

# Velikost výrobní dávky a její vliv na flexibilitu výroby

## Bakalářská práce

*Studijní program:* B2301 – Strojní inženýrství  
*Studijní obor:* 2301R000 – Strojní inženýrství  
*Autor práce:* **Jiří Müller**  
*Vedoucí práce:* doc. Dr. Ing. František Manlig



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří Müller**  
Osobní číslo: **S14000504**  
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Strojní inženýrství**  
Název tématu: **Velikost výrobní dávky a její vliv na flexibilitu výroby**  
Zadávací katedra: **Katedra výrobních systémů a automatizace**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je na konkrétním výrobním procesu analyzovat vliv velikosti výrobní dávky a navrhnout její "optimální" velikost.

1. Úvod do problematiky (Lean, definice výrobní dávky,...)
2. Analýza způsobu stanovování velikosti výrobní dávky, vlivy a podmínky ovlivňující velikost výrobní dávky
3. Návrh na redukci výrobní dávky na konkrétním případu ve Firmě Bosch diesel s.r.o. v Jihlavě
4. Zhodnocení, závěr

Rozsah grafických prací: **podle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **40-50 stran**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

**Základní literatura:**

- [1] LIKER, J. *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7.  
[2] SIXTA, J. a V. MACÁT. *Logistika*. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0573-3.  
[3] *IPA slovník* [online slovník], 2015. Dostupné z <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník>.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr. Ing. František Manlig**  
Katedra výrobních systémů a automatizace  
Konzultant bakalářské práce: **Ing. František Koblasa, Ph.D.**  
Katedra výrobních systémů a automatizace  
Datum zadání bakalářské práce: **5. března 2015**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **5. června 2016**

  
prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld  
děkan



  
Ing. Petr Zelený, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 5. března 2015

## Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. Dr. Ing. Františkovi Manligovi za jeho připomínky, poznámky, odbornou pomoc a čas, který mi věnoval.

Dále děkuji všem kolegům a pracovníkům ze společnosti Bosch Diesel s.r.o., kteří mi svými radami, poznámkami a potřebným materiálem pomáhali k dokončení této bakalářské práce.

A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat všem svým blízkým, známým a přátelům za neskutečnou trpělivost a podporu, kterou mi věnovali během celého mého studia.

## **Anotace**

Tato bakalářská práce zpracovává téma výrobní dávky a její vliv na flexibilitu výroby. V této práci popisují několik principů a pravidel štíhlé výroby s ohledem na výrobní dávku a zaměřuji se na téma výrobní dávky z pohledu včasného plánování, přípravy výroby. Na konkrétním příkladu z praxe je pak aplikován princip rychlého přeseřízení a použití specifického nástroje, který je znám v mnohých firmách jako POINT CIP.

**Klíčová slova:**

Výrobní dávka, štíhlá výroba, rychlé přeseřízení, POINT CIP

## **Anotation**

This work deal with topic production batch and influence on production flexibility. In this work I describe some of the principles and rules of lean production with regard to production batches and focus on the theme of the production batch from the perspective of early planning, production planning. A specific example of the practice is then applied the principle of quick change-over and use a specific tool, which is known in many companies as POINT CIP.

**Key words:**

Production batch, lean production, QCO –quick change over, POINT CIP

# Obsah

<b>Seznam zkratk</b>	9
<b>1 Úvod</b>	10
1.1 Problematika štíhlé výroby (lean production)	11
1.2 Toyota Production System	12
1.3 Pojem „Lean“	14
1.4 Flexibilita výroby	15
<b>2 Výrobní dávka – charakteristika</b>	16
2.1 Vlivy ovlivňující výrobní dávku	16
2.2 Vliv včasného naplánování výrobního procesu	17
2.3 Možnosti pro zlepšení naplánování výrobního procesu	18
2.4 Model EOQ (economic order quantity)	20
<b>3 Představení firmy Bosch Diesel s.r.o.</b>	22
3.1 Historie výroby vysokotlakých čerpadel CP4	23
3.2 Proces výroby hlav	24
3.3 Technologický postup obrábění hlav „za tvrda“	25
3.4 Řízení výroby hlav CP4	27
3.5 Materiálový tok hlav CP4	28
<b>4 Aplikační část</b>	30
4.1 Výpočet výrobní dávky dle modelu EOQ	31
4.2 Analýza aktuálního stavu materiálového toku	32
4.3 Analýza přeseřžení na OP30	34
4.4 Vypracování nového standardu pro přeseřžení	37
4.5 Ověření nového standardu přeseřžení	40
4.6 Zhodnocení výsledků	43

<b>5</b>	<b>Závěr</b>	<b>45</b>
<b>6.</b>	<b>Seznam použité literatury</b>	<b>47</b>
<b>7.</b>	<b>Seznam obrázků, tabulek a vzorců</b>	<b>49</b>
7.1	Seznam obrázků	49
7.2	Seznam tabulek	49
7.3	Seznam vzorců	49



## Seznam zkratek

ABS	Antiblockiersystem, protiblokovací systém používaný v automobilech
CP4	Vysokotlaké čerpadlo pro dieselové motory 4. Generace
FIFO	First in First out, princip toku materiálu
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung, obdoba české spol. s r.o., tedy společnosti s ručením omezeným
IPN	International Production Network, mezinárodní výrobní síť
JIT	Just in Time, principem této filozofie je vyrábět výrobky v daném množství a čase dle požadavku zákazníka
Kanban	japonsky 看板, doslovně přeloženo znamená "cedule" nebo "karta"
KPI	Key performance Indicator, klíčový ukazatel výkonosti
LPC	Layered proces audit, vrstvený audit (audit několika úrovní managementu)
MTM	Methods-Time Measurement, metoda předem stanovených časů
NOX	Oxidy dusíku
OEE	Overall equipment effectiveness, celková efektivita zařízení
POINT CIP	Systematika pro ověřování účinnosti navržených zlepšení
QCO	Quick Change Over, rychlé přeseřízení zařízení
SAP	Systeme, Anwendungen, Produkte in der Datenverarbeitung, systém (SW) pro řízení podniku
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System, výrobní systém firmy Toyota
5S	z japonštiny, 5 základních pravidel, pro zavedení štihlé, přehledné a čisté výroby

# 1 Úvod

Cílem této bakalářské práce je popsat teoretické ale zároveň i praktické aspekty a podněty, které jsou spojené s pojmem výrobní dávka a s jejím vlivem na flexibilitu výrobních zařízení (jednotlivých strojů, výrobních celků nebo linek).

Současně je cílem poskytnout zamyšlení, možnosti popř. řešení pro zlepšení procesu plánování, přípravy popř. rozběhu výroby či plánované optimalizace v již běžící sériové výrobě.

Na začátku práce je charakterizován pojem „štíhlé výroby“ (lean production), její vliv na moderní procesy, firemní prostředí ale i firmy jako celek. Dále je stručně popsán nejstarší výrobní systém na světě a to Toyota Production System, od historie až po definici klíčové části tohoto systému - tj. plýtvání. V práci je rovněž nastíněn vznik pojmu lean a jeho význam hlavně pro management firem a podniků a dále je zde ještě zdefinována flexibilita, její přínos, respektive efekt na moderní výrobní systémy.

Práce se zabývá i vlastní teorií výrobní dávky – její definicí, vlivem, podmínkami ovlivňující její velikost, jejím použitím apod.

V této bakalářské práci je pak zpracováván konkrétní úkol z firmy, která je největším a nejrespektovanějším zaměstnavatelem na Vysočině a která je dceřinou firmou největší dodavatelské firmy v oblasti Automotive na světě. Firma, která má bohaté a široké zkušenosti nejen se zaváděním a implementací, ale následně i s dalším rozvojem různých technik a metod z oblasti Lean. Touto firmou je Bosch Diesel s.r.o v Jihlavě.

Zde na základě požadavku z jedné výrobní části předvýroby vysokotlakých čerpadel je popisován postup (analýza, návrh nového řešení a následné vyhodnocení) při optimalizaci výrobní dávky, nejdříve za pomoci všeobecně známého vzorce pro výpočet výrobní dávky a následně i za pomoci jedné z technik z oblasti štíhlé výroby a vliv této optimalizace na flexibilitu dané výroby. Úspěšnost zavedení této techniky je zde dokumentována za použití specifického nástroje firmy Bosch pro stabilizaci nově implementovaných zlepšení a změn v procesu.

## 1.1 Problematika štihlé výroby (lean production)

Drtivá většina současných výrobních firem, společností a korporací stojí stále častěji před otázkou, jak v dnešní pulzující a neuvěřitelně rychle se měnící době zajistit sobě, svým zaměstnancům, akcionářům a majitelům a samozřejmě i zákazníkům na jedné straně stabilitu, trvalý a kontinuální růst obratu, zisku, zvětšující se podíl na trhu a nové, inovativní a originální produkty na straně druhé, být prostě tím leaderem, jedničkou v oboru, tím kdo „udává tón“.

Štihlá výroba (lean production) je proto v současnosti často vyslovovaná, mnohdy a mnohde i implementovaná filozofie, v jejím rámci se snaží firmy za pomoci všeobecně známých principů, metod a nástrojů vycházející z Toyota Production System buď v oblasti svého vlastního výrobního systému nebo za podpory různých konzultačních agentur a firem tento postup realizovat a díky tomu pak své procesy neustále a trvale zlepšovat, být konkurenceschopný a být tak o ten pověstný krok vepředu před ostatní konkurencí.

Ne všem se to ovšem podaří, nebo podaří zavést natrvalo. První úspěchy lze často dosáhnout v relativně krátké době a jsou podpořeny i mnohdy zajímavými benefity. Toto vše pak v managementu firem vzbuzuje falešný pocit uspokojení a způsobuje to, že implementace myšlenek štihlé výroby skončí dříve, než vlastně začala.

Zde pak ale nastává ten zlomový okamžik rozdělující firmy na ty úspěšné (dlouhodobě pracující s těmito principy) a ty neúspěšné, které něco začaly a pak to ukončily nebo nedokončily. Proč? Protože zaváděním různých principů a metod z této oblasti dojde k odhalování problémů, které vyžadují řešení. A čím rychleji jsou vyřešeny, tím častěji budou objevovány zase další a další problémy. Proto štihlá výroba není záležitost na rok nebo na dva roky. To je záležitost na celý život, respektive na celou dobu fungování firem, protože jenom tím neustálým, mnohdy malým, ale kontinuálním zlepšováním a permanentním tlakem na odstraňování plýtvání ve všech částech a ve všech úrovních firem a podniků se lze dopracovat k vynikajícím výsledkům, které zaručují trvalou prosperitu a budoucnost těchto firem.

## 1.2 Toyota Production System

Nejstarším známým výrobním systémem je tedy TPS (Toyota Production System). Všechny ostatní další známé výrobní systémy (dnes již ne pouze z oblasti Automotive, neboť tento systém nachází uplatnění i ve všech ostatních oblastech hospodářství, obchodu a ekonomiky), staví na principech TPS.

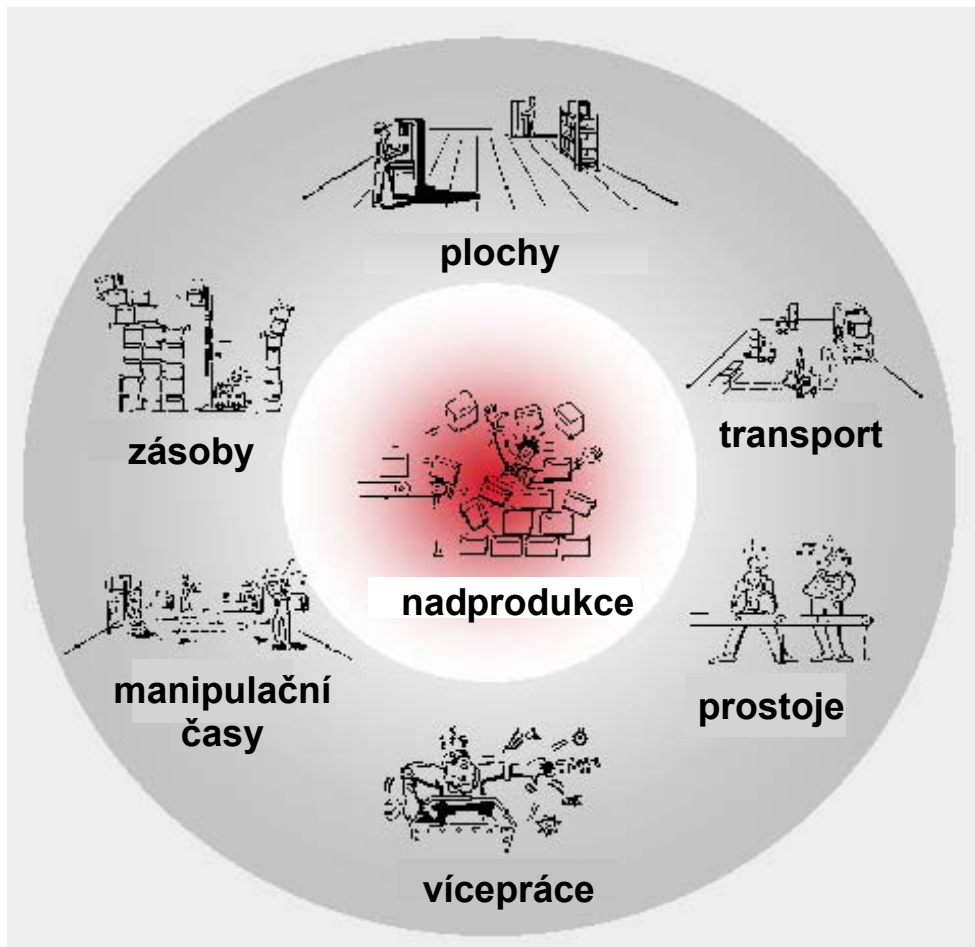
Ty od počátku 50. let 20. století řešil, spoluvytvářel a zaznamenával japonský inženýr Taichii Ohno, který po svém návratu ze studijního pobytu v USA začal s týmem spolupracovníků ve firmě Toyota prosazovat do té doby naprosto unikátní, ojedinělou filozofii postavenou na omezení plýtvání ve výrobě, zvanou MUDA. Toyota si v té době na rozdíl od amerických firem a společností nemohla dovolit investovat a vázat obrovské kapitálové prostředky ve výrobě, vyrábět v obrovských dávkách výrobky, které pak byly ještě dlouhou dobu zaskladněny ve skladech. Jeho charakteristika plýtvání je proto následující: *„Jediné, co děláme je to, že sledujeme čas od okamžiku, kdy nám zákazník zadá objednávku, k bodu, ve kterém inkasujeme peníze. A tento čas zkracujeme tím, že odstraňujeme plýtvání.“* [10]

Jiný popis pojmu plýtvání najdeme v knize Kaizen od pana Košturiaka, kde se uvádí že:

*„Minimalizace plýtvání se zaměřuje právě na minimalizaci nepřidané hodnoty a maximalizuje hodnotu přidanou.“* [10]

Těchto sedm druhů plýtvání, viz obr. 1, které jsou definovány v Toyota Production System, jsou:

1. Nadprodukce
2. Transport
3. Prostoje
4. Vícepráce (nekvalitní výroba)
5. Manipulační časy
6. Zásoby
7. Plochy



Obr. 1 - 7 druhů plýtvání [6]

Tyto principy a další metody zavedené a používané ve firmě Toyota, jako jsou např. 5S, JIT (just in time), Kanban, TPM (total productive maintenance) atd... se během 80. a 90. let minulého století rozšířily nejen k ostatním výrobcům automobilů, hlavně v USA a v západní Evropě, ale postupem doby prakticky do všech ostatních výrobních firem a podniků z různých odvětví průmyslu a obchodu. Je to samozřejmě i díky tomu, že Toyota sama nabízí svým partnerům – např. dodavatelům pomoc při optimalizaci a zlepšování jejich výrobních procesů a díky tomu je možné tyto metody a nástroje blíže poznat, aplikovat a mít z nich potřebný přínos. Staly se tak symbolem úspěšnosti a konkurenceschopnosti v dnešním tvrdém a nelítostném boji o zákazníka.

### 1.3 Pojem „Lean“

Pojem „Lean“ sám o sobě jako takový „nevymyslela“ Toyota v rámci svého TPS, jak se mnozí dnes domnívají, ale pojem „Lean“ jako první publikoval John Krafcik až v roce 1988 ve svém článku „Triumph of the Lean Production System“. [12]

Později pak tento pojem detailněji popsal Jim Womack ve svých člancích a statích jako „Lean“ filozofii a napomohl tak k jejímu unikátnímu celosvětovému rozšíření. Jak říká J.Košturik: *“Nebyla to žádná nová metoda řízení výroby, kterou by autoři objevili, důkladně jenom popsali principy, kterými se řídili japonští výrobci automobilů.”* [11]

Od té doby se tento pojem stal absolutním hitem. Hitem kvůli kterému mnohé firmy a společnosti neváhají investovat neuvěřitelné částky do poradců, konzultantů a samozřejmě pak do různých vylepšení, úsporných řešení atd., aby zavedly něco jako „Lean“, aniž by si samy nejdříve ujasnily, co je jejich cílem, jejich vizí, proč to dělají a co tím chtějí dosáhnout.

Pojem „Lean“, respektive „Lean“ myšlení znamená hlavně změnu. Změnu v myšlení, uvažování, plánování a to nejen u běžných zaměstnanců, ale také především u managementu, vedení firem a podniků, protože mnohé z těchto myšlenek lze prosadit pouze díky nim. Pokud management bude mít zájem, bude mít trpělivost a bude mít chuť, lze změnit mnohé, ale je přitom nutno vzít v potaz to, že tyto změny jsou většinou během na dlouhou vzdálenost.

První výsledky se dostaví obvykle rychle, ovšem, aby vše bylo dlouhodobé a stabilní je nutný neustálý zájem a mnohdy i tlak z vedoucích míst na neustálé a kontinuální zlepšování. A není jistě náhodou, že dnešní úspěšní výrobci automobilů (samozřejmě kromě Toyoty) jako je BMW, Porsche, Hyundai apod. zvládají na jedné straně nejen úspěšně zvyšovat obrát a podíl na trhu, ale na druhé straně pak i zisk a to právě díky úspěšně aplikovaným „Lean“ metodám, které se zejména v posledních několika málo letech dále rozšiřují o naprosto originální a neméně významný prvek a to je lidský potenciál, jehož hodnotu a význam mnozí stále ještě podceňují.

## 1.4 Flexibilita výroby

Flexibilita výroby je v současné době opět z velmi používaných nebo citovaných pojmů a to nejen ve světě businessu, obchodu či podnikání. Pro její popis či charakteristiku jsou zde použity myšlenky nebo úvahy Josefa Debnára z jeho dvou článků a to:

Flexibilita – pouhá fráze nebo nevyhnutelnost a Flexibilita – jeden z principů produkčních systémů.

*Pan Debnár v těchto článcích mimo jiné píše že: „Flexibilita musí být postavena na principech a hodnotách a ne na nástrojích, jak jsme zvyklí. Kromě všeobecné definice – schopnosti vyrábět nebo montovat stávající nebo budoucí portfolio výrobků v libovolném pořadí a množství – se spíše ztotožňuji s jinou, která více vystihuje podstatu. Flexibilita = dýchající podnikatelský systém, který umožňuje reagovat co nejrychleji na změny našeho okolí, a tím nemyslím jen výrobu.*

*Flexibilita je velmi široký pojem a není jednoduché integrovat její prvky do celé firmy. Některé prvky flexibility mají v úvodní fázi za následek vyšší náklady, avšak v konečném důsledku jsou její přínosy velmi zřetelné a jasné.*

*Není žádné tajemství, že flexibilita začíná v předvýrobních etapách a každý následný proces ve firmě pracuje s určitými omezeními. Pokud se budete chtít zaměřit na flexibilitu a máte možnost ovlivnit předvýrobní etapy, začněte právě tam.*

*Flexibilita není jen fráze, je to nutnost, která je potřebná. Flexibilita není čarovné slovíčko, je to způsob myšlení.*

*Flexibilita je rovněž snaha vyrábět v co nejmenší výrobní dávce. Vhodným nástrojem pro zkracování seřizovacích časů je metoda rychlého přeseřazení.“ [1] [2] Např. za pomoci metody QCO-quick change over.*

## 2 Výrobní dávka – charakteristika

V České republice je skoro 40 % výrobních firem zaměřeno na montáž, 25 % na třískové obrábění a zbytek firem na ostatní portfolio výrobních odvětví. [8]

To tedy znamená, že zhruba 2/3 veškerého průmyslu si minimálně na začátku svého výrobního cyklu, procesu, nebo startu výroby muselo položit otázku, jaká je a bude naše výrobní dávka a proč zrovna tolik a tolik kusů? Jaké další vlivy to bude mít pro následné procesy a co to bude znamenat pro sledované klíčové veličiny, jako jsou např. zásoby, Cash Flow a jaká je tedy vlastně průběžná doba výroby?

M. Keřkovský to popsal následovně: *„Jedním z důležitých rozhodování, která mohou velmi výrazně ovlivňovat jak průběh výrobního procesu, tak jeho efektivnost s řízením, je rozhodování o velikosti výrobních dávek.“* [9]

V České republice neexistuje v současné době oficiální norma nebo jiný všeobecně platný a uznávaný předpis, nebo alespoň doporučující dokument, který by nějakým způsobem definoval pojem výrobní dávka.

Pan Líbal ji charakterizoval slovy, že výrobní dávka je: *„...soubor součástí zadávaných do výroby nebo odváděných najednou, zpracovávaných v těsném časovém sledu nebo současně, s jednorázovým vynaložením nákladů na přípravu a zakončení příslušného procesu.“* [14]

J. Košturiak porovnal výrobní dávku z pohledu tradičního a lean způsobu řízení výroby takto: *„Velkým rozdílem je pohled na vysoké výrobní dávky, kterým tradiční způsob přisuzuje nízké náklady, ale naopak lean production považuje vysoké výrobní dávky za vysoko nákladové.“* [11]

### 2.1 Vlivy ovlivňující výrobní dávku

Výrobní dávku (její velikost) dnes samozřejmě ovlivňuje neuvěřitelné množství různých faktorů. V této práci jsou blíže popsány pouze tři, pro tuto práci zásadní faktory, které



pomohou dále přiblížit celou popisovanou problematiku. Existují samozřejmě i další, jako např. vliv standardizace výrobku, jeho design nebo konstrukce atd.

Prvním z těch nejdůležitějších faktorů je samozřejmě trh, potažmo sami spotřebitelé. To oni požadují neustále nové varianty, provedení, barvy a další různá vylepšení vyráběných a prodávaných výrobků, v co nejkratším čase a za co nejnižší ceny. A výrobci na tyto požadavky samozřejmě reagují, protože staré dobré heslo „zákazník je král“ je zde více než příznačné. A vyrábějí v sériích potřebné a požadované ale mnohdy i ty nepotřebné výrobky do zásoby tak, aby byli schopni okamžitě zareagovat na požadavky trhu.

Pro nalezení optimální velikosti výrobní dávky z ekonomického pohledu (z pohledu řízení zásob) lze použít např. Model EOQ (economic order quantity), který je podrobněji popisován v pozdějších kapitolách této práce.

Druhým důležitým faktorem je schopnost rychlého přizpůsobení se požadované změně (tj. krátký čas přeseřízení) daného výrobního zařízení nebo linky, protože tato kompetence ukazuje na vysokou konkurenceschopnost daného výrobního podniku. Tento faktor je velmi často podceňovaný, protože přeseřídít stroj nebo linku umí přece každý. Ale jen málokdo to umí cíleně, opakovaně a standardizovaně bez ohledu na to, kdo zrovna to přeseřizování provádí – který pracovník, která směna, která výroba. Mít propracovaný systém na standardizaci přeseřízení, na jeho neustálé kontinuální zlepšování je benefit, který rozhodným způsobem dělí firmy na ty běžné, u kterých tyto věci nějak probíhají, ale nikdo vlastně neví jak a pak na ty, které se tomuto faktoru cíleně věnují a dosahují v něm enormního přínosu.

Posledním faktorem je samozřejmě včasné (s předstihem) naplánování celého výrobního procesu. Tento faktor je detailně rozepsán v následujících dvou kapitolách. Jde o to, jak již bylo zmíněno v úvodu, poskytnout některé podněty, rady a informace pro zamyšlení nad touto problematikou přípravy plánování výrob, neboť tato fáze je velmi často opomíjena.

## **2.2 Vliv včasného naplánování výrobního procesu**

V předchozí kapitole byl zmíněn i vliv cíleného, je tím myšleno včasného (s předstihem), naplánování výrobního procesu. Výrobním procesem může být samozřejmě jen jeden jediný

stroj (např. CNC centrum) ale může to být i celá montážní linka popř. jiné komplikované a komplexní výrobní zařízení.

Zde dochází k největšímu podcenění ze strany plánování (tj. technologie). Jsme schopni perfektně popsat funkci požadovaného stroje nebo zařízení, jsme schopni perfektně naplánovat kroky nebo činnosti na jednotlivých operacích, jsme schopni nadefinovat i požadovaný výrobní takt, výsledky prvovýtěžnosti, schopnosti strojů, procesů atd., prostě jsme schopni do detailu naplánovat daný stroj z procesního hlediska.

Ovšem, co se týká plánování pomocných nebo přípravných prostředků, tak tam máme největší slabiny a mnohdy jsou i záměrně obcházeny nebo přehlíženy. Aby se totiž technolog zajímal o to, v jakém balení dostane výrobky na opracování a v jakém budou opouštět daný proces, jak často budou pak transportovány z jednoho procesu na druhý popř. co a jak je vše potřeba pro přeseřízení daného stroje, jak budou vypadat výměnné přípravky z pohledu konstrukce a použitelnosti s výhledem na další roky apod., tak to mnohdy popíše jedinou větou a tím pro něj proces plánování a přípravy výroby končí. A přitom tyto faktory pak nejvíce ovlivňují výrobní dávku, čas na její zpracování a schopnost rychlé reakce na změny.

### **2.3 Možnosti pro zlepšení naplánování výrobního procesu**

Pokud se tedy začneme zabývat výrobní dávkou dny, popř. týdny před startem sériové výroby nebo snad dokonce až v jejím průběhu, tak pak nám nezbyvá nic jiného, než akceptovat danou technologii. A za cenu kompromisů a mnohdy vysokých nákladů na přestavbu (změnu) zařízení se snažit o vytvoření nějakého stavu, který bude vyhovovat všem zainteresovaným stranám – logistice, prodeji, potažmo zákazníkům na jedné a vlastní výrobě pak na straně druhé.

Abychom se této situaci vyhnuli a abychom se někdy dokázali přiblížit nebo i dosáhnout tohoto ideálního stavu, té vize, někdy též popisována jako „True North“, tzn. výrobní dávka 1 kusu a doba přeseřízení ideálně v rámci vlastního výrobního taktu, tak je potřeba vlastní provedení (konstrukci) stroje, zařízení nebo montážní linky plánovat již v době objednání.

Respektive je nutné se tomu věnovat ještě dříve a to ve fázi vytváření např. tzv. listu požadavků na dané zařízení (stroj). Zde příslušný a zodpovědný pracovník, ponejvíce nějaký

technolog nebo plánovač, nadefinuje požadavky i na periferie/vybavení tohoto stroje včetně doby, postupu a náročnosti přešřívání.

A toto je právě ten základ, který je stavebním kamenem pro pozdější snadnou, efektivní a rychlou optimalizaci výrobní dávky.

Pokud totiž bude stroj nebo to objednávané a později dodané zařízení maximálně flexibilní (schopné pružně reagovat na změny potřeb a požadavků zákazníků, popř. na změny výrobního procesu), eventuálně na nové varianty vyráběných výrobků, tak tím bude možno v maximální možné míře přinést požadované efekty v úspoře průběžné doby výroby, mezioperačních zásob a s tím spojené úspory peněz.

Proto je požadavek na plánování stroje, zařízení, linky a příslušného vybavení z pohledu budoucí potřeby naprosto logický a zároveň nezbytný.

Je to samozřejmě velmi odvislé od použité technologie, pokud se budeme bavit o obráběcích strojích, centrech nebo běžných montážních linkách, tak zde je ta situace rozhodně jednodušší, než pokud se budeme bavit např. o kalírně nebo jinak podobně technologicky a konstrukčně náročném zařízení.

Samozřejmě si je zde nutno uvědomit i to, že pokud bude mít možnost nějaká daná výroba své výrobní dávky optimalizovat na minimum, ale na druhé straně dodavatelé popř. odběratelé nebudou schopni dodávat, respektive odvážet polotovary a hotové výrobky z firmy, tak ta veškerá snaha, popř. flexibilita minimalizovat výrobní dávku žádný efekt nepřinese a je v konečném efektu kontraproduktivní, protože máme sice v celém výrobním řetězci místo, které je pružné a flexibilní (schopné rychlé reakce), ale konečný nebo celkový výsledek je stále stejný.

I zde je tedy nutný kompromis respektive zainteresovanost všech stran, které se podílejí na výrobě daného produktu, protože pouze společnou a vzájemnou součinností a spoluprací lze dosáhnout požadovaných cílů a výsledků.

## 2.4 Model EOQ (economic order quantity)

Model EOQ je jedním z mnoha modelů, který umožňuje nalézt optimální velikost dávky při celkových minimálních nákladech, viz obr. 2. Funguje na základě několika nezbytných předpokladů, jak je např. definoval Josef Jablonský:

*„Jeho základními předpoklady jsou:*

*konstantní a známá výše poptávky*

*konstantní a známá celková doba doplnění zásob*

*konstantní jednotkové nákupní ceny*

*konstantní jednotkové přepravní náklady*

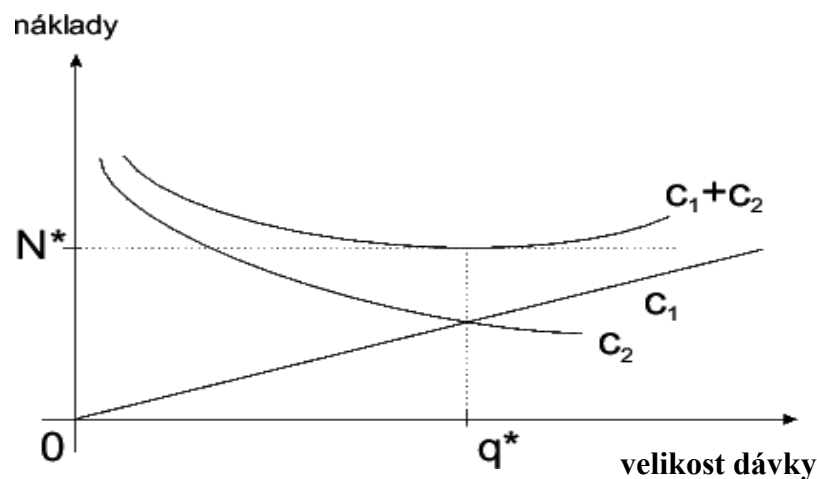
*uspokojení veškeré poptávky*

*žádné zásoby na cestě*

*nezávislá poptávka po položce zásob*

*nekonečný a/nebo neomezený plánovací horizont*

*neomezená dostupnost kapitálu“ [7]*



Obr. 2 – optimální velikost výrobní dávky [16]

Na obrázku 2 vidíme přímkou  $C_1$  – tj. náklady na skladování dávky, křivku  $C_2$  – tj. náklady na přípravu/vyrobení dávky a křivku  $C_1+C_2$ , což jsou celkové náklady. Z obrázku je patrné, že náklady na skladování rostou, kdežto náklady na přeřízení dávky klesají.

V bodě protnutí křivek  $C_1$  a  $C_2$  najdeme bod  $q^*$ , který znamená optimální výrobní dávku (ideální poměr mezi snižováním výrobních nákladů a zvyšováním nákladů v zásobách).

Pro výpočet optimální dávky lze v tomto modelu použít následující vzorec č. 1 [13]

$$dv = \sqrt{\frac{(2 \cdot Q \cdot N_{pz})}{N_s \cdot t}} \quad (1)$$

Kde:

$dv$  – je optimální výrobní dávka (ks)

$Q$  – je celkové vyráběné množství (ks)

$N_{pz}$  – jsou náklady na přípravu, seřízení a zakončení práce na dávce (Kč)

$N_s$  – jsou náklady na skladování a udržování zásob 1 ks za rok (kalkulovány v % z výrobních nákladů 1 kusu)

$t$  – časové období pro vyrobení celkového množství  $Q$  (1rok = 1)

### **3 Představení firmy Bosch Diesel s.r.o.**

Firma Bosch Diesel s.r.o. byla založena v Jihlavě v roce 1993 nejdříve jako společný podnik Robert Bosch GmbH a Motorpal Jihlava a.s., později se pak jejím jediným 100% vlastníkem stala pouze firma Robert Bosch GmbH.

Mateřská firma Robert Bosch GmbH je v současné době celosvětovým leaderem v oblasti vývoje, výroby a prodeje dílů a zařízení pro automobilový průmysl (jen pro představu vyrábí např. díly a komponenty pro kompletní dieselové a benzínové vstřikovací zařízení, ABS, automobilovou elektroniku), ale má podstatný vliv i v oblasti spotřebního zboží, průmyslové techniky a energetiky a techniky budov. V poslední době se stále více zaměřuje na fenomén internetu a na využití propojení a elektronické komunikace mezi vyráběnými výrobky a konečnými uživateli.

Skupina Bosch zahrnuje více než 440 firem a společností, které operují po celém světě (ve více jak 150 zemích světa) s dosaženým obratem přes 49 miliard euro. Celosvětově se stal zaměstnavatelem pro více jak 360 000 pracovníků v různých průmyslových oborech. [5]

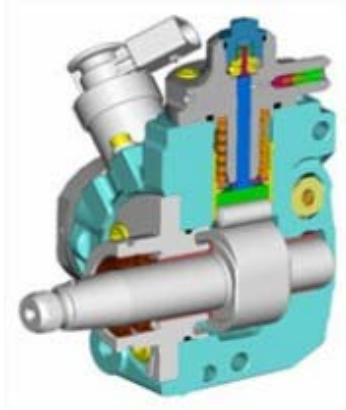
V České republice má kromě svého obchodního zastoupení v Praze dalších pět výrobních závodů a to v Jihlavě, Českých Budějovicích, Krnově, Brně a Mikulově a zaměstnává více jak 7400 pracovníků. [3]

Závod v Českých Budějovicích je zaměřen na výrobky z oblasti benzínového vstřikování paliva, jako jsou různé moduly, pedály nebo víka hlav, závod v Krnově vyrábí průmyslové kotle, ale i univerzální stacionární kotle. V Brně sídlí Bosch-Rexroth se svými hydraulickými agregáty a v Mikulově je servisní středisko pro oblast ručního nářadí pro střední Evropu.

V Jihlavě má firma Bosch Diesel s.r.o. 3 závody, které se zabývají výrobou několika generací vysokotlakých čerpadel, zásobníku tlaku (rail) a různých tlakových regulačních ventilů, viz obr. 3, 4, 5 pro systém Common Rail, který se dnes prakticky 100% využívá v dieselových motorech osobních, nákladních ale i různých užitkových automobilů a strojů. [4]

Zde je potřeba zdůraznit že v Jihlavě je vybudován největší závod na výrobu dieselových vstřikovacích systémů v rámci celé skupiny Bosch.

Jihlavský závod zaměstnává v současné době více jak 4400 pracovníků a patří tak k největším zaměstnavatelům na Vysočině. Obrat se v loňském roce blížil k 20 miliardám Kč.



Obr. 3 – CP4 čerpadlo [4]



Obr. 4 – Rail [4]



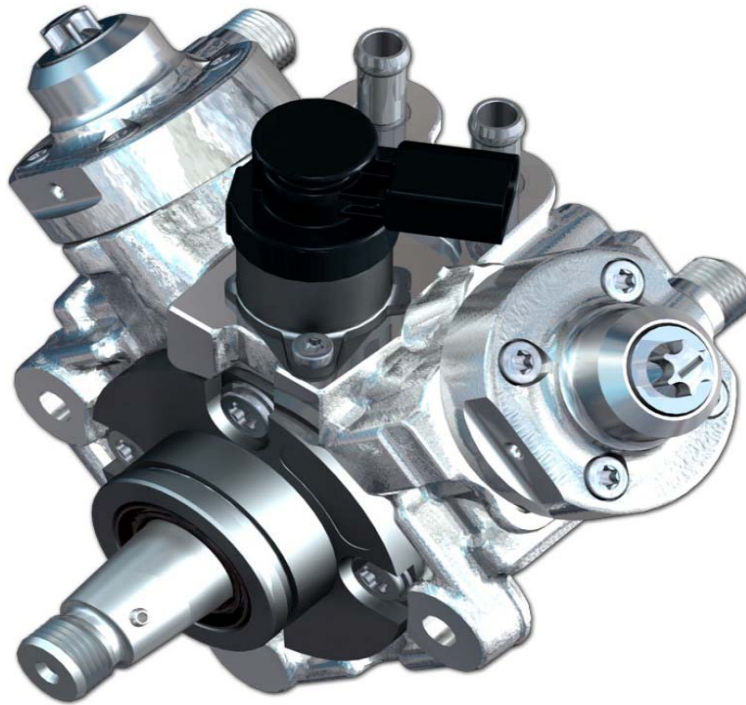
Obr. 5 – tlakový regulační ventil [4]

### 3.1 Historie výroby vysokotlakých čerpadel CP4

Začátek výroby vysokotlakých čerpadel CP4, viz obr. 6, v Jihlavě je datován do roku 2008, kdy byla vyrobena první čerpadla této poslední a nejnovější generace čerpadel v jihlavském závodu, která jsou používána u diesellových motorů osobních, ale i nákladních automobilů, lodí a nově i lesní a zemědělské techniky či různých jiných průmyslových strojů a zařízení.

V blízké budoucnosti je plánováno použití tohoto čerpadla i u leteckých motorů, což by jen podtrhlo univerzálnost těchto vysokotlakých čerpadel.

Za tímto širokým spektrem použití stojí hlavně to, že nové a moderní diesellové motory vybavené těmito čerpadly zásadně snížily svoji spotřebu paliva a emise CO<sub>2</sub> (oxidy dusíku), v určitých aplikacích až o 25% a zvýšily točivý moment motoru až o 50%.



Obr. 6 – CP4 čerpadlo [6]

V Jihlavském závodě je v současnosti 8 montážních linek a k tomu odpovídající předvýroba komponentů, protože důležité a hlavní komponenty pro toto čerpadlo se rovněž vyrábějí v jihlavském závodě. Jedná se o výrobu těles, přírub, pístů a hlav CP4.

Všechny komponenty, ať ty v Jihlavě přímo vyráběné nebo ty nakupované se později sejdou v supermarketech nebo FIFO drahách na montážních linkách a jsou z nich montována vysokotlaká čerpadla nejnovější generace v různých provedeních nebo variantách, která jsou pak prakticky vzápětí odesílána k finálním zákazníkům, což jsou v drtivé většině motorárny světoznámých výrobců automobilů (jako např. VW, BMW, PSA, RSA atd...).

### **3.2 Proces výroby hlav**

Polotovary hlav jsou „za měkka“ vyráběny u externích dodavatelů. Po dokončení obrábění za „měkka“ jsou tyto polotovary transportovány do kalírny a po potřebném zakalení dále odeslány na proces elektrolytického odjehlení. Proces kalení a elektrolytického odjehlení probíhá rovněž externě. Po tomto kroku jsou již výrobky dopravovány do jihlavského závodu na tzv. obrobení za tvrda.



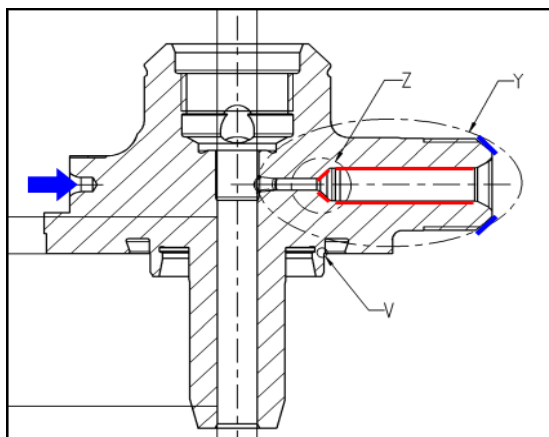
V současné době jsou v jihlavském závodě 4 obráběcí linky na obrábění hlav CP4 „za tvrda“, viz obr. 7, které vyrábějí kolem 20 000 ks hlav denně v různých provedeních pro různé aplikace – rozdílné průměry pro otvor pístu v provedení standard nebo v provedení slim.



Obr. 7 – vysokotlaká hlava čerpadla CP4 [6]

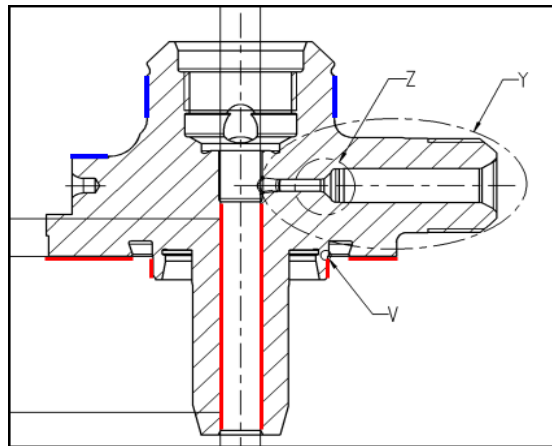
### 3.3 Technologický postup obrábění hlav „za tvrda“

Tvrdé obrábění se skládá z 3 obráběcích operací, vysokotlakého praní a vizuální kontroly. Na první operaci, viz obr. 8, dochází k obrobení ventilu vysokotlakého vývodu. Pomocí brusných kotoučků se obrobí tento průměr na požadovaný rozměr a drsnost povrchu.



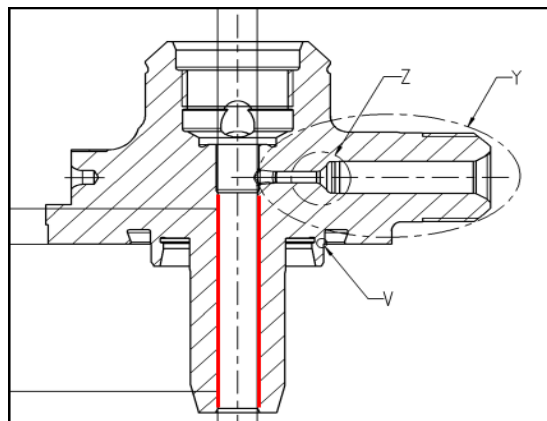
Obr. 8 – schéma obrábění na první operaci [6]

Poté následuje operace broušení kompletní dosedací plochy hlavy s tělesem čerpadla a předbroušení otvoru pro píst, viz obr. 9.



Obr. 9 – schéma obrábění na druhé operaci [6]

Poslední operace honuje otvor pro píst v hlavě na požadovaný průměr tak, aby se později hlava mohla „spárovat“ s příslušným pístem a vytvořit tak nezbytné spojení k vytváření potřebného tlaku čerpadla, viz obr. 10. Honuje se v desetinách mikrometru, proto stroj obsahuje několik honovacích hlavíc a k úběru materiálu dochází postupně krok za krokem.



Obr. 10 – schéma obrábění na třetí operaci [6]

Po dokončení třetí operace dílce pokračují na vysokotlakou pračku, kde dojde jednak k cílenému oprání celé hlavy, ale zároveň i k odjehlení důležitých otvorů a kanálků, ve kterých později proudí nafta z čerpadla. Kusy jsou neustále umístěny v pracích rámech a po vyprání pokračují ihned na dopravníku k vizuální kontrole, kde zaškolení pracovníci

prohlížejí 100% každý kus a hodnotí stav obrobeneho výrobku tak, aby bylo zajištěno, že z procesu obrábění jsou odesílány na následnou výrobu pouze kvalitní a bezchybné výrobky.

### 3.4 Řízení výroby hlav CP4

Celá výroba hlav je řízena spotřebou, to znamená, že to, co se spotřebuje, co si zákazník odebere, tak je následně opět vyrobeno. Celé toto řízení využívá klasických kanbanových karet, na kterých je uvedeno, jaký typ a jaké množství té dané hlavy se má vyrábět, viz obr. 11.

BOSCH		Production Kanban		BOSCH	
(1) part number <b>1465.C53.060</b>	(2) description <b>Hlava CP4</b>	(11) Mikrun code	<b>1465.C53.060</b>		
(3) supplier <b>PVB 820</b>	(4) customer <b>PVB 832</b>				
(5) quantity <b>96</b>	(6) unit <b>ks</b>	(7) packaging type <b>Skate</b>	(8) Kanban position <b>S</b>		
(16) supplier data / local use		(15) barcode			
		(17) delivery schedule	(9) Kanban no. <b>10</b>	(10) Kanban quantity	(13) issuer JhP/MFH51
				(14) date 31.03.14	

Obr. 11 – příklad kanbanové karty [6]

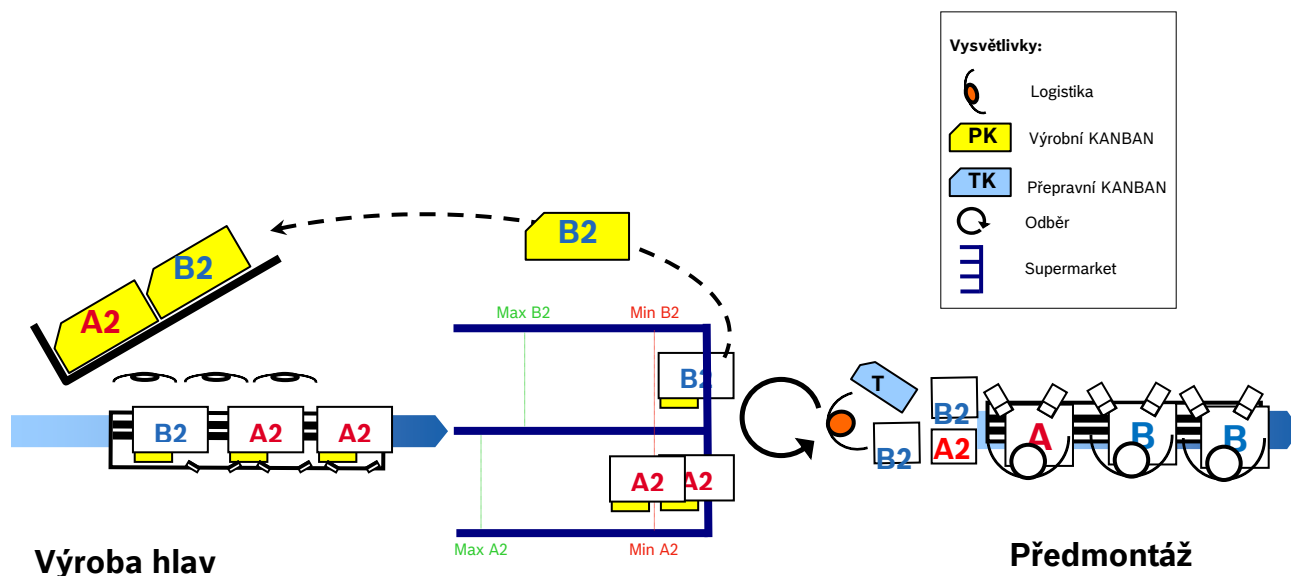
Pro bližší představu krátce popíší tento proces na 2 typech, řekněme na typu A, B, viz obr 12. Zákazník spotřebuje v další výrobě (předmontáž) hlavu typu B. Kanbanová karta se „uvolní“ ze supermarketu a vrací se zpět na začátek (do skluzu) výroby hlav. Zde dojde k jejich akumulaci a až se podaří „sesbírat“ nebo „nashromáždit“ 4 kanbanové karty typu B, jsou poté vloženy do boxu pro dávku.

Tyto karty pak „prochází“ příslušnou výrobou (jednotlivými operacemi) společně s vyráběnými hlavami tak, až pracovník vizuální kontroly po vytvoření příslušného množství „zkontrolovaných a dobrých hlav“ vloží kartu z boxu na toto množství hlav.

A toto se děje ještě 3x, až je box pro dávku prázdný.

Hlavy jsou poté transportovány do příslušného supermarketu, kde po jejich odebrání na následující výrobu/dílnu dojde k opětovnému uvolnění kanbanové karty a celý proces se opět opakuje.

A toto se rovněž děje s kartou typu A.



Obr. 12 – schéma řízení spotřebou karty [6]

### 3.5 Materiálový tok hlav CP4

Hlavy jsou dodávány po elektrolytickém odjehlení od externího dodavatele do jihlavského závodu v standardizovaných samonosných plastových blistrech, které jsou dále umístěny na paletě. V jednom blistru je uloženo 60 kusů hlav, počet blistrů na paletě je 25ks, tzn., že na jedné paletě je dodáno 768 ks hlav.

Před vlastní první operací dojde pracovníky k manuálnímu přeskládání hlav z blistrů do výrobních rámu umístěných na transportním vozíku, na kterém jsou pak dílce transportovány celou výrobou přes jednotlivé operace až k vysokotlakému praní.

V jednom rámu je umístěno 12 ks hlav, na transportním vozíku je umístěno 10 rámu, tzn., že jeden vozík obsahuje 120 ks hlav.

U prvního vozíku z dávky dojde k naskenování čárového kódu z dodacího listu a tím je k obráběným kusům přiřazena příslušná šarže z předchozí operace (což je kalení). Tímto způsobem je pak zajištěna 100% zpětná sledovanost (tzn. lze dohledat v případě reklamace nebo nějakého jiného problému, z jaké kalící šarže a kdy se dané hlavy vyráběly).

Samotný proces manipulace s vozíky u jednotlivých strojů je poměrně jednoduchý – každá operace má tzv. manipulační jednotku, tj. místo na 2 vozíky s výrobními rámy – vozík s kusy před a vozík s kusy po obrobení. Jakmile dojde k odebrání posledního kusu z rámu u prvního vozíku, rám je manipulačním robotem automaticky přesunut na druhý vozík. Jakmile dojde k odebrání posledního rámu z prvního vozíku, obsluha je upozorněna světelným signálem na potřebu výměny tohoto vozíku za nový, plný s 10 rámy. Stejný princip funguje i u druhého vozíku a stejně to funguje u zbylých operací (strojů).

Před operací vysokotlaké praní obsluha naskládá rámy z vozíků na transportní pás a rámy s hlavami jsou takto transportovány na dopravníku až k vlastní vizuální kontrole.

Zde příslušní pracovníci vizuální kontroly odloží hlavu po 100% kontrole do nových samonosných blistrů na nových transportních vozících. Toto tzv. čisté balení odlišuje mimo jiné i výrobní status hlav (předtím rámy na vozících pro obrábění, nyní blistry na vozících pro předmontáž) a je určeno jen pro interní potřebu (transport) v rámci jednotlivých středisek v závodě. Do jednoho blistru se vloží 12 ks hlav, celkově se na transportní vozík naskládá 192 ks hlav, které jsou transportovány do příslušného supermarketu na předmontáži.

## 4 Aplikační část

Veškeré popisované údaje, které se vyskytují v této práci, jsou z konce roku 2014 a z první poloviny roku 2015. V tomto období došlo k prudkému navýšení objemu výroby CP4 z důvodu zvýšené poptávky zákazníků po vysokotlakých čerpadlech do diesellových motorů. Bohužel výše uvedená situace není stabilní. Jsou měsíce, kdy je situace oproti původnímu plánu víceméně neměnná, ovšem v dalších měsících je navýšení výroby až o 20%. Toto vedlo k tomu, že se zaváděly buď extra víkendové směny, nebo tam, kde to bylo nedostačující, muselo dojít k úpravě směnového modelu, tj. z tzv. 15S modelu na 20S model (tzn. z 15 směn za týden na 20 směn za týden).

Tato změna se samozřejmě projevila i ve výrobě hlav CP4, kde došlo k zavedení 20S směnového provozu na 2 výrobních linkách. Na zbylých 2 linkách je provoz neustále v 15S směnném provozu.

Výroba hlav je pro celkovou CP4 výrobu velmi důležitá a to z následujících důvodů:

- 1) jedná se o klíčovou výrobu v rámci CP4 IPN (International Production Network) - existují pouze 2 závody s touto výrobou na světě
- 2) závod v Jihlavě navíc vyrábí asi 70% veškeré produkce hlav v IPN
- 3) jediná CP4 výroba v Jihlavě s vícestrojovou obsluhou – to klade samozřejmě vysoké nároky na bezproblémovou organizaci práce na dílně
- 4) úzké místo celého výrobního řetězce CP4 výroby

Toto navýšení objemu výroby vedlo k tomu, že dodavatelé polotovarů začali mít obrovské problémy s dodávkami jejich komponentů - polotovarů do výroby hlav, která se díky tomu ocitla pod velkým tlakem z hlediska flexibility výroby (potřeba rychlé reakce na změny v dodávkách, respektive změny v naplánování svého interního zákazníka). Aby mohla výroba hlav plnit přání svého interního zákazníka a zároveň umět reagovat na neustálé změny dodávek od svého dodavatele, musela si vytvořit velké zásoby hotových obrobených hlav prakticky v celém svém typovém spektru. Tyto zásoby se samozřejmě negativně projevíly ve výrobních nákladech výroby hlav (potažmo celé CP4 výroby) a samozřejmě v Cash Flow celé firmy.

Vedení firmy proto zadalo úkol, kterým měla být zajištěna dostatečná a potřebná flexibilita ve výrobě hlav (snížit zásoby vyrobených hlav, snížit rozpracovanost výroby, redukovat průběžnou dobu výroby hlav) a tím opět zlepšit výrobní náklady výroby hlav.

Jinak řečeno, stávající výrobní dávka 6 vozíků po 120 ks hlav, se ukázala jako nedostatečně flexibilní, aby mohla výroba okamžitě zareagovat na změny v naplánování výroby a bylo ji nutno optimalizovat.

#### 4.1 Výpočet výrobní dávky dle modelu EOQ

Jako první variantu pro možné zlepšení velikosti výrobní dávky byl použit výpočet dle již dříve zmíněného modelu EOQ („ekonomická“ výrobní dávka). Při výpočtu se vyšlo z hodnot tabulky 1 a byl použit vzorec č. 1

Tabulka 1 – hodnoty pro výpočet výrobní dávky [6]

Počet vyráběných kusů za rok	Náklady na přípravu, seřízení, zakončení práce na dávce (Kč)	Náklady na skladování a udržování zásob jednoho kusu za rok (jsou kalkulovány v % z výrobních nákladů 1 kusu) (Kč)
6 100 000	135	1 512

Sloupec počet vyráběných kusů za rok je dán aktuálním prodejním plánem čerpadel, který je definován centrálním oddělením prodeje.

Další sloupec zobrazuje náklady na přípravu, seřízení a zakončení práce na dávce. Ty jsem spočítal tak, že jsem vzal čas přeseřízení daného zařízení v minutách, vynásobil hodinovými náklady na přípravu, přeseřízení a zakončení práce na dávce a vydělil 60.

Z důvodu zachování citlivých dat firmy je zde uveden pouze celkový výsledek v korunách.

Poslední sloupec pak zobrazuje náklady na skladování a udržování zásob 1 kusu za rok v dané výrobní jednotce, které jsou kalkulovány z daných procent výrobních nákladů 1 kusu. Rovněž zde, z důvodu zachování citlivých dat firmy, je uveden pouze celkový výsledek v korunách.

Vzorec č. 1 pro výpočet výrobní dávky dle modelu EOQ pak vypadá takto:

$$d_v = \sqrt{\frac{(2 \cdot Q \cdot N_{pz})}{N_{s,t}}} = \sqrt{\frac{(2 \cdot 6100000 \cdot 135)}{1512.1}} = 1044 \text{ ks}$$

Výrobní dávka vypočítaná dle modelu EOQ byla vypočítána na 1044 ks. Ovšem vzhledem k tomu, že transportní prostředek je vozík s 10 rámy pro 12 kusů hlav, tak nejbližší možný počet kusů v dávce je pak 1080 ks. Je to z toho důvodu, aby v posledním vozíku nebyl jiný počet rámu než na těch předchozích vozících a stroj tak nemusel častěji měnit koše.

Už toto je tedy svým způsobem omezující prvek, kdy je vypočítaný výsledek dopravován na stávající stav technologie, která je k dispozici.

Další omezení vyplývající z tohoto modelu, je nutnost neustálé aktualizace tohoto výpočtu s ohledem na změny počtu vyrobených kusů za rok.

Uvedu to zde na příkladu: vezmu do úvahy množství kusů Q (ostatní položky ve vzorci budu považovat za konstantní). V případě poklesu výroby se mi moje výrobní dávka logicky sníží, pokud dojde k navýšení výroby, moje výrobní dávka se mi opět zvýší.

Situace, kdy jeden měsíc vyrábím více nebo méně kusů než počítal původní plán je ve výrobě naprosto normální. V praxi by to ale znamenalo neustále změny a úpravy, ať již v množství nebo provedení kanbanových karet, úpravy drah na vozíky, popř. vliv na interní zákazníky (úpravy jejich supermarketů), změny v interním transportu mezi jednotlivými dílnami apod. Z těchto důvodů je podle mého názoru tato metoda pro výrobu hlav méně vhodná a nedoporučoval bych ji k použití.

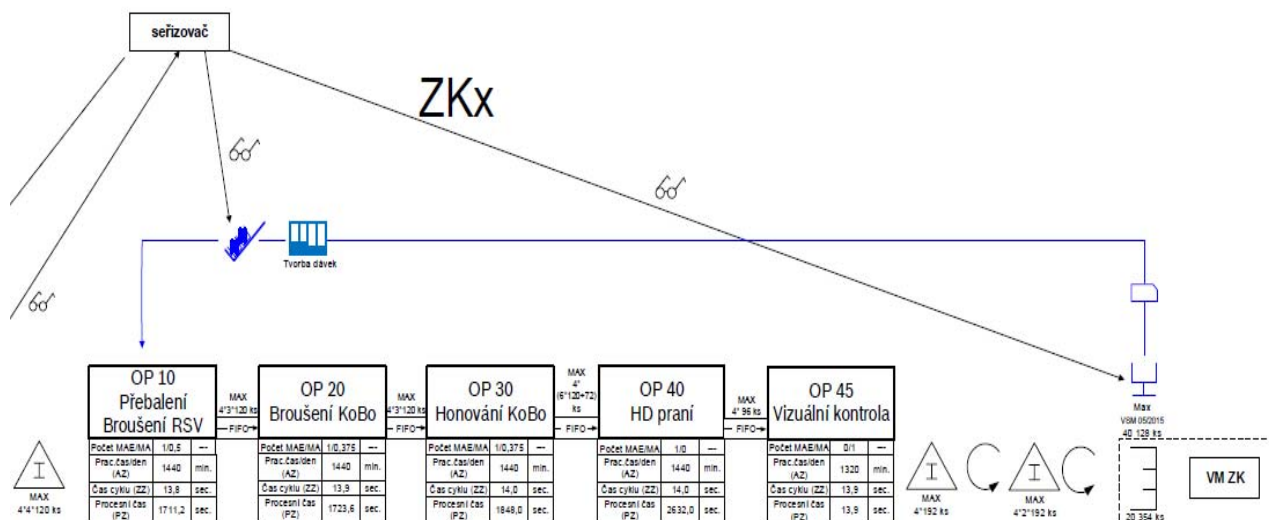
## 4.2 Analýza aktuálního stavu materiálového toku

Je nutné si uvědomit, že velikost výrobní dávky vychází z množství a četnosti odvolávek zákazníků. Zároveň je nezbytným předpokladem pro uspokojení zákaznických potřeb maximální disponibilita strojního zařízení (strojů, linek apod.). A k zajištění maximální dostupnosti strojů je naprosto nezbytným předpokladem schopnost rychlého přeseřízení daného strojního zařízení.



Proto jsem jako druhou variantu pro zlepšení velikosti výrobní dávky použil jednu z „lean“ metod a to QCO (quick change over) – rychlé přeseřízení.

Nejdříve jsem provedl analýzu aktuálního stavu celé výroby hlav (mapping hodnotového toku) abych zjistil, kde se ve výrobě v jaký okamžik nachází kolik kusů hlav, jaké jsou zásoby hotových kusů a jaké jsou aktuální ztráty dané výrobou. Výsledky můžete vidět na přiloženém obrázku 13.



Obr. 13 – mapping hodnotového toku výroby hlav [6]

Z tohoto obrázku je patrné, že před první operací je zásoba 4 vozíků (1 vozík = 120 ks hlav), s připravenými hlavami pro obrábění. Mezi jednotlivými výrobními operacemi fungují FIFO dráhy (first in first out princip). V těchto drahách se nachází 3 až 4 vozíky hlav, které jsou neustále průběžně transportovány celým řetězcem. A na jednotlivých operacích jsou vždy 2 vozíky, ze kterých se odebírají, respektive se tam vkládají kusy k/ po obrobení.

Na závěrečné vizuální kontrole je jednak zásoba zkontrolovaných hlav v max. výši 192 ks a jednak zásoba hlav čekající na odvod v SAP (systém pro řízení podniku) v max. výši 2x 192 ks pro účetní převod hlav z jednoho výrobního střediska na druhé.

Poslední částí celého řetězce je supermarket s hotovými a odvedenými hlavami před další operací, ve kterém je zaskladněno více jak 20 000 ks hlav (fyzicky stojící již na předmontáži - interní zákazník výroby hlav), ale za jeho správu je zodpovědná právě výroba hlav.

Z toho je tedy patrné, že největší část zásob v rámci celé výroby hlav (celého řetězce) se nachází právě až v supermarketu. Vlastní rozpracovanost výroby činí asi 2500 ks.

Dalším výsledkem této analýzy pak bylo zjištění, že ztráty z přeseřizování jednotlivých operací od začátku tohoto roku jsou vyšší, než bylo původně plánováno, viz tabulka 2.

Tabulka 2 – KPI ukazatele přeseřizování - během změny [6]

Hlavy CP4 KPI - 2015									
Ukazatel	Jedn.	BP15ff	JT		Leden	Únor	Březen	Duben	Květen
Ztráty	Přeseřizování	2,0%	2,0%	PLAN	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
			2,19%	SKUT	1,90%	2,10%	2,35%	2,60%	2,20%

K tomu je nutné připočítat i zvýšené zatížení pracovníků po nedávno zavedené vícestrojové obsluze při stávajícím přeseřizování jednotlivých stanic (což vedlo ke zvýšeným organizačním ztrátám) a v nemalé míře i zvýšení opotřebení jednotlivých výměnných prvků a komponent, které mělo za následek zvýšené technické ztráty v běžné výrobě. Tyto efekty způsobily ztrátu výkonu ve výrobě hlav, což v praxi znamenalo přibližně o 150 ks denně menší výkon.

Na základě těchto skutečností a výsledků bylo rozhodnuto o okamžitém provedení podrobné analýzy přeseřizování na úzkém místě výroby (což je OP30 - honování otvoru pro píst) s cílem zjistit aktuální stav a nadefinovat takové kroky, které povedou k jednoznačnému zlepšení přeseřizování dané stanice – ať již technického nebo i organizačního charakteru a v konečném efektu pak ke snížení výrobních nákladů hlav.

### 4.3 Analýza přeseřizování na OP30

Na základě výše uvedeného zadání byla nejdříve provedena analýza aktuálního stavu při přeseřizování stanice. Aby byla analýza objektivní a měla co největší vypovídající hodnotu, byla prováděna na všech 4 výrobních směnách po dobu 2 týdnů na všech výrobních linkách. Při této analýze byla použita metoda pro potvrzování procesu, kdy jsem společně s dalšími kolegy nejdříve analyzoval postup jednotlivých pracovníků na všech 4 směnách, abychom zjistili aktuální stav při přeseřizování této stanice.

Výsledkem tohoto našeho pozorování na úzkém místě bylo zjištěno, že:

- 1) neexistuje žádný aktuální a závazný standard pro interní přeseřizování
- 2) každá směna (seřizovač) přeseřizuje jiným (svým) způsobem, což mnohdy vede k jednorázovým vynikajícím výsledkům, které ovšem nelze opakovat – nikdo neví, jak a proč je daný pracovník dosáhl – originalnost způsobu práce
- 3) každý seřizovač používá vlastní a mnohdy i upravené nářadí a další pomůcky
- 4) celková příprava na přeseřizování je poměrně chaotická (jedna směna neustále odbíhá do nedaleko stojící skříně pro výměnné přípravky, druhá si vše „připraví“ do stroje mezi obrobene kusey...) – opět neexistuje žádný standard pro toto externí přeseřizování

Dále jsme použili analýzu procesu, viz obr. 14, kdy se za pomoci stopek měřil čas přeseřizování, abychom mohli alespoň přibližně kvantifikovat časovou náročnost při změně typu, respektive abychom stanovili hranice – nejrychlejší a nejpomalejší čas přeseřizování.

Výsledkem této analýzy bylo, že časy pro přeseřizování mají velmi velké rozpětí – pohybují se od 20 minut až do 35 minut, neexistuje žádná provázanost mezi směnami, respektive ani stejná směna nedosáhla identického, srovnatelného času. Mnohdy je vlastní přeseřizování spojené s dalšími navazujícími technickými problémy, takže vlastní přeseřizování plynule přešlo do technické poruchy, kterou následně museli řešit odborní pracovníci údržby strojů.



## 4.4 Vypracování nového standardu pro přeseřizování


Na základě výše uvedených analýz jsem inicioval speciální přeseřizovací brainstormingový workshop za účasti pracovníků výrobní technologie, seřizovačů a vedoucích pracovníků dotčené výrobní dílny a specialistů na ergonomii a časové hospodářství. Mým úkolem bylo tento workshop připravit a dovést tým k potřebnému výsledku. Během tohoto workshopu byly účastníky diskutovány jednotlivé aspekty týkající se tohoto problému a na základě předložených analýz aktuálního stavu byl vypracován nový návrh jednotného standardu pro přeseřizování, viz obr. 15, (jak interního, tak zároveň i externího přeseřizování).

Byly tak definovány nezbytné kroky při přeseřizování stroje a to včetně návrhu časové normy, viz obr. 16, na základě nově vytvořené MTM analýzy (metoda předem stanovených časů).

B – Přeseřizování typu ZK CP4 OP30	OP30 Honování KoBo
<b>PŘESEŘIZOVÁNÍ OP30-KADIA</b>	
1. Při posledních dvou koších starého typu v Baumannovi, vyjet 1 kus na SPC a provést kontrolní měření na ext. měřidlo STOTZ.	
2. Přeseřidit ext. měřidlo STOTZ. viz. postup: „ <i>přeseřizování ext. měřidla STOTZ</i> “	
3. Připravit přeseřizovací vozík k stroji.	
4. Očistit měřicí trny a kal. kroužky.	
5. Stroj nastavit do polohy pro výměnu nástrojů.	
6. Otevřít dveře.	
7. Do stroje umístit přeseřizovací paletky.	
8. Vyměnit předměřicí trn.	
9. Vymout honovací nástroje starého typu.	
10. Vyměnit vodící pouzdra na nový typ.	
11. Osadit honovací nástroje nového typu.	
12. Vyměnit měřicí trny na nový typ.	
13. Vyměnit kalibrační kroužky na nový typ.	
14. Vyndat přeseřizovací paletky ze stroje.	
15. Zavřít dveře.	
16. Aktivovat program nového typu. <i>Proces ----&gt; Aktivace ----&gt; Výběr ----&gt; Aktivace Dat</i> V případě nenačtení správných dat – postupovat podle návodu: „ <i>manuální přehození obráběcího programu</i> “ – viz. příloha	
17. Stroj nastavit do základní polohy.	
18. Nastavení Baumanna.	
19. Obrobit první kus. a.) obrobit na první stanici b.) zkalibrovat první stanici c.) změřit kus na první stanici d.) kontrola (seřizování) tlaku honovacího oleje na manometru u vřetene	
Stejně postupovat až do poslední stanice	
20. Automatický provoz	

Obr. 15 – nový standard pro přeseřizování [6]

Byly tak definovány nezbytné kroky při přeseřžení stroje a to včetně návrhu časové normy, viz obr. 16, na základě nově vytvořené MTM analýzy (metoda předem stanovených časů).

Postup přeseřžení		Počet osob provádějících přeseřžení: 1/seřizovač	Dílna: W 280	Linka: L3-L6	
Přeseřžení z tvou:		Přeseřžení na tvd:	Technologie (jméno, podpis): Müller		Datum, oddělení: 04.03.2015 JhP/MF5
Č.	standard	standard	Doba		
	Popis průběhu přeseřžení	Informace, nástroje, použití, výměnné díly	Čas po krocích [min]	čekání [min]	Doba externí [min]
					interní [min]
1	Vjet 1 ks na SPC	poslední 2 košík starého typu	0,2		0,2
2	Přeseřdit ext. zařízení Stotz		1,2		1,0
3	Kontrolní měření 1 ks na ext. zař. Stotz		1,4		0,2
4	Připravit přeseř. vozík a vozík s nářadím k OP30		2,4		1,0
5	Očistit nové měř. trny a kalib. kroužky		3,4		1,0
6	Nastavit stroj do polohy výměny nástrojů		3,9		0,5
7	Otevřít dveře		4,1		0,2
8	Umístit přeseř.paletku do stroje		4,4		0,3
9	Vyměnit předměřicí trn		4,9		0,5
10	Vyjmout staré měřicí trny		5,8		0,9
11	Vyjmout staré honovací nástroje		6,7		0,9
12	Vyměnit vodící pouzdra na nový typ		10,2		3,5
13	Nasadit nové honovací nástroje		11,7		1,5
14	Vyměnit měř. Trny na nový typ		13,5		1,8
15	Vyměnit kalib. Kroužky na nový typ		15,3		1,8
16	Vyndat přeseř.paletku ze stroje		15,6		0,3
17	Zavřít dveře		15,8		0,2
18	Aktivovat nový program ve stroji		16,3		0,5
19	Nastavení zákl. polohy		16,7		0,4
20	Obrobit první kus		21,5		4,8
21	Očistit výměnné měř. trny a kalib. kroužky		24,0		2,5
22	Odvézt přeseř. vozík a vozík s nářadím od OP30		25,0		1,0
23					
Doba přeseřžení:			0,0		[min]
Časová ztráta přeseřžení:			18,1		[min]

Obr. 16 – časová norma nového postupu pro přeseřizování [6]

Jako další bod ke zlepšení této situace byl vyroben speciální přeseřizovací vozík, viz obr. 17, který obsahuje všechny nezbytné přípravky a nástroje nutné k přeseřizení stroje z jednoho typu na druhý.



Obr. 17 – přeseřizovací vozík [6]

Použití tohoto vozíku se stalo součástí nového standardu pro přeseřizení, seřizovač musí nyní přivést tento vozík před začátkem přeseřizení k dané stanici a během přeseřizení odebírá všechny připravené potřebné nové nástroje a přípravky z tohoto vozíku a rovněž do něj odkládá vyměněné přípravky a nástroje „starého“ typu. Po přeseřizení je vozík opět odvezen pryč od stanice na své určené místo.

Rovněž byl zakoupen jeden společný vozík na běžné komunální nářadí, viz obr 18, aby bylo eliminováno používání „vlastního a upraveného“ nářadí jednotlivými seřizovači.



Obr. 18 – vozík na komunální nářadí [6]

## 4.5 Ověření nového standardu přeseřizení

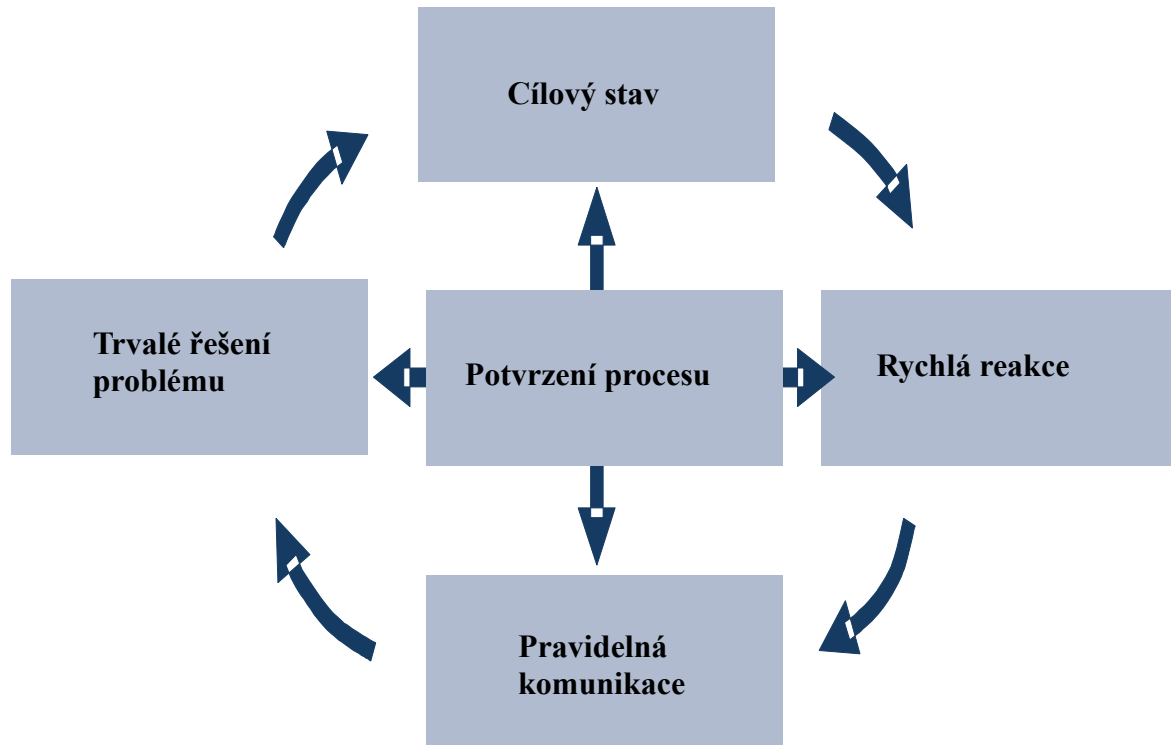
Jak bylo definováno na výše uvedeném workshopu, bylo nutné seznámit všechny seřizovače a ostatní dílenské vedoucí pracovníky ve výrobě s novým standardem a mohlo tak dojít k praktickému ověření tohoto nového standardu přeseřizení.

Pro lepší pochopení zde bude nyní detailně vysvětlen pojem, který se bude v této práci často vyskytovat, a tímto pojmem je POINT CIP.

Tento pojem charakterizuje nástroj používaný celosvětově ve firmě Bosch jako standard pro ověřování účinnosti zavedených opatření nebo zlepšení.

Smyslem této systematiky není nic jiného, než zajistit, aby navrhovaná opatření (změny) byly stabilní, účinné a trvalé (toto je nesmírně důležité slovo/výraz), protože si firma Bosch (po vzoru od firmy Toyota) zakládá na tom, aby navrhovaná opatření byla diskutována a ověřena pouze jedenkrát, po té se očekává, že řešení funguje a více se o něm již nebude mluvit.

Na vysvětlenou zde představuji jednotlivé elementy této systematiky, viz obr. 19, tak jak jsou používány po celém světě ve firmě Robert Bosch GmbH.



Obr. 19 – elementy POINT CIP systematiky [6]



Cílový stav je definován standardem, konkrétní KPI hodnotou a kritériem stability (tolerancí). Nový standard je ověřován během potvrzování procesu a výsledky jsou vizualizovány a komunikovány v průběhu pravidelných dílenských porad. V případě zjištění odchylky od navrženého standardu se očekává rychlá reakce na základě definovaného reakčního plánu a odchylky jsou řešeny pomocí běžných nástrojů pro řešení problémů (5x proč, Ishikawa diagram apod.)

Pro lepší pochopení je tedy cílový stav v našem případě novým standardem (postupem) přeseřízení s časem přeseřízení 18 minut a tolerancí +/- 2 minuty.

Pro přehlednější vizualizaci a rychlejší orientaci je ve firmě Bosch používán standardizovaný formulář, viz obr. 20, obsahující tyto elementy tak, aby s jeho pomocí bylo možno efektivně celý tento proces řídit.

Do prvního bloku formuláře se vypisují organizační údaje pro pravidelný termín na dílně – kdy, kde, jak často, které pracoviště a jsou tam vypsána jména účastníků pravidelných ranních setkání nad výsledky POINT CIPu.

V druhém bloku je popsán sledovaný nový standard s příslušnou KPI hodnotou a kritériem stability (tj. cílový stav) a pak jsou tam zanášeny výsledky z jednotlivých kontrol (rozděleno po jednotlivých dnech v rámci celého jednoho měsíce (je tam možnost provést až 3 kontroly každou směnu denně). Rovněž je tam uveden sloupec pro kritérium k ukončení POINT CIPu, tj. na základě čeho bude POINT CIP vyhodnocen jako úspěšný, popř. jako neúspěšný.

Třetí blok slouží k zaznamenávání objevených nebo definovaných otevřených bodů k řešení s tím, že je ke každému bodu zaznamenáván příslušný status plnění úkolu.

Protože se v tomto konkrétním případě jednalo o důležitou a složitou činnost, bylo dohodnuto a stanoveno, že kontrola pomocí POINT CIPu bude probíhat 3x denně po dobu 3 týdnů na jednom stroji a na jedné lince, tzn. na ranní směně kontrolu prováděl přímo příslušný technolog, na odpolední a noční směně směnový mistr.

Kontrola probíhala na základě nově vytvořeného standardu. Veškeré odchylky či problémy byly monitorovány a zaznamenávány do příslušného formuláře. Byl rovněž měřen čas přeseřízení, abychom si ověřili, že stanovený postup přinese i nově definovaný časový benefit. Všechny výsledky a informace byly pak každý den probírány a diskutovány na ranní poradě za účasti příslušných pracovníků (seřizovači, mistři, technologové, vedoucí pracovníci), kde byly dohodnuty i případné další kroky

Point CIP - Systematika																																					
BOSCH			Den 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31																																		
Měsíc			Organizátor Point CIP setkání																																		
Pracoviště			Účast na Point CIP setkání																																		
1																																					
Setkání Frekvence																																					
Cas																																					
Dílina																																					
Mentor																																					
Datum/Podpis AL:			Datum/Podpis PT:																																		
Sledování cílů pro zajištění stability cílového stavu																																					
Byla řešení prodiskutována v IPN a zavedena do praxe?																																					
Nr.	Standard	KPI	Kritérium stability	Směna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Kritérium ukončení P-CIP	Isenio ukončen?
				1																																	
		Jednotka		2																																	
		Jednotka		3																																	
		Jednotka		1																																	
		Jednotka		2																																	
		Jednotka		3																																	

TAL - List ukolů a aktivit - Jak trvale odstráníme odchylky						
Nr.	Datum	Zapsal	Problém	Příčina	Opatření	Termín
1						Z
2						Z
3						Z
4						Z
5						Z
6						Z
7						Z
8						Z

Obr. 20 - formulář pro POINT CIP [6]

Výhodou POINT CIPu je právě to, že se veškeré nově objevené otevřené body nebo problémy správně prioritizují a okamžitě řeší, což neuvěřitelně zkracuje dobu pro odstranění problémů.

Během tohoto POINT CIPu se objevilo několik problémů, které bylo potřeba řešit, jako nejzávažnější a nejdéle trvající byl problém ohledně vodičích pouzder, kdy bylo potřeba tyto pouzdra konstrukčně upravit (zjednodušení demontáže a následné montáže pouzdra do stroje), ovšem při zachování robustnosti řešení, aby do budoucna nedocházelo k nějakým nežádoucím problémům.

V této fázi byl tedy POINT CIP zhruba na 3 týdny přerušen, po provedené změně však pokračoval dále a po celkových 3 týdnech kontroly se provedlo vyhodnocení.

## **4.6 Zhodnocení výsledků**

Ukončený POINT CIP potvrdil následující skutečnosti:

- 1) Nově definovaný standard pro interní a externí přeseřzení na OP30 je plně funkční, aplikovatelný a je možno ho s okamžitou platností zavést do sériové výroby.
- 2) OP30 (úzké místo na lince) bylo pro interní a externí přeseřzení dovybaveno potřebnými pomůckami, které poskytují pracovníkům větší komfort při práci (ergonomie, vzdálenosti atd..).
- 3) Nově definovaný čas přeseřzení – 18 minut byl tímto potvrzen.

Jako další a zásadní přínos tohoto POINT CIPu je potřeba vidět v přímém zapojení dílenských pracovníků (seřizovačů, směnových mistrů) do velmi efektivní a otevřené každodenní ranní diskuze nad výsledky z předchozího dne.

Díky jejich námětům a myšlenkám se podařilo velmi rychle zkrátit nalezené otevřené body a zároveň tím byla dosažena i velmi rychlá akceptace navrženého řešení dílenskými pracovníky.

Efekt těchto opatření je patrný i z tabulky 3, kdy za měsíc červen je již vidět zřetelné snížení ztrát z přeseřzení – byť se výsledek nachází stále ještě mimo cíl, ale to bylo způsobeno tím, že účinnost těchto opatření byla zavedena zhruba od poloviny měsíce.

Tabulka 3 - KPI ukazatele přeseřizení - po změně [6]

Hlavy CP4 KPI - 2015										
Ukazatel	Jedn.	BP15ff	JT		Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen
Ztráty	Přeseřizení	2,0%	2,0%	PLAN	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
			2,19%	SKUT	1,90%	2,10%	2,35%	2,60%	2,20%	2,00%

V měsíci červenci se již objevil plný efekt navržených opatření s tím, že se hodnota ztrát z přeseřizení dostala pod stanovenou hranici 1,5 %.

## 5 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo popsat teoretické a zároveň i praktické aspekty, možnosti a podněty spojené s pojmem výrobní dávka a s jejím vlivem na flexibilitu výroby.

Současně bylo cílem poskytnout zamyšlení a nabídnout řešení pro zlepšení včasného procesu plánování popř. rozběhu výroby.

Pokud s touto vizí budu dále pracovat a budu všechny své potřebné výrobní celky, technologie, stroje a zařízení k této vizí směřovat, tak pak se mi podaří vytvořit tak dokonalou a konkurenceschopnou výrobní jednotku, která nebude mít problém pružně zareagovat na jakýkoliv zákaznický výkyv, ať již směrem dolů nebo nahoru.

Na druhé straně, většinou v praxi používáme to, co je na trhu v rámci technologií, procesů, strojů a zařízení k dispozici a snažíme se jít cestou unifikace, standardizace atd., což vede k tomu, že koupíme standardní stroj (obráběcí, lisovací...), který pak později „doupřevádíme“ k obrazu svému, což samozřejmě klade zvýšené nároky na flexibilitu (= průběžnou dobu výroby) a s tím spojené množství zásob v celém výrobním toku.

Zadaný příklad z firmy Bosch Diesel s.r.o. ukázal na běžnou praxi v mnohých výrobních nebo dílnách - výrobní dávky v jednotlivých výrobních blocích jsou nějak předefinovány nebo stanoveny, většinou ani ne na základě nějakého empirického výpočtu nebo potřeb zákazníků, ale spíše na základě nějakých zkušeností, poznatků z minulosti apod. Byl proto nastartován cílený proces, kdy za pomoci dvou rozdílných nástrojů byla potřebná výrobní dávka přesně definována.

Použitý model EOQ pro výpočet výrobní dávky je model vhodný pro výrobu s jedním druhem nebo typem výrobku. V případě výroby hlav v Bosch Diesel Jihlava, kde je velká typovost (aktuálně přes 30 typů hlav) přes všechny výrobní linky, pak použití tohoto modelu není ideální. Navíc model počítá s tím, že se po vyrobené dávce výroba zastaví (dojde k vyprázdnění skladů/supermarketů) což v tomto případě není rovněž reálné, výroba běží nepřetržitě na 2 linkách v 20S směnném modelu a nikdy k vyprázdnění supermarketu nedojde.

Z tohoto pohledu je druhá použitá varianta pro výpočet výrobní dávky, tzn. jedním z nástrojů „štíhlé systematiky“ a to rychlým přeseřizem, jednoznačně přínosnějším a i více transparentnějším řešením. Toto tvrzení vychází jednak z toho, že se podařilo na základě provedené analýzy a nově navrženého standardu snížit ztráty z přeseřizem, redukovat průběžnou dobu výroby a tím i snížit stav zásob v dané výrobě ale hlavně tímto novým standardem došlo ke snížení výrobní dávky z 6 vozíků na 4 vozíky (vše ověřeno v rámci použitého kontrolního mechanismu - u firmy Bosch Diesel se používá pro ověřování stability nového procesu systematika POINT CIP).

Navíc se tam objevily další efekty, které se u první varianty nevykytovaly a to:

- přímé zapojení dílenských pracovníků, kteří jsou ochotni toto řešení daleko rychleji a snáze akceptovat a samozřejmě posléze i aplikovat,
- ranní porady celého týmu hledající společné řešení otevřených bodů – zvýšení/zlepšení týmového ducha (soutěživosti) vede k daleko lepším výsledkům celé dílny
- a v neposlední řadě dobrý příklad pro ostatní výroby v rámci firmy, které se zde mohou inspirovat a najít podobné řešení i pro svoje výroby (princip lessons learned).

Z tohoto pohledu je výsledek velmi důležitý, neboť ukázal na skutečnost, že cíleným procesem rychlého přeseřizem je možno redukovat velikost potřebné výrobní dávky a tím tak zásadně zlepšovat flexibilitu dané výrobní jednotky, potažmo celého výrobního řetězce (a s tím samozřejmě souvisejí i sledované klíčové veličiny).

Z tohoto důvodu je důležité, aby se v budoucnu i nadále řešily další projekty nebo úkoly tímto způsobem, který napomáhá firmě Bosch i nadále dosahovat vynikajících výsledků.

Na závěr této práce bych chtěl poznamenat, že jsem pevně přesvědčen o tom, že počet firem zavádějících a hlavně žijících filozofií „štíhlé výroby“, tzn. používající její prvky, metody nebo nástroje, bude neustále přibývat, protože její výhody a přínosy jsou efektivní, neoddiskutovatelné a naprosto zřejmé.

## 6. Seznam použité literatury

- [1] DEBNÁR, Josef: *Flexibilita-pouhá fráze nebo nevyhnutelnost* [online]. [vid. 10.05.2015].  
Dostupné z: <http://e-api.cz/article/68796.flexibilita-8211-pouha-fraze-nebo-nevyhnutelnost-/>
- [2] DEBNÁR, Josef: *Flexibilita-jeden z principů produkčních systémů* [online]. [vid. 10.05.2015].  
Dostupné z: <http://e-api.cz/article/70458.flexibilita-8211-jeden-z-principu-produkcnicich-systemu/>
- [3] *Internetové stránky Bosch Česká republika*, [online]. [vid. 20.03.2015].  
Dostupné z: [http://www.bosch.cz/cs/cz/our\\_company\\_7/locations\\_7/location\\_9922.html](http://www.bosch.cz/cs/cz/our_company_7/locations_7/location_9922.html)
- [4] *Internetové stránky Bosch Diesel, s.r.o.*, [online]. [vid. 20.03.2015].  
Dostupné z: [http://www.bosch.cz/cs/cz/our\\_company\\_7/locations\\_7/jihlava\\_menu/jihlava\\_menu\\_uvod.html](http://www.bosch.cz/cs/cz/our_company_7/locations_7/jihlava_menu/jihlava_menu_uvod.html)
- [5] *Internetové stránky Robert Bosch GmbH*, [online]. [vid. 20.03.2015].  
Dostupné z: [http://www.bosch.com/worldsite\\_startpage/en/Bosch\\_Today.aspx](http://www.bosch.com/worldsite_startpage/en/Bosch_Today.aspx)
- [6] Interní dokumenty a podklady firmy Bosch Diesel, s.r.o. a Robert Bosch GmbH.
- [7] JABLONSKÝ, Josef: *Operační výzkum, kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*, Praha, Profesional Publishing, 2007, ISBN 978-80-86946-44-3
- [8] JERSÁK, Jan: *Technologie III-Obrábění-Úvod*, prezentace k předmětu, Liberec, TUL
- [9] KEŘKOVSKÝ, Miloslav: *Moderní přístupy k řízení výroby*, Praha, C. H. Beck, 2009, ISBN 9788074001192.
- [10] KOŠTURIÁK, Ján: *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*, Brno, Computer Press, 2010, ISBN 9788025123492.
- [11] KOŠTURIÁK, Ján; GREGOR, Milan: *Podnik v roce 2001 : Revoluce v podnikové kultuře*, Praha, Grada, 1993, ISBN 8071690031.
- [12] KRAFCIK, John, F.: *Triumph of the Lean Production System*. [online]. 1988. [vid. 25.04.2015].  
Dostupné z: <http://www.lean.org/downloads/MITSloan.pdf>
- [13] LORENC, Miroslav: *Průběžná doba výroby – Provozní management* [online]. [vid. 18.05.2015].  
Dostupné z: <http://lorenc.info/3MA112/prubezna-doba-vyroby.htm>
- [14] MANLIG, František: *Kapacitní propočty*, prezentace k předmětu Výrobní systémy II, Liberec, TUL, 6. 3. 2012
- [15] SUZAKI, Kiyoshi: *The new manufacturing challenge*. New York, Simon and Schuster Inc., 1987, ISBN 0-02-932040-2

- [16] ŠAJDLEROVÁ, Ivana: *Organizace a řízení výroby*, učební text, Ostrava, Fakulta strojní TUO, 2012, ISBN 978-80-248-2775-9
- [17] TAKEDA, Hitoshi: *Das synchrone Produktionssystem*, Frankfurt am Main, Redline Wirtschaft, 2004, ISBN 3-478-25680-1



## **7. Seznam obrázků, tabulek a vzorců**

### **7.1 Seznam obrázků**

1	7 druhů plýtvání	13
2	optimální velikost výrobní dávky	20
3	CP4 čerpadlo	23
4	Rail	23
5	tlakový regulační ventil	23
6	CP4 čerpadlo	24
7	vysokotlaká hlava čerpadla CP4	25
8	schéma obrábění na první operaci	25
9	schéma obrábění na druhé operaci	26
10	schéma obrábění na třetí operaci	26
11	příklad kanbanové karty	27
12	schéma řízení spotřebou karty	28
13	mapping hodnotového toku výroby hlav	33
14	analýza procesu – čas přeseřízení	36
15	nový standard pro přeseřizování	37
16	časová norma nového postupu pro přeseřizování	38
17	přeseřizovací vozík	39
18	vozík na komunální nářadí	39
19	elementy POINT CIP systematiky	40
20	formulář pro POINT CIP	42

### **7.2 Seznam tabulek**

1	hodnoty pro výpočet výrobní dávky	31
2	KPI ukazatele přeseřizování-během změny	34
3	KPI ukazatele přeseřizování - po změně	44

### **7.3 Seznam vzorců**

1	Optimální výrobní dávka pro model EOQ	21
---	---------------------------------------	----