

POTENCIÁL PRO ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍHO PROCESU – IDENTIFIKACE ÚZKÝCH MÍST VE VÝROBĚ

K. JANOVSKÁ¹, I. VOZŇÁKOVÁ¹, J. DOBEŠ²

¹Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

²INPO s.r.o. kovárna Hošťálková

ABSTRACT: The Theory of Constraints is an universally known managerial method. The key thought of this method is an assertion that each system conceals in itself minimally one constraint - limitation which limits the whole system's performance. The detailed analysis of drop forging stamping process was conducted in INPO ltd., Hošťálková forge. This analysis led to uncovering the constraints in the process and finding the possibilities of how to increase performance. There are two problematic areas presented in the article. These problematic areas were identified within the conducted analysis. This article includes some suggested recommendations that should lead to removing the constraints and to shortening the logistic chain in the production of drop forgings. It is certainly not possible to claim that the above mentioned suggestions represent the ideal ones because all production activities are always possible to be done better as the kaizen approach suggests and that is also true about INPO s. r. o. company, Hošťálková forge.

KEY WORDS: The Theory of Constraints (TOC), the constraints in the process, the shortening the logistic chain in the production

1 ÚVOD

Teorie omezení (Theory of Constraints - TOC) je obecně známá manažerská metoda, jejíž klíčovou myšlenkou je tvrzení, že každý systém v sobě skrývá minimálně jedno úzké místo – omezení. Toto úzké místo systému brzdí celý systém, resp. ukazuje jeho maximální průtok a proto je nutné toto omezení identifikovat a odstranit. Toto úzké místo systémů brzdí celý systém resp. ukazuje jeho maximální průtok, a proto je nutné řešit toto omezení bez ohledu na další problémy. Odstraňováním "úzkých míst" se dostáváme ke zlepšení fungování celého systému a zvyšování jeho výkonu. TOC se orientuje na systematické vyhledávání úzkých míst v podniku, maximalizaci průtoku, minimalizaci zásob a provozních nákladů. TOC poskytuje propracovaný systém řízení změn, ve kterém je propracován logický systém analýzy problémů a jejich příčin, řešení konfliktů, definování cílů a překážek, příprava akčního plánu a projektu změn (thinking process) a systém neustálého zlepšování.

TOC poskytuje ucelený systém pro management úzkých míst, ale některé nástroje logického myšlení jsou průmyslovou praxí v našich podmínkách někdy příliš komplikované. České a slovenské podniky přesto dokázaly v posledních letech úspěšně aplikovat mnohé z uvedených přístupů, po jejich částečném přizpůsobení našemu prostředí.

V domácím i v mezinárodním podnikatelském prostředí se neustále mění situace na trhu. Stále více se projevují individuální požadavky zákazníků, roste požadavek vyrábět nebo poskytovat službu podle individuálního přání klienta. Mnohé podniky zjišťují, že plnění zvláštních požadavků zákazníka je možné a že může vést ke získání konkurenční výhody. Výsledkem je, že podniky, které chtějí prosperovat a dlouhodobě existovat na trzích, musejí vyrábět stále víc odlišných výrobků, čímž obrovsky narůstá variabilita výroby. Na druhé straně podniky musejí dosahovat vysoké úrovně kvality, spolehlivosti v rychlosti a přesnosti dodávek, a to všechno při velmi nízkých nákladech.

Nastala nová situace na trhu, která je charakteristická rostoucími náklady na zdroje a suroviny. Jejimi dalšími charakteristickými znaky jsou nadměrná kapacita výrobních zařízení, tvrdší konkurence a zvýšené nároky na kvalitu.

Uvedené změny se týkají také oboru kovárenství. Zákazníci vyžadují velký sortiment a malé zakázky zápusťkových výkovků, které navíc musejí splňovat náročnější požadavky než v letech nedávno minulých. Od jednoduchých kroužků ložisek s velkým přírůstkem na další strojní obrábění, vyráběných ve velkých sériích se výroba přesouvá k produkci malosériových zakázek. U výkovků se navíc, oproti dřívějšímu, stále více objevují plochy, které nejsou již dále obráběny. Tato skutečnost sebou nese zvýšené nároky na kvalitu povrchu výkovků. Malá sériovost zakázek způsobuje častou nutnost výměny kovacího programu a z toho plynoucí důsledek – časté prostoje výrobních zařízení.

2 PROCES KOVÁNÍ ZÁPUSŤKOVÝCH VÝKOVKŮ VE SPOLEČNOSTI INPO S.R.O. KOVÁRNA HOŠŤÁLKOVÁ

Ve společnosti INPO s.r.o. kovárna Hošťálková byla provedena podrobná analýza stávajícího výrobního procesu - procesu kování zápusťkových výkovků, identifikovány problémové oblasti a navrženy doporučení, jejichž aplikace ve společnosti by mohla vést k odstranění úzkých míst procesu a zkrácení logistických řetězců při výrobě zápusťkových výkovků.

Popis procesu kování zápusťkových výkovků ve společnosti INPO s.r.o. kovárna Hošťálková:

Před uvedením materiálu do výroby se provádí rozměrová kontrola a laboratorní testování vstupního materiálu z ohledem na obsah chemických prvků v něm obsažených (metodou spektrální analýzy). První operací vlastního zhotovení výkovku je krácení. Tato operace se skládá ze dvou úkonů - z ohřevu materiálu při průchodu indukčními cívkami podávacího zařízení (ohřívací teplota se pohybuje mezi 100°- 300° C) a samotného krácení předehřátého materiálu na strojních krátících nůžkách ScKU 800. Poté probíhá operace zápusťkového kování - výchozí polotovár, ohřátý na potřebnou kovací teplotu je vložen do dutiny zápusťky a je na něj působeno tlakem nebo údery tvářecího stroje. Ke kování používá společnost INPO s.r.o. kovárna Hošťálková tři kovací lisů (2 o kovací silách 1600t a 1 o kovací síle 2500t). Počet kovacích dutin při zápusťkovém kování záleží na tvaru výkovku a na tvaru výchozího materiálu. Prvním zařízením kovací linky je indukční ohřev, druhým lis zápusťkový kovací (LZK1600, resp. LZK2500) a posledním lis děrovací ostříhový (LDO315). Další zpracování výkovků po vykování je různé podle konkrétních požadavků zákazníků:

- tepelné zpracování výkovků, jejich následné tryskání, kontrola a expedice k zákazníkovi,
- tryskání výkovků, kontrola a expedice k zákazníkovi,
- ostřížení výkovků, jejich výstupní kontrola a expedice k zákazníkovi,
- tryskání výkovků, operace moření u výkovků z nekorodující oceli (na přání zákazníka), která je prováděna v kooperaci s jinou firmou.

3 PROBLÉMOVÉ OBLASTI PROCESU KOVÁNÍ ZÁPUSŤKOVÝCH VÝKOVKŮ A NAVRHOVANÁ DOPORUČENÍ

Navrhovaná doporučení:

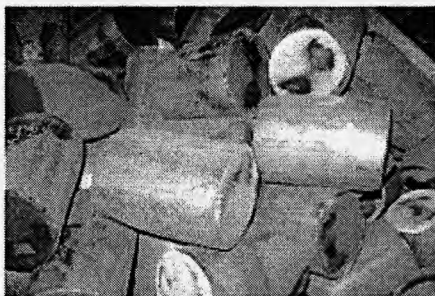
1. Krácení - úzké místo procesu

Krácení je první operací vlastního zhotovení výkovku a se skládá ze dvou úkonů - z ohřevu materiálu při průchodu indukčními cívkami podávacího zařízení a samotného krácení předehřátého materiálu na strojních krátících nůžkách ScKU 800. Výkon operace "krácení" je omezen pouze počtem zdvihů, které je zařízení - krátící nůžky ScKU 800 schopné vykonat za jednotku času. Ohřev materiálu malého průměru (od \varnothing 32 – 45 mm) probíhá rychle a je kontinuální. U větších průměrů materiálu (\varnothing 50, \varnothing 60 až po \varnothing 110 mm) je nutný určitý čas na ohřev materiálu a vzniká tak prodleva - čekání zařízení krátící nůžky ScKU 800. Délka prodlevy s průměrem materiálu, který je ohříván indukčními cívkami roste a tím klesá i počet „nakrácených“ přífězů za jednotku času, viz tabulka č. 1 - Hodinové výkony krácení.

Tabulka 1 Hodinové výkony krácení¹ - krátící nůžky ScKU 800

hmotnost přířezu (kg)	počet „nakrácených“ kusů za hod.	hmotnost „nakrácených“ kusů za hod. (kg)
do 1,20	807	968
do 3,00	598	1794
do 4,00	475	1900
do 5,00	370	1850
do 6,00	314	1884
do 10,00	197	1970
nad 10,00	134	1340

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že největší počet přířezů v kusech se „nakráčí“ v nejmenší váze, tj. v hmotnosti přířezu do 1,20 kg. Pokud ovšem vztáhneme „nakrácené“ množství na kg je produktivita zařízení - krátící nůžky ScKU 800 nejvyšší při krácení přířezů do 10 kg hmotnosti a pouze při této hmotnosti přířezu odpovídá výkon operace krácení spotřebě materiálu kovací linky LZK 2500 za stejné časové období.

**Obrázek 1** Nakrácené přířezy

Hlavním parametrem přířezu (viz obr.1) je jeho hmotnost a jakost stříhu. V plánu řízení výroby je stanovena tolerance hmotnosti, která musí být při samotném krácení dodržována. Její překračování nad maximální mez, má za následek plýtvání s materiálem. Nedodržení minimální meze způsobí, že bude při kování chybět materiál, což může mít za následek nedotečení tvaru výkovku. Velikost tolerancí hmotnosti přířezu je stanovena v plánu řízení výroby. Velký vliv na kvalitu výkovků má také jakost stříhu přířezů, nesmí zde vznikat žádné trhliny, oblasti vytrženého materiálu atd. Případné jehly po ostřížení jsou přesně definovány a nesmí být větší než povoluje tolerance uvedená v plánu řízení výroby. Vzhledem k tomu, že zákazníci požadují výkovky jen s velmi malými přířevkami na obrábění (dost často se na výkocích vyskytují plochy které se vůbec neobrábějí) může být případná zakovaná jehla přířezu podstatným zdrojem neshod konečných výkovků. Závady vystupující z krácení velmi podstatně ovlivňují kvalitu konečného výkovku, proto musí být tyto závady včas odhaleny a navržena opatření, která jejich výskyt minimalizuje. Z tohoto důvodu jsou parametry: teplota, hmotnost přířezu a jakost stříhu v pravidelných intervalech kontrolovány nejen obsluhou, ale také pracovníky operační kontroly, kteří o nich vedou písemný záznam.

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že operace krácení je úzkým místem procesu, proto musí být zařízení - krátící nůžky ScKU 800 využito v maximální míře a je nutno vhodně kombinovat hmotnostní požadavky jednotlivých kovacích linek (LZK1600, LZK2500). Při nedisponibilitě zařízení (která u takto starého zařízení není ničím neobvyklým) vzniká okamžitý nedostatek přířezů a tím dochází ke zpomalení (někdy i k zastavení) celého výrobního cyklu. Tento stav je následně řešen krácením v kooperaci s jinými firmami s důsledkem výrazně vyšších nákladů.

¹ Zdroj: Výkonové normy pro operaci krácení, INPO s.r.o. kovárna Hošťálková

Zvýšení výkonu operace krácení je možné dosáhnout pouze instalací nového zařízení, které by mělo pracovat na principu řezání přířezů než na krácení stříháním. U řezaného materiálu je menší hmotnostní rozptyl přířezu. Při řezání přířezů také nevznikají na přířezech praskliny a jehly takového rozsahu jako u krácení stříháním.

Další výhodou jsou rovná čela přířezů, což je důležité při pýchování v první zápustce kovacího lisu, neboť přířezy nejsou vratké a obsluha je nemusí přidržovat.

2. Tepelné zpracování – úzké místo procesu

Na základě provedené analýzy bylo zjištěno, že operace - tepelné zpracování je úzkým místem procesu. Jednak je časově náročné, především u sferoidizačního žhání a dále z důvodu omezené kapacity při normalizačním a izotermickém žhání. Zvýšení výkonnosti tohoto úzkého místa je možné pouze rozšířením kapacit zpracování, nebo změnou materiálů, které toto zpracování nevyžadují a stačí jim pouze řízené dochlazování na dopravním pásu. Na obr.2 je příklad uspořádání kovací linky s lisem LZK 1600:



1. indukční ohřev
2. kovací lis LZK1600
3. ostřihový lis LDO315

Obrázek 2 Kovací linka LZK 1600

Mimo tohoto uspořádání je navíc u kovací linky s lisem LZK2500 přidáno ještě jedno zařízení a to pásový dopravník hotových výkovků (viz obr.3), na kterém probíhá řízené dochlazování, jímž je nahrazeno další tepelné zpracování. Dopravník je dlouhý 6 m a jeho rychlost je plynule regulovatelná. Rychlost je pro daný výkovek stanovena plánem řízení výroby.



Obrázek 3 Pásový dopravník řízeného dochlazování

Tohoto řešení je vhodné využít u výkovku, který tvoří podstatnou část tržeb společnosti. Původní materiál výkovku (100 Cr6) byl postupně, po vyzkoušení u zákazníka, a jeho souhlasem se změnou, nahrazován materiálem SAE 1055M, který nevyžaduje sferoidizační žíhání. Při produkci cca 20 000 ks/měsíc a čisté hmotnosti výkovku 5,2 kg jde o 104 t materiálu, který se nemusí tepelně zpracovávat. Další úspora času by vznikla při následném závěsném tryskání, kdy výkovek s původního materiálu (100Cr6) musel být z důvodů silnějšího za okujení tryskán déle, viz tabulka č. 2.²

Tabulka 2 Doba trvání tryskání výkovků v závislosti na materiálu

Materiál výkovku	Čas tryskání jedné vsázky (min)	Velikost vsázky (počet kusů)	Výkon (počet ks/hod)	Čas potřebný na 20 000ks (hod)
100Cr6	20	25	75	266
SAE 1055	12	25	125	160

Z tabulky je patrné, že při použití materiálu SAE 1055 a velikosti dávky 20 000 ks výkovků, se ušetří 106 provozních hodin závěsného tryskacího zařízení za měsíc. Při tomto způsobu materiálové záměny vždy velkou roli hraje přístup zákazníka, zda-li je schopen a ochoten akceptovat navržené změny.

4 ZÁVĚR

Klíčovou myšlenkou Teorie omezení (TOC) je skutečnost, že každý reálný systém v sobě zahrnuje minimálně jedno úzké místo - omezení. V případě, že by v systému žádné úzké místo nebylo, pak by systém (podnik) dosahoval svého cíle neomezenou rychlostí a v neomezeném množství. Zaměřením úsilí na nejslabší článek systému lze získat rychlé a výrazné přínosy na jejichž základě je potom možné nastartovat proces neustálého zlepšování v celém podniku. Společnost INPO s.r.o. kovárna Hošťálková si uvědomuje, že vzhledem k situaci na trhu kovárenských výrobků je nutno podrobně identifikovat a analýzovat své výrobní procesy a zaměřit se na jejich neustálé zlepšování. Tato zlepšení nesmí být náhodná ale musí být systematická, protože jen tak mohou pro podnik představovat výraznou konkurenční výhodu.

²Zdroj: Měsíční report červen 2007, INPO s.r.o. kovárna Hošťálková. Ostatní údaje o výkonnosti zařízení, použité v této kapitole jsou převzaty ze směrnice o tepelném zpracování v INPO s.r.o.kovárna Hošťálková

5 LITERATURA

- [1] SCHULTE, CH.: *Logistika*, Praha: Victoria Publishing, a.s., 2004
- [2] KOŠTURIÁK, J.; FROLÍK, Z. : *Štíhlý a inovativní podnik*, Praha: Alfa Publishing,s.r.o., 2006
- [3] Výkonové normy společnosti INPO s.r.o. kovárna Hošťálková
- [4] Směrnice o tepelném zpracování v INPO s.r.o.kovárna Hošťálková

Oponent: doc. Ing. Radim Lenort, Ph.D.