu sú doposiaľ evidované najväčšie preстоje vo výrobných procesoch. Prestoje každej výrobnej linky boli klasifikované do väčších skupín, ktoré zahŕňali jednotlivé podskupiny. Je nutné pripomenúť, že prestávka sa do preстоjov nepremieta z dôvodu, že každý pracovník má nárok na 30 min prestávku behom svojej pracovnej doby. Výsledky poslúžili pri odhalení preстоjov, ktoré sa v najväčšej miere podieľali na celkových preстоjoch výrobných liniek, ako aj pri zostavovaní skupín preстоjov do nového zmenového kontrolného listu.

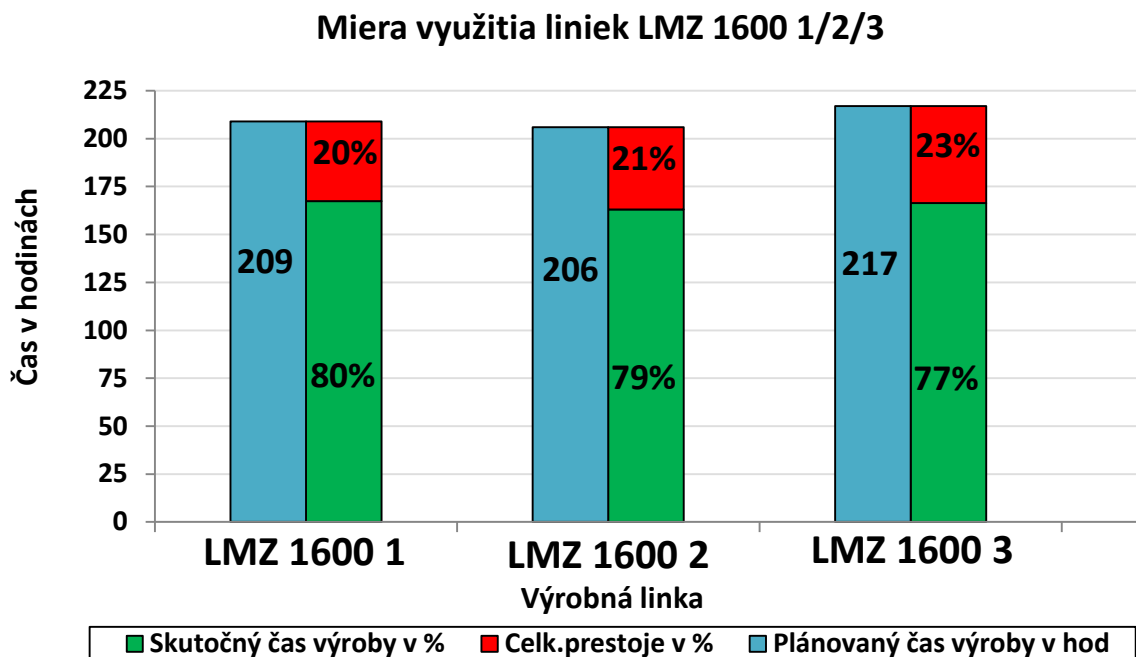
Tab. 4 Výstupné dáta z analýzy prestojov (vlastné spracovanie)

Prestoje na linkách LMZ 1600 1/2/3							
Skupina prestoja		Názov činnosti	LMZ 1 [min]	LMZ 2 [min]	LMZ 3 [min]	Celkom [min]	
A	Kováčsky lis	A1	Nahrievanie zápustiek po prechode na novú zákazku	527	438	436	1401
		A2	Výmena zápustkovej formy pri novej zákazke	546	519	580	1645
		A3	Brúsenie zápustky - zmena popisu	205	27	22	254
		A4	Prasknutie zápustky	36	0	50	86
		A5	Prehodenie pozície zápustiek	26	51	0	77
		A6	Plechovanie zápustiek	17	52	12	81
		A7	Znižovanie barana	7	22	8	37
		A8	Zmena podložky pod pechovadlo	0	26	5	31
		A9	Brúsenie zápustky - opotrebovanie	111	61	308	480
		A10	Prasknutie hadice privodu vzduchu do lisu	0	46	0	46
		A11	Prehriatie brzdy lisu	0	0	93	93
		A12	Nahrievanie zápustiek po prestoji	340	186	568	1094
		A13	Zlá príprava kováčskeho náradia	108	193	264	565
B	Induktor	B1	Nesprávne snímanie teploty polotovaru snímačom induktora	44	21	30	95
		B2	Oprava vodiacej lišty, vzpričená tlačka do induktora	85	208	154	447
		B3	Štartovanie induktora	71	140	94	305
		B4	Výmena induktora	25	224	150	399
C	Odstrihovací lis	C1	Zorad'ovanie odstrihovac/dierovac. náradia	20	15	42	77
		C2	Brúsenie odstrihovacieho náradia	17	39	29	85
		C3	Porucha v elektroobvode odstrihovacieho lisu	38	0	0	38
D	Pomocné náradie	D1	Oprava pištole na grafitovanie	23	0	3	26
		D2	Oprava pištole na chladenie odstrihovadla	5	0	9	14
E	Dopravník a kaliaci kúpeľ	E1	Vyvlečená reťaz na dopravníku	4	41	0	45
		E2	Vzpriečené lamely dopravníku	27	35	20	82
		E3	Oprava ventilátoru na dopravník	0	42	0	42
		E4	Výmena dopravníku	30	45	10	85
		E5	Chyba snímača teploty na kaliacom kúpeľi	0	0	39	39

Skupina prestojov			Názov činnosti	LMZ 1 [min]	LMZ 2 [min]	LMZ 3 [min]	Celkom [min]
F	Rozhodovanie a kontrola	F1	Čakanie na rozhodnutie (TKJ/majstra)	12	40	17	69
G	Čakanie na pracovníkov	G1	Čakanie na príchod (TOV/mechanika)	38	69	39	146
		G2	Čakanie na príchod VZV	11	5	14	30
		G3	Čakanie na príchod člena posádky	22	28	38	88
H	Valcovačka	H1	Brúsenie valcov	43	0	0	43
		H2	Valcovačka nevalcuje na stred	34	0	0	34
		H3	Snímač valcovačky nereaguje	29	0	0	29
Súčet prestojov v minútach				2501	2573	3034	8108

6.5 Vyhodnotenie analýzy prestojov v priebehu pracovných zmien

Zo vzniknutých údajov z predošlej analýzy bol vytvorený graf, ktorý znázorňuje percentuálny podiel prestojov a skutočného času výroby k plánovanému času pre samotnú výrobu na jednotlivých výrobných linkách LMZ 1600 1/2/3 – teda miera využitia liniek. Je nutné podotknúť, že pojem plánovaný čas pre výrobu označuje v tomto prípade čas, počas ktorého prebiehala samotná analýza každej linky (30 dní po 8 hodín), očistený od časov, počas ktorého nebola plánovaná výroba – prestávka, TPM a porady gestorov liniek. Tieto časy, kedy nebola plánovaná výroba, sa nezapočítavajú do výpočtu celkovej miery využitia. Skutočný čas pre výrobu je zase čas, kedy linka skutočne pracovala. Je vyjadrený ako plánovaný čas pre výrobu, očistený o prestoje vzniknuté počas analýzy na vybraných výrobných linkách LMZ 1600 1/2/3.



Obr. 37 Miera využitia liniek LMZ 1600 1/2/3 (vlastné spracovanie)

Na základe údajov z analýzy bola stanovená súčasná miera využitia výrobných liniek LMZ 1/2/3, nielen graficky, ale aj výpočtom, dosadením do vzťahu:

$$\text{miera využitia} = \frac{\text{plánovaný čas pre výrobu} - \text{prestoje}}{\text{plánovaný čas pre výrobu}} * 100 [\%]$$

Po dosadení údajov z predošlej analýzy do tohto vzťahu, boli vyjadrené miery využitia pre jednotlivé výrobné linky, ako aj celková miera využitia všetkých liniek:

$$\text{miera využitia LMZ 1600 1} = \frac{209 * 60 - 2501}{209 * 60} * 100 \doteq \mathbf{80,06 \%}$$

$$\text{miera využitia LMZ 1600 2} = \frac{206 * 60 - 2573}{206 * 60} * 100 \doteq \mathbf{79,18 \%}$$

$$\text{miera využitia LMZ 1600 3} = \frac{217 * 60 - 3034}{217 * 60} * 100 \doteq \mathbf{76,70 \%}$$

$$\text{miera využitia LMZ 1600 1/2/3} = \frac{(209 + 206 + 217) * 60 - 8108}{(209 + 206 + 217) * 60} * 100 \doteq \mathbf{78,62 \%}$$

Z výsledkov je zrejmé, že vo výrobných zariadeniach sú nedostatky, ktoré je potreba odstrániť. Pomocou Paretovej analýzy boli vyjadrené celkové prestoje na linkách LMZ 1600 1/2/3, ktoré sa v najväčšom rozsahu podieľajú na strate miery využitia výrobných zariadení. Na základe výsledkov z tejto analýzy boli taktiež navrhnuté opatrenia pre prípadnú eli-

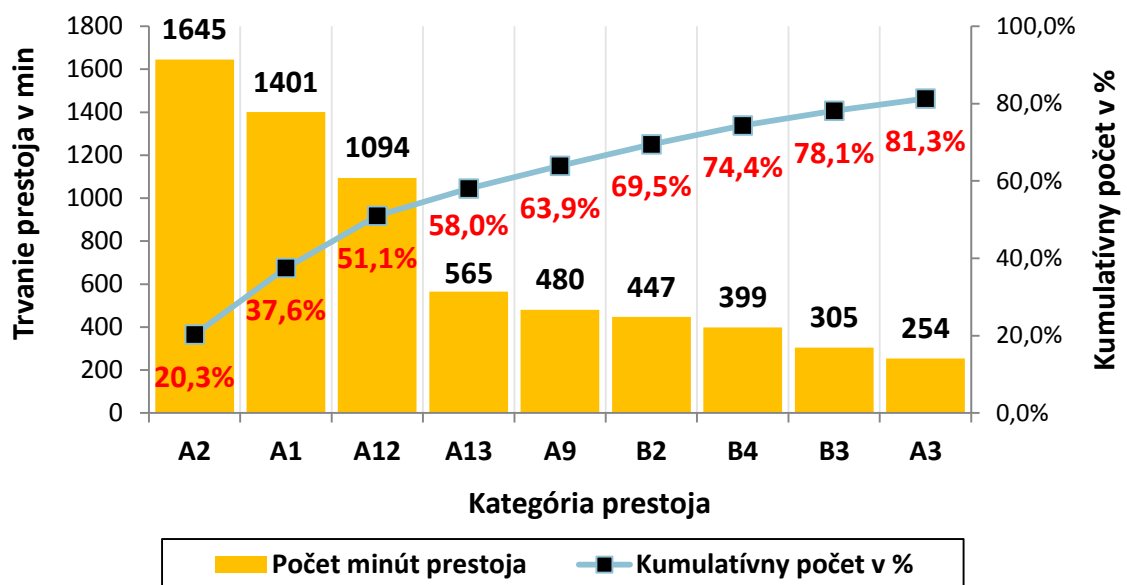
mináciu (skrátene) prestojov a navýšiť tak celkovú mieru využitia, ako aj ušetriť náklady vzniknuté z prerušenia výroby na analyzovaných linkách LMZ 1600 1/2/3.

Tab. 5 Vstupné dáta pre Paretovu analýzu liniek LMZ 1600 1/2/3 (vlastné spracovanie)

Kategória prestoja		Počet minút prestoja	Relatívny počet v %	Kumulatívny počet v %
A2	Výmena zápustkovej formy pri novej zákazke	1645	20,3%	20,3%
A1	Nahrievanie zápustiek po prechode na novú zákazku	1401	17,3%	37,6%
A12	Nahrievanie zápustiek po prestoji	1094	13,5%	51,1%
A13	Zlá príprava kováčskeho náradia	565	7,0%	58,0%
A9	Brúsenie zápustky - opotrebovanie	480	5,9%	63,9%
B2	Oprava vodiacej lišty, vzpričená tlačka induktora	447	5,5%	69,5%
B4	Výmena induktora	399	4,9%	74,4%
B3	Štartovanie induktora	305	3,8%	78,1%
A3	Brúsenie zápustky - zmena popisu	254	3,1%	81,3%
G1	Čakanie na príchod (TOV/mechanika)	146	1,8%	83,1%
B1	Nesprávne snímanie teploty polotovaru snímačom induktora	95	1,2%	84,3%
A11	Prehriatie brzdy lisu	93	1,1%	85,4%
G3	Čakanie na príchod člena posádky	88	1,1%	86,5%
A4	Prasknutie zápustky	86	1,1%	87,5%
C2	Brúsenie odstrihovacieho náradia	85	1,0%	88,6%
E4	Výmena dopravníku	85	1,0%	89,6%
E2	Vzpričené lamely dopravníku	82	1,0%	90,7%
A6	Plechovanie zápustiek	81	1,0%	91,7%
A5	Prehodenie pozície zápustiek	77	0,9%	92,6%
C1	Zorad'ovanie odstrihovac/dierovac. náradia	77	0,9%	93,5%
F1	Čakanie na rozhodnutie (TKJ/majstra)	69	0,9%	94,4%
A10	Prasknutie hadice prívodu vzduchu do lisu	46	0,6%	95,0%
E1	Vyvlečená reťaz na dopravníku	45	0,6%	95,5%
H1	Brúsenie valcov	43	0,5%	96,1%
E3	Oprava ventilátoru na dopravník	42	0,5%	96,6%
E5	Chyba snímača teploty na kaliacom kúpeli	39	0,5%	97,1%

Kategória prestoja		Počet minút prestoja	Relatívny počet v %	Kumulatívny počet v %
C3	Porucha v elektroobvode odstrihovacieho lisu	38	0,5%	97,5%
A7	Znižovanie barana	37	0,5%	98,0%
H2	Valcovačka nevalcuje na stred	34	0,4%	98,4%
A8	Zmena podložky pod pečovadlo	31	0,4%	98,8%
G2	Čakanie na príchod VZV	30	0,4%	99,1%
H3	Snímač valcovačky nereaguje	29	0,4%	99,5%
D1	Oprava pištole na grafitovanie	26	0,3%	99,8%
D2	Oprava pištole na chladenie odstrihovadla	14	0,2%	100,0%
Celkom za obdobie		8108	100,0%	100,0%

Pareto diagram prestojov na linkách LMZ 1600 1/2/3



Obr. 38 Výrez z Paretoho diagramu najvýznamnejších prestojov (vlastné spracovanie)

Vyššie uvedený výrez z Paretoho diagramu znázorňuje tzv. životne dôležitú menšinu, ktorá sa podieľa na drvivej väčšine (zhruba 81%) celkových prestojoch, vzniknutých na výrobných linkách LMZ 1600 1/2/3 v priebehu doby analýzy. Celý Pareto diagram je uvedený v prílohe P I. Do skupín, tvoriacich väčšinový podiel prestojov, patrí:

- A2 – výmena zápusťkových foriem, pri novej zákazke
- A1 – nahrievanie zápusťky po prechode na novú zákazku

- A12 – nahrievanie zápustiek po prestoji, kedy zápustky vychladli
- A13 – zlá príprava kováčskeho náradia, najmä absencia vyhadzovačov, poprípade nachytenie nesprávneho rozmeru vyhadzovača
- A9 – brúsenie zápustky behom kovania, kvôli jej opotrebovaniu
- B2 – oprava vodiacej lišty na prechod materiálu induktorom, prípadne vzpričená tlačka polotovaru do induktora (oboje sú súčasťou podávacieho mechanizmu)
- B4 – výmena induktora v prípade, že sa mení priemer alebo tvar polotovaru
- B3 – štart induktora po výmene alebo prestoji
- A3 – brúsenie popisu na zápustke pri zmene tavby

Na základe týchto informácií budú navrhnuté riešenia na elimináciu (skrátene) vybraných prestojov za cieľom zvýšiť mieru využitia, a tým aj celkovú efektívnosť výrobných linky.

6.6 Návrhy na zvýšenie miery využitia výrobných liniek a ich ekonomické zhodnotenia

V tejto kapitole sú rozobrané nielen jednotlivé návrhy na zvýšenie miery využitia analyzovaných kováčskych liniek LMZ 1600 1/2/3, ale aj ich ekonomické zhodnotenia. Pre jednotlivé výpočty ekonomických zhodnotení návrhov bolo po konzultácii s ekonomickým útvarom spoločnosti Kovárna VIVA a.s. navrhnuté rátať s nákladovou čiastkou vo výške 3600 Kč za každú hodinu prestoja týchto kováčskych liniek – teda 60 Kč/ minútu prestoja. Pre jednotlivé zhodnotenia návrhov boli použité údaje z predošlej analýzy prestojov na jednotlivých linkách LMZ 1600 1/2/3. Toto zhodnotenie teda vyjadruje, ako by bolo možné znížiť náklady a prestoje na jednotlivých výrobných linkách v prípade, že by tieto opatrenia boli zavedené už pred samotnou analýzou.

6.6.1 Využitie externého predohrevu zápustiek

Po každej výmene zápustiek je nutné zápustky nahriať na požadovanú teplotu, aby nedošlo k prasknutiu samotnej zápustky po prechode indukčne nahriateho polotovaru cez jej dutinu. Na nahrievanie zápustiek sa využíva technológia špeciálnych plynových horákov. Celá výmena zápustiek aj s nahrievaním trvá v priemere 80 minút, pričom len samotné nahrievanie zaberie zhruba 30 minút. Spoločnosť Kovárna VIVA a.s. vlastní zariadenia na externý predohrev zápustiek. Počas celej analýzy však pracovníci toto zariadenie využili len 3 krát z celkových 30 výmen zápustiek, z dôvodu zlej organizácie práce. Pracovníci, ktorí

majú zabezpečiť presun zápustiek do pece tak jednoducho neučinili, pretože sú pod veľkým časom tlakom. Pokiaľ by zápustky boli vložené do pece pre externý predohrev ešte pred samotnou výmenou, tak by bolo možné skrátiť dobu ohrevu až o 90%.



Obr. 39 Pec na externý predohrev zápustiek (vlastné spracovanie)

Ekonomické zhodnotenie návrhu – žiadne počiatkové investície nie sú potrebné, keďže spoločnosť toto zariadenie už vlastní, návratnosť je okamžitá, stačí len, ak sa úloha vloženia zápustiek do pece pre externý predohrev preniesie na menej vyťažovaných pracovníkov, čím sa môže skrátiť doba ohrevu po výmene zápustiek až o 90%. Táto časová úspora je vyjadrená, ako skrátenie doby celkového nahrievania po prechode na novú zákazku počas analýzy.

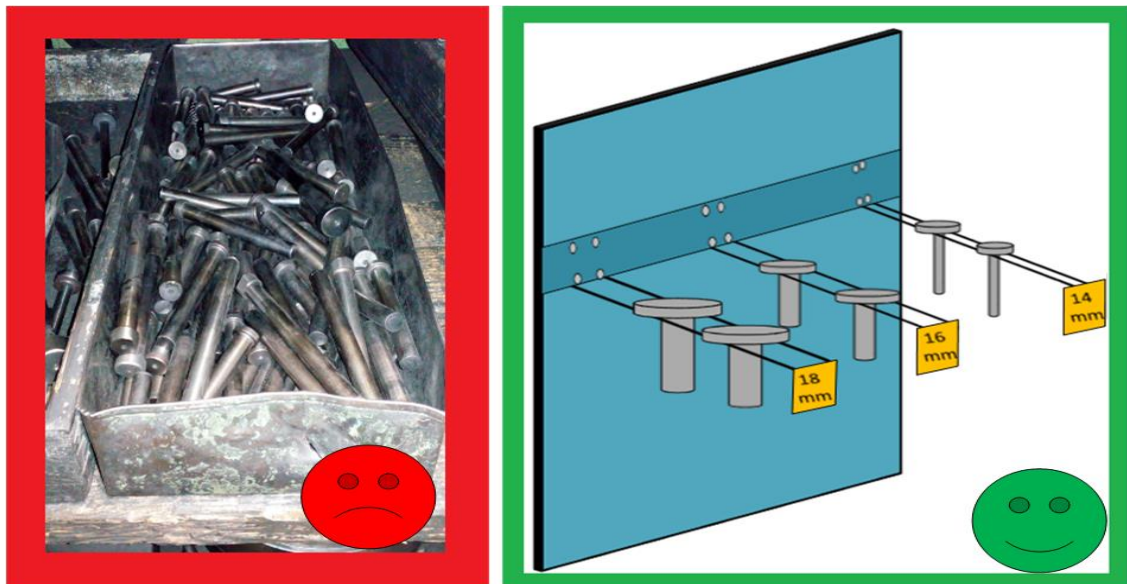
Tab. 6 Ekonomické zhodnotenie prvého návrhu (vlastné spracovanie)

Náklady na počiatkovú investíciu	Časová úspora	Finančná úspora	Doba návratnosti investície
Žiadne	$1401 * 0,9 \doteq 1261 \text{ min}$	$1261 * 60 = 75\,660 \text{ Kč}$	Okamžitá

6.6.2 Triedenie vyhadzovačov

Pri chystaní kováčskeho náradia dochádza pomerne často k zámene priemeru prípadne dĺžky vyhadzovačov do zápustkových foriem. Tým, že dochádza k zámene správnych veľkostí vyhadzovačov, tak dochádza k ďalším prestojom spojených s opätovným nahadzovaním a nahrievaním zápustiek. Je to zapríčinené najmä tým, že pracovníci jednoducho ne-

majú správny systém triedenia veľkostí vyhadzovačov. Tie sú uložené v drevených boxoch bez ohľadu na ich rozdielnú veľkosť. Keďže často sú pracovníci pod časovým tlakom, tak nezmerajú presne veľkosť vyhadzovačov. Jednoduchým riešením je systém organizácie vyhadzovačov na jednoduchých závesných držiakoch podľa ich veľkostí a priemeru, tak aby bolo vždy jasné o akú veľkosť sa jedná. Keďže každý vyhadzovač má rozdielny priemer, tak sa dá jednoducho zabrániť tomu, aby pracovníci na závesný držiak neukladali k sebe rozdielne veľkosti vyhadzovačov tým, že sa zúži priemer medzi jednotlivými držiakmi, tak aby do neho presne zapadol len daný priemer vyhadzovača. Týmto opatrením by sa tak dal eliminovať jeden z významných prestojov, ktorý predstavoval zlú prípravu kováčskeho náradia z dôvodu prípravy nesprávneho rozmeru vyhadzovača.



Obr. 40 Nové a staré triedenie vyhadzovačov (vlastné spracovanie)

Ekonomické zhodnotenie návrhu – tento návrh si vyžaduje len počiatočnú investíciu vo výške nákladov za závesný držiak na vyhadzovače – zhruba 2 500 Kč, pričom týmto opatrením sa dalo jednoducho zabrániť a eliminovať prestoj z dôvodu zlej prípravy vyhadzovačov do kováčskeho náradia. Návratnosť investície je v podstate okamžitá, keďže je pomer nákladov na investíciu a finančnej úspory taký malý.

Tab. 7 Ekonomické zhodnotenie druhého návrhu (vlastné spracovanie)

Náklady na počiatočnú investíciu	Časová úspora	Finančná úspora	Doba návratnosti investície
2 500 Kč	565 min	$565 * 60 = 33\,900$ Kč	Okamžitá

6.6.3 Terminály pre automatický zber a vyhodnocovanie dát z výroby

Pre súčasný zber dát z výroby sa používa metóda manuálneho zberu pomocou zmenového kontrolného listu. Členenie prestojov v existujúcom dokumente nezachytáva podrobnejšie informácie o príčinách a mieste vzniku prestoja. Často dochádza aj k oneskorenému vyplňaniu údajov, a preto sú niekedy čísla skreslené a nerelevantné. Pre presné sledovanie produktívnych časov výrobných zariadení a vlastne celého priebehu výroby je najlepším riešením zaviesť na výrobných linkách terminály pre automatický zber a vyhodnocovanie dát. Spoločnosť Kovárna VIVA a.s. zvažuje túto možnosť, no stále sa jedná o pilotný projekt, ktorý je v samotných základoch. Jedná sa o možnosť, ktorá je síce nákladnejšia, no v porovnaní s existujúcou metodikou ručného zberu a vyhodnocovania dát z obrovského množstva dokumentov, ktorej prínosy sú skôr monitorujúce a jej zefektívnenia ide len ťažko kvantifikovať, je cena metodiky automatického zberu a vyhodnocovania dát nízka, návratnosť krátka a preukázateľná zvýšením efektívnosti výroby. Medzi hlavné prínosy by v tomto prípade patrili:

- Zvýšenie efektívnosti výroby (je preukázateľné, že spoločnosti, ktoré zaviedli automatický zber dát z výroby a sústredili sa tak na skutočné časy výroby a prestojov, boli schopné riešiť prestoje oveľa rýchlejšie a efektívnejšie)
- Zníženie nákladov na zber dát (tým, že sa zruší papierová forma dokumentu sa znížia aj náklady na túto položku)
- Jednoduchšia evidencia priebehu výroby (stačí, ak sa pracovník len prihlási pred začiatkom zmeny na príslušný terminál a v priebehu výroby, ak nastane prestoj, terminál automaticky vyhodnotí prerušenie výroby a pracovník len zadá na termináli iba príslušnú kategóriu a skupinu prestoja, to znamená, že pracovník už nemusí ručne vyplňať zmenový list a môže sa tak venovať práci)
- Informácie v reálnom čase (pre zainteresované skupiny sú informácie, ako napr. začiatok, koniec, trvanie a typ prestoja, dostupné ihneď priamo z výroby a nie z časovým oneskorením až po ručnom prepočte)
- Skutočné informácie (z existujúcej metodiky boli zistené nepresnosti v odvádzaní časových údajov o prestojoch, v tomto prípade by boli podávané reálne dáta na základe automatického vyhodnocovania začiatku a konca prerušenia výroby)
- Optimalizácia údržby (vd'aka reálnym informáciám o chode zariadenia by bolo možné stanoviť presnejšie intervaly údržby podľa skutočnej potreby na základe vyťaženia zariadenia a nie na základe popredu určených periodických intervalov, čo

by viedlo k nižšej poruchovosti strojných zariadení a zabráneniu vzniku niektorých prestojov vzniknutých v predošlej analýze)

Pre kategorizáciu prestojov v termináli bude v prípade prijatia návrhu použité členenie z kapitoly 7, kde sú aj uvedené príklady, ktoré prestoje do danej kategórie patria.

Ekonomické zhodnotenie návrhu – náklady na zavedenie terminálov sú vždy veľmi rozličné, pretože závisia od samotných požiadaviek zákazníka a vypracovaní ponuky zo strany dodávateľa. Keďže je projekt v samotných základoch, vedenie spoločnosti nerozhodlo ešte o výbere dodávateľa softwaru aj ako hardwaru, a preto nie je možné stanoviť náklady na počiatočnú investíciu do tohto systému. Dokonca ani po zistení presnej výšky počiatočných nákladov, nie je možné určiť presnú dobu návratnosti investície, pretože to závisí od charakteru, ako plánovanej, tak aj skutočnej doby výroby, ale najmä snahy zo strany samotného vedenia a zamestnancov zvýšiť efektívnosť ako zariadenia, tak aj práce. Okrem spomínaných nákladov je ale nutné pripomenúť benefity z predošlej kapitoly, ktoré by implementáciou terminálov na výrobné linky spoločnosť dosiahla.

6.6.4 Vyjadrenie miery využitia po implementácii návrhov

Prijatím návrhov na elimináciu (skrátene doby) prestojov, ktoré sa podieľali vo väčšinovej miere na celkových prestojov vzniknutých počas doby analýzy, by došlo k zvýšeniu celkovej miery využitia strojných zariadení. Jednotlivé časové úspory odrátame od celkových prestojov vzniknutých počas analýzy, dosadíme do vzťahu a vyjadríme novú mieru využitia, ktorá predstavuje potencionálnu hodnotu, ak by firma zaviedla opatrenia pred samotnou analýzou.

Miera využitia LMZ 1600 1/2/3 :

a) Pred prijatím návrhov

$$= \frac{(209 + 206 + 217) * 60 - 8108}{(209 + 206 + 217) * 60} * 100 \doteq \mathbf{78,62 \%}$$

b) Po prijatí návrhov

$$= \frac{(209 + 206 + 217) * 60 - (8108 - 1261 - 565)}{(209 + 206 + 217) * 60} * 100 \doteq \mathbf{83,43 \%}$$

7 NÁVRH NOVÉHO ČLENENIA PRESTOJOV

Z výsledkov analýzy prestojov počas pracovných zmien boli po niekoľkých poradách s vedením spoločnosti navrhnuté nové skupiny prestojov do zmenového kontrolného listu pre odvádzanie priebehu výroby. Tieto nové skupiny prestojov, v prípade schválenia návrhu o termináloch, budú použité ako klasifikácia prestojov na odvádzanie výroby touto metodikou. Nová klasifikácia prestojov v zmenovom liste sa snažila zjednotiť príbuzné podskupiny prestojov z predošlej analýzy tak, aby netvorili príliš veľké množstvo kategórii, no zároveň, aby obsahovala podrobnejšie informácie o príčinách a mieste prestojov, než terajší používaný zmenový kontrolný list. Nad jednotlivými podskupinami sú nadradené skupiny prestojov, zoradené podľa poradia zariadení v akom prebieha proces zhotovovania výrobkov. Posledné dve skupiny - G a H, v novom zmenovom liste nepredstavujú členenie na jednotlivé výrobné zariadenia, ale špeciálne kategórie zamerané skôr na obsluhu zariadení. Kategória H – Iné sa síce do prestojov nezapočítava, no vedenie chce mať o nich prehľad, aby vedeli, kde sa stráca často disponibilný čas chodu stroja. Pre najčastejšie vyskytujúce sa kategórie bol prispôsobený aj počet riadkov tak, aby mal pracovník v prípade častejšie vyskytujúceho sa prestoja v priebehu pracovnej zmeny možnosť ho vyplniť do ďalšieho políčka. V prípade niektorých skupín bolo vynechané miesto pre prípadné doplnenie prestojov, potom, ako bude zmenový list zavedený do praxe.

Keďže sa jedná o dokument, ktorý by mal byť univerzálny pre všetky výrobné linky v spoločnosti, zaoberajúce sa výrobou výrobkov zápusťkovým kovaním, bola do zmenového kontrolného listu pridaná kategória F – Robot. Jedná sa o poloautomatizovanú linku L14 s robotickým ramenom, kde sa vedenie spoločnosti zhodlo na kategóriách prestojoch uvedených v novom zmenovom liste. Rovnako, ako táto kategória, boli aj tu pridané položky, ktoré sa nevyskytovali na analyzovaných výrobných linkách LMZ 1600 1/2/3, ale na iných áno. Ide napr. o kategóriu B1 až B3, kde sa vyskytuje tzv. externý pech. Tento druh zariadenia sa vyskytuje na výrobných linkách LVH 2500. Pridaním kategórii o zariadenia mimo analyzovaných liniek LMZ 1600 1/2/3 sa tak zmenový list stal univerzálnym dokumentom pre všetky výrobné linky. Nová klasifikácia sa líši od starej nielen obsahovou stránkou, ktorá pozostáva z nových skupín prestojov, ale aj po vizuálnej stránke. Farebné prevedenie nového zmenového listu tak umožní pracovníkom si lepšie zapamätať príslušnú farbu jednotlivých skupín prestojov, čo umožní rýchlejšiu orientáciu v novom zmenovom liste. Novou obsahovou, ale aj vizuálnou stránkou dokumentu sa má zabrániť oneskorenému vyplňaniu na konci pracovnej zmeny a poskytnúť tak podrobnejšie a relevantnejšie údaje

o prestojoch, pre výpočet kľúčového ukazovateľa CEZ, ako aj podklady pre možné riešenie týchto prestojov.

Prostoje		OD	DO	min	OD	DO	min	OD	DO	min	OD	DO	min	OD	DO	min	
<u>A</u>	Induktor	A1 - Výměna induktoru			A2 - Start induktoru			A3 - Nesprávné snímání teploty induktorem			A4 - Vynášecí dopravník, vytlačení ind., vodící lišta			A5 - Strojní/elektro údržba			
<u>B</u>	Válce, pých, externí pých	B1 - Výměna válce, pých. nebo externí pých.			B2 - Seřízení válce, pých. nebo externí pých.			B3 - Broušení válce, pých. nebo externí pých			B4 - Strojní/elektro údržba					
<u>C</u>	Kováci lis	C1 - Výměna zápustek			C2 - Nahřívání			C3 - Seřízení vyhazovače			C4 - Přestavení beranu			C5 - Plechování			
		C6 - Výměna podložky			C7 - Špatně nachystané nářadí			C8 - Broušení zápustky			C9 - Prasklá/ opotřebená zápustka			C10 - Strojní/elektro údržba			
<u>D</u>	Ostříhovací lis	D1 - Výměna ostříhovačky/děrovačky			D2 - Seřízení ostříhovačky/děrovačky			D3 - Broušení ostříhovačky/děrovačky			D4 - Strojní/elektro údržba					
<u>E</u>	Dopravník, pomocné nářadí, kalící lázeň	E1 - Výměna dopravníku			E2 - Seřízení dopravníku			E3 - Strojní/elektro údržba dopravníku			E4 - Oprava pomocného nářadí (kleště, pistole...)			E5 - Strojní/elektro údržba KDT			
<u>F</u>	Robot	F1 - Výměna nářadí			F2 - Seřízení			F3 - Strojní/elektro údržba					
<u>G</u>	Čekání na	G1 - Příchod TOV/Mechanici			G2 - Rozhodnutí TKJ/Mistr			G3 - Příchod člena osádky			G4 - VZV					
<u>H</u>	Jiné	H1 - Přestávka			H2 - TPM			H3 - Úklid			H4 - Školení			H5 - Porada			

Obr. 41 Nové členenie prestojov v zmenovom kontrolnom liste (vlastné spracovanie)

Príklady jednotlivých príčin prestojov patriacich do daných skupín v novom zmenovom kontrolnom liste sú súčasťou nasledujúcej Tab. 8. Toto členenie poskytuje presnejší obraz o tom, ktoré typy prestojov spadajú do daných skupín.

Tab. 8 Príklady prestojov do nového zmenového listu (vlastné spracovanie)

Trieda prestoja		Činnosti spadajúce pod jednotlivé triedy	
<u>A</u>	Induktor	A1	Výmena induktora na iný priemer, prípadne tvar
		A2	Štart induktora pri rozbehu výroby (po prestoji, po prestávke, po výmene induktora pri novej zákazke)
		A3	Nesprávne snímanie teploty tepelným snímačom induktora
		A4	Lepiaci sa materiál v induktore, oprava klapky na sklze induktora, oprava vodiacej lišty induktora, vzpričená tlačka induktora, zaseknutý materiál v induktore
		A5	Oprava poruchy induktora (tepelného čidla, prasknutá hadica prívodu vzduchu,...)
<u>B</u>	Valce, pech, externý pech	B1	Výmena valcov, pechovadla, externého pechovadla, pridané na žiadosť vedenia
		B2	Úprava valcovačky (kalibrácia valcov na rovnomerné valcovanie materiálu), pechu
		B3	Brúsenie valcovačky, pechovadla, externého pechovadla
		B4	Snímač valcovačky nereaguje – tepelný snímač nereaguje na prechod materiálu
<u>C</u>	Kováčsky lis	C1	Výmena zápustiek - pri novej zákazke
		C2	Nahrievanie zápustiek - pri novej zákazke, po prestoji
		C3	Vzpriečenie, zaseknutie, ohnutie, zalisovanie vyhadzovača
		C4	Prestavenie barana lisu
		C5	Plechovanie zápustiek
		C6	Výmena podložky pod pechovadlo
		C7	Zlá príprava náradia - prehodenie pozície zápustiek, absencia vyhadzovačov, po prípade nachystanie nesprávneho rozmeru vyhadzovača, hľadanie náradia (kliešte, kladivo,..) po dielni
		C8	Brúsenie zápustiek - pri zmene tavby (novom zákazníčkovi), po opotrebení zápustiek
		C9	Prasknutie zápustky pred štandardnou dobou opotrebenia a jej následná výmena
		C10	Strojná/ elektro údržba kováčskeho lisu - prehriatie brzdy lisu, prasknutý prívod vzduchu do lisu,...
<u>D</u>	Odstrihovací lis	D1	Výmena odstrihovačky/ dierovačky - prebiehala súčasne s výmenou zápustiek
		D2	Zorad'ovanie odstrihovačky/ dierovačky - po prestoji, pri rozbehu výroby (po jeho výmene)
		D3	Brúsenie odstrihovačky/dierovačky
		D4	Strojná/ elektro údržba odstrihovacieho lisu

Trieda prestoja		Činnosti spadajúce pod jednotlivé triedy	
<u>E</u>	Dopravník, pomocné nástroje, kvalitný kúpeľ	E1	Výmena dopravníku - pri poruche, z dôvodu nutnosti dlhšieho dopravníkového systému (pri chladnutí výkovkov)
		E2	Zoradovanie dopravníku - vyvlečená reťaz na dopravníku, zasekávanie kusov na dopravníku, zoradovanie chladiaceho ventilátoru výkovkov na dopravníku
		E3	Strojná/elektro údržba - vzpriechené lamely na dopravníku, porucha motora dopravníku
		E4	Oprava pomocného náradia - pištoľ na nanášanie grafítu do zápusky, pištoľ na chladenie odstrihovadla, kováčskych klieští
		E5	Strojná/elektro údržba KDT - chyba snímača teploty výkovkov, zaseknutie dopravníku v KDT
<u>F</u>	Robot	F1	Výmena náradia robota - položka pridaná na žiadosť vedenia
		F2	Zoradovanie robota - položka pridaná na žiadosť vedenia
		F3	Strojná/elektro údržba robota - položka pridaná na žiadosť vedenia
<u>G</u>	Čakanie na	G1	Čakanie na príchod TOV/ mechanika
		G2	Čakanie na rozhodnutie TKJ/majstra - pri nesprávnom fungovaní stroja, nezhodných parametroch výkovku,...
		G3	Čakanie na príchod člena posádky
		G4	Čakanie na príchod VZV
<u>H</u>	Iné	H1	Prestávka – nezapočítava sa do prestojov
		H2	TPM – nezapočítava sa do prestojov, položka pridaná na žiadosť vedenia
		H3	Upratovanie pracoviska pred predaním zmeny po dokončení zákazky – nezapočítava sa do prestojov
		H4	Školenie - položka pridaná na žiadosť vedenia, nezapočítava sa do prestojov
		H5	Porada - položka pridaná na žiadosť vedenia, nezapočítava sa do prestojov

ZÁVER

Cieľom práce bola analýza neefektívnych výrobných časov vo vybranom výrobnom procese v spoločnosti Kovárna VIVA a.s. Z dôvodu najväčších vykázaných prestojov za minulé obdobia, boli pre podrobnejšie rozборы vybrané 3 výrobné linky LMZ 1600 1/2/3, ktoré produkujú výkovky rozličných tvarov a použitia. Detailná analýza týchto liniek odhalila nielen nedostatky v časovom využití týchto zariadení, ale aj v odvádzaní priebehu výroby na týchto linkách. Bolo zistené, že celkový plánovaný čas, určený pre výrobu na týchto linkách, tvorí 20 až 23% prestojov, ktoré predstavujú nielen časové, ale aj nákladové straty. Taktiež bol vyvodený záver, že súčasný spôsob odvádzania výroby, a to najmä prestojov, v stávajúcom zmenovom kontrolnom liste, nie je presný, informácie z neho nie sú relevantné a dostačujúce pre vedenie spoločnosti na to, aby bolo schopné tieto nedostatky riešiť.

Na základe týchto zistených údajov bola realizovaná Paretova analýza, ktorá mala odhaliť prestoje podieľajúce sa v najväčšej miere na celkových časových stratách vo výrobnom procese spomínaných liniek. Výsledky Paretovej analýzy potom usmernili realizáciu návrhov na elimináciu (skrátene) prestojov, prioritne na vybrané miesta vo výrobnom procese, u ktorých bol najväčší predpoklad na dosiahnutie výrazných časových, ako aj nákladových úspor. K jednotlivým návrhom boli spracované, ako ekonomické prínosy pre spoločnosť, tak aj eventuálne prínosy pri prijatí návrhov vo forme zvýšenia celkovej miery využitia strojných zariadení.

Realizované analýzy prestojov na linkách LMZ 1600 1/2/3 umožnili taktiež spracovať návrh novej metodiky členenia skupín prestojov, ktoré sú odvádzané z výroby. Výhodou nového členenia prestojov je prehľadnosť a spresnenie poskytovaných informácií. Nová metodika prezentovania informácií poskytuje relevantný a presný obraz o dianí, nedostatkoch výrobného procesu a slúži aj ako podklad pre možné zlepšenia vo výrobnom procese kovania. Nové členenie prestojov bolo rozšírené o zariadenia mimo analyzovaných liniek LMZ 1600 1/2/3, čím sa stalo univerzálnym pre všetky výrobné linky zaoberajúce sa procesom kovania v spoločnosti Kovárna VIVA a.s.

Ďalej bolo navrhnuté nahradiť súčasné odvádzanie výroby formou automatického zberu a vyhodnocovania dát z výroby, implementáciou odvádzacích terminálov. Aj tento návrh spoločnosť vyhodnotila ako prínosný a zaoberá sa jeho samotným zavedením. Nevyhnut-

ným predpokladom pre tieto odvádzacie terminály bude vypracované členenie nových skupín prestojov.

Celá práca bola prijatá ako prínos pre spoločnosť Kovárna VIVA a.s., a to nielen z pohľadu návrhov na riešenie odhalených problémov a nového členenia skupín prestojov vzniknutých na výrobných linkách LMZ 1600 1/2/3, ale aj z toho dôvodu, že podala skutočný obraz o problémových pracoviskách a umožnila tak realizáciu komplexných racionalizačných zmien.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- BAIRD, Robert, 2014. Lean Teams USA. *OEE Financial Savings From Component Improvements*. [online]. [cit. 2016-03-29]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/RobertBaird1/oeefinancialbenefitsfromcomponentimprovement>
- BOLEDOVIČ, Ľudovít, 2007. CEZ (OEE). *IPA Slovakia*. [online]. [cit. 2016-03-01]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/cez-oeef>
- FINNERTY, James, 2008. Automated collection of real-time production data. *The Fabricator*. [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://www.thefabricator.com/article/shopmanagement/automated-collection-of-real-time-production-data>
- GULATI, Ramesh, 2013. *Maintenance and reliability: best practises*. 2nd ed. New York: Industrial Press, xix, 474 s. ISBN 978-0-8311-3434-1.
- GULATI, Ramesh a Ricky SMITH, 2009. *Maintenance and reliability: best practises*. 1st ed. New York: Industrial Press, xiii, 416 s. ISBN 978-0-8311-3311-5.
- KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR, 2002. *Jak zvyšovať produktivitu firmy*. 1 vyd. Žilina: inFORM, 1 sv (různé stránkování). ISBN 80-968583-1-9.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 238s. ISBN 80-86851-38-9.
- KRIŠŤÁK, Jozef, 2007. Produktivita. *IPA Slovakia*. [online]. [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/produktivita>
- LENFELD, Petr, 2005. *Technologie II – 1. část, tváření kovů* [elektronická skripta]. [cit. 2016-03-05]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/index.htm
- MALEGA, Peter a Jozef MIHOK, 2006. Prestoje a straty versus efektívnosť výroby. *Transfer inovácií* [online]. č. 9, s. 97-100 [cit. 2016-03-01]. ISSN 1337-7094. Dostupné z: <http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/9-2006/pdf/97-100.pdf>
- MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. 1. vyd. Liberec: Institut technologií a managementu, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství*. 1.vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

Obchodní rejstřík, © 2000-2016. *Kovárna VIVA a.s.* [online]. [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://obchodnirejstrik.cz/kovarna-viva-a-s-46978496/>

SHOPFLOOR CONNECT, ©2016. What is ShopFloor Connect?. *ShopFloor Connect* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://shopfloorconnect.com/sfc/sfcmaininfo.html>

SKŘIVAN, Jaromír, 2000. Databáze a jazyk SQL. *Interval.cz* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <https://www.interval.cz/clanky/databaze-a-jazyk-sql/>

STAMATIS, D.H., 2010. *The OEE primer: understanding overall equipment effectiveness, reliability, and maintainability*. Boca Raton, Florida: CRC Press, xxxv, 466 s. ISBN 978-1-4398-1406-2.

STRAKA, Igor, © 2016. Efektivnosť výroby a skryté kapacity. *Strojárstvo / Strojírenství* [online]. [cit. 2016-02-28]. Dostupné z: <http://www.engineering.sk/clanky2/informacne-technologie/396-efektivnost-vyroby-a-skryte-kapacity>

STŘELEČ, Jiří, 2012. Pareto analýza. *Vlastní cesta* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/pareto-analyza/>

STŘELKA, Jaroslav, 2012. Efektivní výroba je klíčem k úspěchu. *System Online* [online]. [cit. 2016-03-29]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/efektivni-vyroba-je-klicem-k-uspechu.htm>

SVĚTLÍK, Vladimír, 2003. Sledování a řízení efektivity výroby. *System Online* [online]. [cit. 2016-03-29]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/clanky/sledovani-a-rizeni-efektivity-vyroby.htm>

ŠTURBLÍKOVÁ, Iva, 2013. MES Systémy ve strojírenství – část 1. *MES Centrum* [online]. [cit. 2016-03-01]. Dostupné z: <http://www.mescentrum.cz/clanky/mes-mom/131-mes-systemy-ve-strojirenstvi-cast-1>

TEKULOVÁ, Zuzana, 2015. *Produktivita podniku*. 1. vyd. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 70 s. ISBN 978-80-971986-1-9.

VIVA a. s., © 2016. *VIVA kovárna* [online]. [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.viva.cz/>

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

CAD	Computer-aided Design
CAM	Computer-aided Manufacturing
CEZ	Celková efektívnosť zariadenia
GAE	Gesamtanlageneffektivität - celková efektívnosť zariadenia
LAN	Local Area Network - lokálna počítačová sieť
MES	Manufacturing Executive System – výrobné informačné systémy
OEE	Overall Equipment Effectiveness - celková efektívnosť zariadenia
SQL	Structured Query Language – programovací jazyk pre prácu s databázami
TKJ	Technická kontrola jakosti
TOV	Technická obsluha výroby
TPM	Total Productive Maintenance - totálne produktívna údržba
VZV	Vysoko zdvižný vozík

ZOZNAM OBRÁZKOV

<i>Obr. 1 Možnosti zvyšovania produktivity (Krišťak, 2007)</i>	14
<i>Obr. 2 Následky pomalého rastu produktivity (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 14)</i>	14
<i>Obr. 3 Časové využitie chodu strojného zariadenia (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 39)</i>	15
<i>Obr. 4 6 hlavných strát na strojnom zariadení (Boledovič, 2007)</i>	16
<i>Obr. 5 Zvyšovanie produktivity (Střelka, 2012)</i>	18
<i>Obr. 6 Vizualizácia výpočtu CEZ (Straka, ©2016)</i>	19
<i>Obr. 7 Vzťah medzi dobou prestoja a produktivitou (Malega a Mihok, 2006, s. 97-100)</i>	20
<i>Obr. 8 Manuálny zber a vyhodnocovanie dát (vlastné spracovanie)</i>	26
<i>Obr. 9 Příklad odvázacího terminálu značky ShopFloor Connect (ShopFloor Connect, ©2016)</i>	28
<i>Obr. 10 Automatický zber a vyhodnocovanie dát (vlastné spracovanie)</i>	29
<i>Obr. 11 Příklad výstupu z Paretovéj analýzy (Střelec, 2012)</i>	31
<i>Obr. 12 Sled operácii pri zápusťkovom kovaní (vlastné spracovanie)</i>	32
<i>Obr. 13 Princíp indukčného ohrevu (Lenfeld, 2005)</i>	32
<i>Obr. 14 Nadelený hutný polotovár (vlastné spracovanie)</i>	33
<i>Obr. 15 Ukážka induktora a prechodu hutného polotovaru induktorom (vlastné spracovanie)</i>	33
<i>Obr. 16 Příklad ideálneho predkovku (vlastné spracovanie)</i>	34
<i>Obr. 17 Princíp priečne klinového valcovania (Lenfeld, 2005)</i>	35
<i>Obr. 18 Ukážka valcovacieho stroja, valcovacieho procesu a odvalku (vlastné spracovanie)</i>	35
<i>Obr. 19 Princíp pechovania (Lenfeld, 2005)</i>	36
<i>Obr. 20 Ukážka časti zápusťky a vlozenej zápusťkovej vložky (vlastné spracovanie)</i>	37
<i>Obr. 21 Princíp postupového zápusťkového kovania (Lenfeld, 2005)</i>	38
<i>Obr. 22 Znážornenie výronku na výkovku (Lenfeld, 2005)</i>	39
<i>Obr. 23 Princíp odstrihovania a dierovania (Lenfeld, 2005)</i>	39
<i>Obr. 24 Logo spoločnosti Kovárna VIVA a.s. (interné materiály)</i>	41
<i>Obr. 25 Lokalizácia spoločnosti Kovárna VIVA a.s. (vlastné spracovanie)</i>	43
<i>Obr. 26 Příklad výkovkov z výrobkového portfólia (Kovárna VIVA, © 2016)</i>	44
<i>Obr. 27 Vývoj a výroba kováčskych nástrojov (Kovárna VIVA, © 2016)</i>	44
<i>Obr. 28 Významní zákazníci spoločnosti (interné materiály)</i>	45

<i>Obr. 29 Štruktúra výrobného portfólia (Kovárna VIVA, © 2016)</i>	45
<i>Obr. 30 Operácie tvoriace proces výroby výkovkov (interné materiály)</i>	46
<i>Obr. 31 Umiestnenie výrobných liniek LMZ 1600 1/2/3 v 92. budove (interné materiály)</i>	50
<i>Obr. 32 Layout výrobných liniek LMZ 1600 1 (vlastné spracovanie)</i>	52
<i>Obr. 33 Layout výrobných liniek LMZ 1600 2 (vlastné spracovanie)</i>	52
<i>Obr. 34 Layout výrobných liniek LMZ 1600 3 (vlastné spracovanie)</i>	53
<i>Obr. 35 Zmenový kontrolný list (interné materiály)</i>	54
<i>Obr. 36 Príklad na porovnanie analyzovaných a odvádzaných prestojov z výroby (vlastné spracovanie)</i>	57
<i>Obr. 37 Miera využitia liniek LMZ 1600 1/2/3 (vlastné spracovanie)</i>	60
<i>Obr. 38 Výrez z Paretovho diagramu najvýznamnejších prestojov (vlastné spracovanie)</i>	62
<i>Obr. 39 Pec na externý predohrev zápuštiok (vlastné spracovanie)</i>	64
<i>Obr. 40 Nové a staré triedenie vyhadzovačov (vlastné spracovanie)</i>	65
<i>Obr. 41 Nové členenie prestojov v zmenovom kontrolnom liste (vlastné spracovanie)</i>	69

ZOZNAM TABULIEK

<i>Tab. 1 CEZ podnikov svetovej triedy (Baird, 2014)</i>	23
<i>Tab. 2 Porovnanie metód zberu dát (vlastné spracovanie)</i>	27
<i>Tab. 3 SWOT analýza (vlastné spracovanie)</i>	47
<i>Tab. 4 Výstupné dáta z analýzy prestojov (vlastné spracovanie)</i>	58
<i>Tab. 5 Vstupné dáta pre Paretovu analýzu liniek LMZ 1600 1/2/3 (vlastné spracovanie)</i>	61
<i>Tab. 6 Ekonomické zhodnotenie prvého návrhu (vlastné spracovanie)</i>	64
<i>Tab. 7 Ekonomické zhodnotenie druhého návrhu (vlastné spracovanie)</i>	65
<i>Tab. 8 Príklady prestojov do nového zmenového listu (vlastné spracovanie)</i>	70

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha PI Pareto diagram prestojov liniek

PRÍLOHA P I: PARETOV DIAGRAM PRESTOJOV LINIEK

Pareto diagram prestojov na linkách LMZ 1600 1/2/3

