

**UNIVERZITA JANA AMOSE KOMENSKÉHO PRAHA**

**BAKALÁŘSKÉ KOMBINOVANÉ STUDIUM**

**2011 – 2014**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vladimír Čaha**

**Zvyšování produktivity práce pomocí metod  
průmyslového inženýrství**

Praha 2014

Vedoucí bakalářské práce: Prof. Ing. Zdeněk Častorál, DrSc.

**JAN AMOS KOMENSKÝ UNIVERSITY PRAGUE**

BACHELOR COMBINED STUDIES

2011 – 2014

**BACHELOR THESIS**

Vladimír Čaha

**Increasing work productivity with industrial  
engineering methods**

Prague 2014

The Bachelor Thesis Work Supervisor: Prof. Ing. Zdeněk Častorál,  
DrSc.

## **Prohlášení:**

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je mým původním dílem, které jsem vypracoval samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpal, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v univerzitní knihovně

V Jihlavě dne 21. února 2014

Vladimír Čaha

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat Prof. Ing. Zdeněkovi Častorálovi, DrSc. za odborné vedení, rady a cenné připomínky, kterými přispěl k vypracování mé bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat pracovníkům firmy BOSCH DIESEL s.r.o., Jihlava, za důležité připomínky a konzultace. Bez jejich ochoty spolupracovat by nebylo možné tuto bakalářskou práci dokončit.

## **Anotace**

Tato bakalářská práce je orientována na aplikaci vybraných metod průmyslového inženýrství. Hlavním cílem je pomocí navržených postupů dosáhnout zvýšení produktivity práce. V první části je formou literární rešerše vysvětlena problematika nabízených metod. Konkrétně popisuje metodu průmyslového inženýrství, měření spotřeby času, metodu MTM a ergonomii.

Druhá část se věnuje výrobnímu podniku BOSCH DIESEL s.r.o. (předmět činnosti) a analyzuje současný stav na předmontáži přírub. Zaměřuje se především na kritické zhodnocení neproduktivního vytížení zaměstnanců. V návaznosti na analýzu současného stavu přichází na řadu navržená doporučení, která jsou v poslední části podrobena závěrečnému zhodnocení.

## **Klíčová slova**

Ergonomie, KAIZEN, měření spotřeby času, metoda MTM, plýtvání, produktivita práce, průmyslové inženýrství, standardizace práce.

## **Annotation**

This bachelor thesis focuses on applications of selected methods in industrial engineering. The main objective of this work is to achieve increased work productivity by utilizing the proposed procedures. The first part explains the issue of the methods suggested in the form of literature research. Particularly, it describes a method of industrial engineering, measuring time consumption, an MTM method and ergonomics.

The second part of this work deals with the production plant of BOSCH DIESEL s.r.o. (subject of activity) and analyses the current state in the flange preassembly. It mainly focuses on critical assessment of ineffective utilisation of workforce. In relation to the current state analysis this thesis suggests several proposals that are critically assessed in the final part of the work.

## **Key words**

Ergonomics, KAIZEN, measuring time consumption, MTM method, wasting, work productivity, industrial engineering, work standardisation.

## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b>	
<b>1 PRODUKTIVITA</b> .....	<b>10</b>
1.1 Co je to produktivita.....	10
1.2 Důvody pro zvyšování produktivity .....	11
1.3 Co ovlivňuje produktivitu.....	12
1.4 Pojetí a definice managementu pracovního výkonu.....	14
1.5 Aspekty výkonnosti z širšího hlediska.....	15
<b>2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ</b> .....	<b>16</b>
2.1 Co je průmyslové inženýrství.....	16
2.2 Kdo je průmyslový inženýr.....	17
2.3 Kaizen .....	17
2.4 Plýtvání .....	19
2.5 Standardizace.....	20
2.6 Vizualizace.....	21
<b>3 MĚŘENÍ SPOTŘEBY ČASU</b> .....	<b>22</b>
3.1 Význam časových údajů.....	22
3.2 Pojem časového snímku .....	23
3.3 Technika časového snímku .....	24
3.4 Zachycování momentu měření .....	26
3.5 Stupeň výkonu člověka .....	27
3.6 Přístroje na zjišťování času .....	28
<b>4 METODA MTM</b> .....	<b>29</b>
4.1 Historický vývoj systémů předem stanovených časů .....	29
4.2 Historický vývoj metody MTM .....	30
4.3 Vývoj metody MTM.....	31
4.4 Základní pohyby MTM.....	32
4.5 Definice MTM.....	33
4.6 Hranice a přednosti metody MTM.....	33
<b>5 ERGONOMIE</b> .....	<b>34</b>
5.1 Úvod.....	34
5.2 Úkoly a záměry ergonomie.....	35
5.3 Pracovní výkon.....	36

5.4 Antropometrie.....	36
5.5 Statická a dynamická práce .....	38
5.6 Poloha těla (držení těla při práci) .....	38
5.7 Rozměry pracoviště při práci vsedě .....	39
5.8 Rozměry pracoviště při práci vstoje .....	40
5.9 Vymezení ruční manipulace s břemenem .....	42
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b>	
<b>6 PŘEDSTAVENÍ FIRMY .....</b>	<b>43</b>
6.1 Firma ROBERT BOSCH GmbH .....	43
6.2 Firma BOSCH DIESEL s.r.o., Jihlava.....	43
6.3 Výrobní program .....	44
<b>7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU .....</b>	<b>45</b>
7.1 Představení předmontáže přírub .....	46
7.2 Výpočet zákaznického taktu .....	48
7.3 Výpočet plánované doby taktu .....	49
7.4 Typové spektrum .....	50
7.5 Analýza časových dat současného stavu .....	50
7.6 Sestavení stohového diagramu .....	52
7.7 Výpočet potřebného počtu pracovníků .....	53
<b>8. ANALÝZA BUDOUCÍHO STAVU .....</b>	<b>54</b>
8.1 Analýza časových dat budoucího stavu .....	54
8.2 Vyhodnocení časových dat budoucího stavu .....	57
8.3 Návrh nového výkresu předmontáže přírub .....	58
8.4 Vyhodnocení výkresu budoucího stavu předmontáže přírub .....	60
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>62</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....</b>	<b>63</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....</b>	<b>64</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK .....</b>	<b>66</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>67</b>



## ÚVOD

V podstatě žádný podnik nemůže v současné době existovat napořád, pokud se neustále nepřizpůsobuje aktuálním požadavkům trhů a tím i zákazníků. Výrobní jednotky se dnes nacházejí před situací, kterou lze popsat pomocí třech podstatných tendencí:

- globalizace,
- propojení do sítě,
- změna.

Globalizace znamená celosvětovou přítomnost na všech trzích. Tímto se výrobním jednotkám na jedné straně sice otevírají trhy nové, na druhé straně ale také do hry přicházejí noví konkurenti, čímž v mnoha oblastech hospodářství dochází ke stále náročnější soutěživosti.

Propojení do sítě označuje druhý stav. Celosvětovou přítomnost lze aplikovat pouze na základě výkonné a ekonomicky výhodné informační a komunikační struktury. Protože v současné době náklady na informační technologie rychle klesají, dochází k téměř obrovskému růstu komunikační struktury zaplavující celý svět. Zároveň přes globalizaci dochází také na rovině organizací k narůstajícímu propojení do sítě ve formě podnikových sítí nebo virtuálních podniků. Takovýto trend je navíc podporován tím, že na jedné straně zákazníci očekávají čím dál širší nabídku služeb, na druhé straně podniky minimalizují v rámci svého zaměření na klíčové kompetence svou úroveň tvorby hodnot.

Rychlá změna se ukazuje v celém balíku vývoje, ze kterých nejhlavnější jsou změna chování zákazníků a vzrůstající zkracování životních cyklů výrobků. Zvláště zřetelně se změna projevuje v úsilích podniku o stále vyšší flexibilitu a stále kratší průběžné časy.

Cílem této bakalářské práce je analyzovat současný výrobní průběh z pohledu postupů uvedených v teoretické části a naplánovat kroky vedoucí k účinnému využití zdrojů. Návrhem budu reprezentovat takové řešení, které uspoří časové a zejména finanční výdaje výrobního procesu. Především se bude jednat o snížení počtu pracovníků a eliminaci plýtvání za účelem zvyšování produktivity práce.

# I TEORETICKÁ ČÁST

## 1 PRODUKTIVITA

Zásadní argumenty pro tak častý výskyt slova produktivita jsou pravděpodobně dva. Prvním argumentem je důležitost tohoto parametru, který charakterizuje typický stav ekonomického útvaru nebo celého národního hospodářství. Druhým argumentem je nižší význam produktivity našich závodů a tím i celé domácí ekonomiky. Přestože je tato situace známa a diskutována již delší dobu, velmi málo se hovoří a publikuje o tom, jak podpořit růst produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000).

### 1.1 Co je to produktivita

Přes mnoho aktivit zůstává produktivita v obchodní i ekonomické literatuře nestálým pojmem. Dle Mašína a Vytlačila je tato skutečnost způsobena nedostatečným počtem teoretických prací. Velice málo bylo uděláno pro hledání postupů měření a hodnocení produktivity na provozní úrovni. Produktivitou se rozumí míra, která určuje, jak vhodně jsou využity zdroje při vytváření výrobků. Jejím nejzákladnějším vyjádřením je proporcionální poměr mezi výstupem z procesu a vstupem nutných zdrojů procesu (2000). Běžný vzorec pro výpočet produktivity je na následujícím obrázku 1.

Obrázek 1: Vzorec výpočtu produktivity

$$P = \frac{\text{výstup}}{\text{vstup}}$$

Zdroj: vlastní zpracování

Výstup může být projeven v jednotkách či objemech jako např. tuny, litry, kusy, výrobky apod. Vstupy jsou zpravidla děleny do několika skupin jako např. pracovní síly, výrobní zařízení a stroje, materiály či kapitál. Produktivitu v nejběžnějším slova smyslu můžeme dělit podle úrovně, ke které jednotlivé vstupy i výstupy přiřazujeme. Potom mluvíme například o národní produktivitě, oborové produktivitě, podnikové produktivitě, produktivitě skupin nebo jednotlivce (Mašín a Vytlačil, 2000). Základní vyjádření produktivity se pro další použití upravuje do následujících tří typů poměrů, kterými v reálných podmínkách produktivitu vyjadřujeme:

- parciální (dílní) produktivita,
- index produktivity,
- Totální (celková) produktivita.

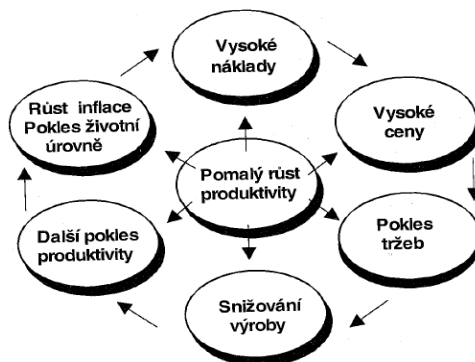
## 1.2 Důvody pro zvyšování produktivity

Podniky zabývající se službami hledí tvář v tvář rostoucí soutěživosti a větší nezbytnosti využívat zdroje neefektivněji. Produktivita na vysoké úrovni je proto dnes celkově vnímána jako důležitý faktor, který zajistí podnikům obstát v rámci celosvětového trhu. V kontextu s potřebou na vysokou jakost, kterou vnímáme jako integrální součást definice produktivity, je potřebné připomenout, že kladný výsledek při zvyšování produktivity zajišťuje dosažení vysoké jakosti při nejnižších nákladech. Řízení produktivity se stává zásadní strategií mnoha závodů. Tato změna byla vyvolána řadou faktorů, ať už celosvětových či regionálních (Mašín a Vytlačil, 2000).

Mezi ty celosvětové patří globální konkurence ve všech sektorech průmyslu i službách. V rámci této konkurence rostou požadavky na lepší jakost výrobků či služeb za nižší cenu. Dalším faktorem jsou rostoucí náklady na výrobu či poskytování služeb. Z hlediska národních faktorů je nutné zmínit výrazně nižší úroveň produktivity našich závodů oproti vyspělým zemím světa, která činí z této problematiky cíl každodenního úsilí všech zaměstnanců našich firem (Mašín a Vytlačil, 2000).

Dle Mašína a Vytlačila na obrázku 2, nízká úroveň produktivity nebo její pomalejší růst má zásadní význam na udržení jakékoliv ekonomické jednotky a zřetelným způsobem brzdí růst životní úrovně populace (2000).

Obrázek 2: Následky pomalého růstu produktivity



Zdroj: MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.

Na stránce druhé řízení a zvyšování produktivity přináší závodům následující aktiva:

- nižší ceny výrobků a služeb,
- efektivní využití zdrojů,
- posílení podniků,
- větší zisk díky sníženým nákladům,
- možnost poskytnout vyšší mzdy pracovníkům.

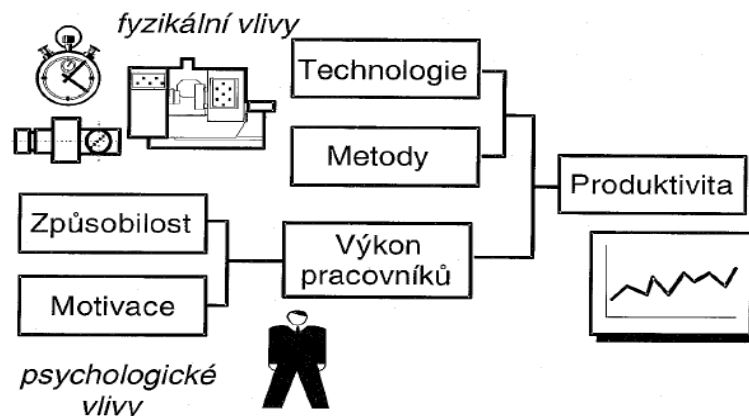
### 1.3 Co ovlivňuje produktivitu?

Produktivita je přímo i nepřímo ovlivňována celou řadou faktorů uvnitř i mimo závodu. K těmto faktorům patří například:

- pracovní postupy a metody,
- kvalita strojního zařízení, využívání kapitálu,
- úroveň schopností pracovní síly, systém hodnocení a odměňování,
- úroveň metod průmyslového inženýrství, stav infrastruktury,
- stav národního hospodářství a ekonomiky.

Toto je jenom nekompletní souhrn faktorů, které mohou produktivitu ovlivnit. Vedle nich existuje ještě mnoho různých vlivů, které mohou být v tom nejzákladnějším náhledu rozděleny do dvou skupin – fyzikálních či psychologických na obrázku 3 (Mašín a Vytlačil, 2000).


Obrázek 3: Fyzikální a psychologické vlivy na produktivitu



Zdroj: MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.

Zásadní rozdíly mezi závody ukazují, že je potřebné jednotlivým faktorům rozumět. Věnujme se proto nejprve problematice využití vstupů, které můžeme nejhodněji demonstrovat na příkladě pracovní síly na tabulce 1. Celkový objem dostupných pracovních hodin jsou hodiny v rámci oficiální pracovní doby, za kterou jsou pracovníci placeni. Tato celková suma může být rozdělena na dobu, kdy je čas využíván pro práci a na prostoje (Mašín a Vytlačil, 2000).


Tabulka 1: Využití času pracovníka

	<b>Využitelná pracovní doba</b>			
	<b>Čekání</b>		<b>Práce</b>	
	Ztracený čas		Zbytečná práce	Produktivní práce
	Pracovník	Management		
	<b>Neproduktivní</b>		<b>Produktivní</b>	

Zdroj: MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.

Mašín a Vytlačil to ve své knize popisují takto: „Zmetky reprezentují neproduktivní využití strojů a zařízení a proto i zbytečný nárůst nákladů, které mohou být velmi často úplně eliminovány. Zdroje zmetků jsou např. špatně seřizené stroje, nevhodný materiál, nízká a úzce zaměřená kvalifikace, nesprávná funkce strojů apod.“ (2000, s. 39) I další náklady s nimi spojené mohou být velmi různorodé (leasing, prostory, zaškolení pracovní síly apod.) Obecně však neustále rostou, a proto se potřeba maximalizovat jejich využití stává prioritou dne. Pro vysvětlení pojmu využití strojů a zařízení lze použít obdobný diagram na tabulce 2 (Mašín a Vytlačil, 2000).

Tabulka 2: Využití strojů a zařízení

	<b>Využitelný časový fond</b>			
	<b>Čekání</b>		<b>Práce</b>	
	Ztracená kapacita		Zmetky	Výrobky
	Obsluha	Management		
	<b>Neproduktivní</b>		<b>Produktivní</b>	

Zdroj: MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.

## 1.4 Pojetí a definice managementu pracovního výkonu

Častorál popisuje definici ve své knize takto: „*Management (řízení) pracovního výkonu (výkonnosti) je systémový přístup udržování a zvyšování pracovního výkonu a výkonnosti organizace pomocí integrálního pojetí rozvoje jednotlivců a pracovních týmů*“ (2013, s. 129).

Tato definice vychází z:

- plného využití znalostí a znalostních systémů,
- využití principu říditelnosti rozvoje jednotlivců a pracovních týmů,
- sdíleného a dohodnutého chápání zaměření jednotlivců a týmů na složky výkonu,
- potřeby dialogu o pracovním výkonu a sestavování plánů osobního rozvoje,
- nových efektivních metod práce, chápající lidi jako kapitálové složky.

Pojetí výkonu. Výkon je nejčastěji chápán ve vztahu k dodržení cílů a cest, kterými těchto cílů bude dosaženo. Je založen na cílevědomém úsilí efektivního využívání znalostí, schopností a zkušeností.

Management výkonnosti můžeme v praktických souvislostech chápat z interní a externí stránky. Externí stránka je zaměřena na porovnávání konečného stavu s plánovanými cíli. Interní stránka vyjadřuje relaci mezi vstupem a výstupem. Management výkonnosti bychom v základu měli posuzovat z hlediska výsledku činnosti zabezpečení a dosažení stanovených funkčních cílů při minimálních personálních, materiálních a organizačních zdrojích.

Výkonnost managementu se stává nejdůležitějším faktorem pro cílový výsledek tohoto procesu. Této výkonnosti se nedosahuje automaticky. O její růst musíme nejen bojovat, ale také cílevědomě pro tento proces vytvářet podmínky. Toto vyžaduje celou řadu teoretických a praktických opatření ve zdokonalování nástrojů řízení. Z nich vyplývají povinnosti a vzájemné vztahy mezi účastníky řízení (Častorál, 2013).

Pracovní výkon charakterizuje:

- směr – zaměření na konkrétní úkoly a konkrétní pracovníky,
- nasazení – mobilizované a motivované úsilí k naplňování cílů,
- intenzita – stupeň využití schopností a dovedností, zkušeností a znalostí.

## 1.5 Aspekty výkonnosti z širšího hlediska

Dle Častorála: „Znalostní ekonomika představuje dnes globální proces, spjatý se zásadními změnami struktury a charakteru světového ekonomického a sociálního rozvoje, s přechodem na globální podmínky a na nové druhy znalostní výměny. Tento proces, zahrnující v různé míře světové společnosti, působí na většinu sfér činnosti a podstatně mění charakter jeho rozvoje, ekonomické vztahy v něm, úroveň a kvalitu života ve společnosti. Rozvoj tržních vztahů a demokratizace veřejného života vyžadují zásadní změnu struktury a charakteru znalostního zajištění a podpory prakticky ve všech sférách činnosti“ (2013, s. 132).

Pro jednotlivé oblasti ve vztahu k výkonu platí:

V oblasti vlastní ekonomiky:

- využívání moderních metod řízení, evidence, analýzy,
- zajistit strukturální přeměnu sféry materiální výroby na základě přednostního rozvoje odvětví využívajících v značném rozsahu vědu a technologii.

V sociálně politickém aspektu:

- vytvořit potřebné podmínky pro širší přístup lidí k znalostem,
- zajistit možnost optimálně spojovat tržní principy řízení s regionální samosprávou,
- napomáhat svobodnou výměnou znalostí k sblížení lidí, vzájemné důvěry,
- napomáhat upevňování zdraví a zvyšování produktivity.

Je potřebné klást důraz zejména na:

- ekonomické souvislosti uplatnění znalostních přístupů s jejichmi důsledky v podmínkách tržního hospodářství,
- rozvoj znalostních technologií v oblasti tvorby, třídění, vyhledávání,
- rozvoj forem a typů vzdělávání zaměřených k potřebám praxe.

Rozvoj využívání znalostí pozitivně působí na:

- aktivaci tvůrčího potenciálu,
- zvyšování produktivity práce,
- zkvalitňování pracovních a životních podmínek.

## 2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Obor průmyslového inženýrství má v sobě ohromný potenciál. V České republice průmyslové inženýrství v podstatě neexistovalo skoro padesát let. Jeho nepřítomnost je zřejm nejen v průmyslové výrobě, ale i v ostatních odvětvích.

### 2.1 Co je průmyslové inženýrství

Mašín a Vytlačil ve své knize popisují definici průmyslového inženýrství takto: *„Je to interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd i managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy.“* (2000, s. 81).

Další autoři jako jsou Mašín, Košturiak a Debnár rozšiřují definici průmyslového inženýrství následovně: *„Je to uznávaný vědní obor, který se orientuje na plánování, navrhování, zavádění a řízení integrovaných systémů, jejichž cílem je produkce výrobků nebo poskytování služeb. V těchto systémech zajišťuje a podporuje vysoký výkon, spolehlivost, údržbu, plnění plánu a řízení nákladů v rámci celého životního cyklu výrobku nebo služby“* (2007, s. 128)

Metody a techniky, které se využívají v rámci průmyslového inženýrství, lze rozdělit na čtyři skupiny:

- plánování, navrhování a řízení (např. měření práce, kapacitní výpočty, tvorba pobídkových systémů odměňování),
- uplatnění lidského rozměru (např. projektování výrobních a servisních týmů, ergonomie nebo programu zlepšování procesů),
- technologické aspekty (např. projektování výrobních buněk),
- kvantitativní a kreativní metody (např. simulace procesů).

Zjednodušeně lze říci, že průmyslové inženýrství je obor, který se zabývá odstraňováním plýtvání. Výsledkem těchto aktivit je to, že poskytování vysoce kvalitních služeb je levnější a rychlejší. Díky tomu, že je průmyslové inženýrství



nejmladším oborem, má oproti těm tradičním tu výhodu, že se neustále vyvíjí a pružněji reaguje na změny, které probíhají v jeho okolí (Mašín a Vytlačil, 2000).

## 2.2 Kdo je průmyslový inženýr

Mašín a Vytlačil říkají: „*Průmyslový inženýr upozorňuje ostatní inženýrské profese, že existuje něco jako obchodní realita. Pomáhá překonávat častou mezeru mezi manažery a liniovými pracovníky. Je tím, kdo říká technikovi, že zakoupení drahého stroje posledního typu nemusí znamenat ještě podstatné zvýšení produktivity, kterou lze zvýšit i konvenčními stroji. Průmyslový inženýr se umí dívat z nadhledu a brát v potaz celkové řešení*“ (2000, s. 84).

Přijímá za své cíle vysoký zisk, vysokou produktivitu i jakost a zaměřuje se na neustálé zlepšování procesů či odstraňování plýtvání. Pro naplňování těchto cílů bude vedle znalostí z oboru využívat humanitní i sociální vědy, výpočetní techniku, základní inženýrské a technické vědy i teorii managementu (Mašín a Vytlačil, 2000).

Na první místo průmyslového inženýrství patří F. W. Taylor. Na začátku 20. století se při zvyšování produktivity práce zaměřil na její promyšlenou organizaci. Taylor pohlížel na živou lidskou práci jako na objekt uplatnění exaktních postupů, jimiž lze práci do nejmenších podrobností uspořádat tak, aby byla maximálně efektivní a aby ji bylo možno skutečně řídit. Uplatnil inženýrské postupy, jež se od té doby označují jako studium pracovních metod. Jeho principem byl následující postup, podle něhož postupoval tehdejší plánovač práce:

- stanovit konkrétní pracovní úkol,
- na základě měření spotřeby času stanovit nejefektivnější pracovní metodu,
- provést zaučení dělníků,
- stanovit pobídkovou odměnu za splnění úkolu ve stanovém čase.

Dnes víme, že tento postup v současnosti v plné míře neobstojí. Hlavní je, že Taylor na tomto poli započal systematickou vědeckou práci, která vytvořila základ pro trvalý rozvoj průmyslového inženýrství. (Mašín a Vytlačil, 2000).

## 2.3 Kaizen

Japonská filozofie Kaizen má svůj původ v zen buddhismu. Kaizen usiluje o neustálé zlepšování v politické, společenské, kulturní a soukromé oblasti i o změny

v pracovním životě. Povědomí Kaizen je hluboce zakořeněno v japonské mentalitě a je výrazem pozitivního přístupu k životu.

Problémy se chápou jako úkoly, které je třeba řešit ve smyslu zlepšování. Proces neustálého zlepšování je filozofie managementu, která na pracovníka nahlíží jako na specialistu na svou vlastní činnost. Pracovník při své každodenní práci zná své postupy a procesy nejlépe, a proto je může nejspíše zlepšit. Kaizen se stal známým na počátku devadesátých let podle knihy Masaaki Imaiho. V ní jsou popsány veškeré filozofie managementu, teorie a nástroje, které zdůvodňovaly tehdejší konkurenční výhodu Japonců. Přitom deštník na obrázku 4 obrazně znázorňuje vůli ke zlepšení nad efektivní výrobou s integrací všech známých metod (Základní školení REFA I, 2001).

Obrázek 4: Aplikace metod v rámci KAIZEN



Zdroj: ZÁKLADNÍ ŠKOLENÍ REFA I, utváření pracovního systému a procesů

U procesu neustálého zlepšování stojí ve středu pozornosti člověk a myšlenka, že schopnosti a vědomosti pracovníků jsou nejdůležitějším kapitálem podniku. Proces neustálého zlepšování pak znamená systematickou a důslednou práci na:

- stanovení a sledování cílů,
- odstranění poruch,
- možnostech zlepšení,
- zabránění plýtvání.

Je tedy prostředkem k řešení problémů tím, že se v podnikové kultuře vytvoří takové prostředí, kde všichni pracují na řešení problému. Tam kde jednotlivci a také

pracovní skupiny nemohou dál, může je management podpořit tak, aby bylo možno dosáhnout řešení přesahující úrovně oddělení (Základní školení REFA I, 2001). Souhrnně lze tedy říci:

- proces neustálého zlepšování posiluje konkurenceschopnost podniku neustálým zlepšováním všech výkonů podniku,
- tato malá postupná zlepšení, která zpravidla vyžadují pouze malé investice, vedou ke zlepšení kvality výrobků a služeb,
- všichni pracovníci na všech úrovních podniku se účastní procesu průběžného přizpůsobování procesu v podniku měnícím se rámcovým podmínkám.

Nesmíme zapomínat na podstatnou část, a to, že změna vyvolává obavy. Tato lidská zkušenost je neměnná a je hluboce zakořeněna ve fyziologii mozku, a když se dostaví, mohou účinně překážet kreativě a úspěchu. Proto Mauer říká: *„Všechny změny, dokonce i ty pozitivní vedou k obavám. Pokusy dosáhnout cíle radikálními nebo revolučními prostředky často selhávají, protože zvyšují strach. Ale malé postupné kroky KAIZEN snižují odpověď mozku na strach, stimulují racionální myšlení a kreativní hru“* (2005, s. 24).

## 2.4 Plýtvání

V našem obvyklém způsobu mluvy znamená plýtvání něco negativního, něco co zbytečně promarňuje naše drahocenné zdroje. Tedy plýtvání je něco, co se bezpodmínečně musí zamezit. Zde dochází ke způsobení zbytečných nákladů, za které by zákazník, pokud by tato plýtvání znal, nebyl ochoten zaplatit. Veškeré pracovní procesy je nutné kriticky prošetřit z hlediska zákazníka, zda mají smysl – totiž přímý nebo nepřímý podíl na tvorbě hodnot.

Plýtvání nám v našem podniku nepřinesou žádné hodnoty navíc, ale v podstatě znamenají nadbytečné náklady. Žádný zákazník není ochoten za ně platit, a na fungujícím trhu musíme počítat s konkurenty, kteří mohou svůj výkon podat s nižším podílem plýtvání a následně mohou vyrábět levněji (Základní školení REFA I, 2001).

Druhy plýtvání:

- nadprodukce,
- plýtvání časem na stroji (čekání),
- plýtvání časem při přepravě,
- plýtvání při opravování (zbytečné procesy),

- plýtvání při oběhu (vysoké skladové zásoby),
- plýtvání při pohybech (hledání),
- plýtvání ve formě vadných dílů (chyby při práci).

Mašín říká: „*Jestliže chceme naše procesy zlepšovat, musíme je nejprve pozorovat, studovat je a rozumět jim*“ (2003, s. 21). To znamená, že je musíme vidět. Proto nám k tomuto účelu slouží nástroje průmyslového inženýrství, jako jsou:

- postupové diagramy,
- grafické procesní analýzy,
- popisné procesní analýzy,
- pohybové studie,
- montážní diagramy,
- videozáznamy.

Cílem těchto nástrojů je identifikace plýtvání, která musí být v zájmu podniku minimalizována (Mašín, 2003).

## 2.5 Standardizace

U procesu neustálého zlepšování se pod pojmem standardizace rozumí dobrovolné stanovení, případně určení pracovních metod nebo sledů pracovních operací dotčenými osobami na schéma úkonů pevně stanovené pro budoucnost. Myšlenka spočívá v tom, pevně zapojit pracovníky do procesu zlepšování pomocí jimi spoluvytvořených standardů. Standardy lze najít všude:

- standardy managementu (směrnice, cíle, rozpočty, ukazatele, zásady vedení),
- výrobní standardy (strojní časy, velikosti šarží, bezpečnostní předpisy),
- správní standardy (doby zpracování, rozpočty, pravidla pro jednání).

Mnoho úspěšných týmů přitom již v minulosti mělo zkušenost s tím, že mnohé z jejich problémů byly doslova vyřešeny samy od sebe pouze provedením standardizace. Přitom je proces dohody na jednom společném standardu skupiny často velice obtížný a vyžaduje určitou výdrž. Podniky, které mají před sebou certifikaci ISO, to mají jednodušší, často jsou popisy procesů, které se mají nově sepsat již jejich standardy (Základní školení REFA I, 2001).

Stěžejním úkolem při integraci standardizace je objevení rovnováhy mezi tím, že se pracovníkům předají nutné postupy na jedné straně, a tím, že se jim poskytne volnost k zlepšování a k důsledně tvořivému přístupu při plnění těžkých cílů v oblasti nákladů, kvality a dodávek na straně druhé. Nalezení rovnováhy spočívá v tom, jak jsou tyto standardy formulovány, také i na tom, kdo k nim přispívá (Liker, 2008).

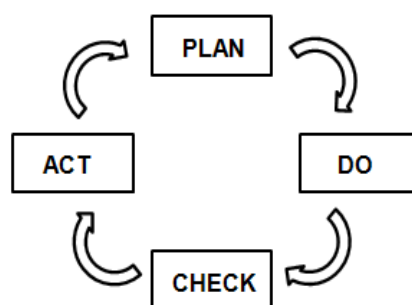
Liker říká: „*Za prvé, tyto standardy musí být dostatečně konkrétní, aby poskytovaly užitečná vodítka, a přesto musí být dostatečně obecné, aby dovozovaly určitou pružnost. V případě opakující se manuální práce bývají standardy velice konkrétní. Pokud jde o konstrukční práce, standardy musí být poněkud proměnlivější. Za druhé, lidé, kteří vykonávají příslušnou práci, musí zlepšovat její standardy. Vnucená pravidla, jejichž dodržování je přísně sledováno, se stávají donucovacím prostředkem a zdrojem třenic a napětí mezi vedením a dělníky. Avšak lidé, kteří se s radostí soustředí na dobrý výkon práce, dokáží ocenit, když dostanou tipy a příklady osvědčených praktických postupů, zejména pokud mají určitou volnost v tom smyslu, že je mohou doplnit vlastními nápady.*“ (2008, s. 191).

## 2.6 Vizualizace

Lidé mnohem jednodušeji pochopí a realizují optické podněty, než např. pouze akustické. Nejvyššího účinku se ale dosáhne tehdy, pokud člověk něco sám vyvine nebo realizuje. Tyto poznatky se u procesu neustálého zlepšování využívají důslednou vizualizací, pokud možno u dotčených pracovníků.

Podle Nenadála a kol. je jedním z nástrojů, který je možné využít při řešení problémů spojených se zlepšováním kvality Demingův PDCA cyklus. Je to v podstatě jednoduchý nástroj, který poskytuje ideální techniku pro řešení problémů kontinuálního zlepšování (2008). Skládá se ze čtyř fází na obrázku 5:

Obrázek 5: PDCA cyklus



Zdroj: vlastní zpracování

- PLAN (vypracování plánu aktivit zlepšení),
- DO (realizace plánovaných činností),
- CHECK (analýza dosažených výsledků),
- ACT (provedení vhodné úpravy procesu).

Znázornění cílů procesu neustálého zlepšování a akcí plánovaných k jejich dosažení se nejlépe prezentují pomocí pracovní tabule procesu neustálého zlepšování. Na ní skupiny popisují své pracovní úkoly a standardy, vedou registr problémů se stavem realizace akcí a pro každého viditelně dokumentují své dosažení cílů a úspěchů. Vizualní management také slouží k podpoře a udržení obtížně vypracovaných standardů pořádku a čistoty (Základní školení REFA I, 2001).

## **3 MĚŘENÍ SPOTŘEBY ČASU**

### **3.1 Význam časových údajů**

Práce představuje cílenou možnost, jak zvyšovat životní úroveň lidské společnosti. Je tedy vhodné nalézat cesty, které zajistí co nejefektivnější využití. Objevení ideálních cest, ale není vůbec jednoduché. Dokonce se dá říci, že je často provázeno řadou problémů. Normování práce je součástí pravomoci zaměstnavatele, které se dá charakterizovat jako určení množství práce na určitou dobu. Mnohostranným použitím v průběhu provozu připadá časovým údajům velký význam. Bez časových údajů nelze realizovat stoupající požadavky ohledně řízení výroby, zkrácení průběžných časů a zvýšení využití výrobních prostředků také ve spojení s podporou výpočetní techniky. Potud jsou časové údaje, nezávisle na odměňování, důležitým podkladem pro veškerý průběh výroby. Také ukazatele produktivity se zpravidla opírají o časové údaje. Čas je základní jednotkou, je měřítkem efektivnosti využívání lidského potenciálu ve výrobním procesu. Měření spotřeby času může být úspěšné pouze v případě, že jeho podkladem jsou reálná časová data. V rámci pracovního studia má stanovení časových údajů za cíl systematickým postupem určit nutnou potřebu času k provádění určitých pracovních cyklů. Na základě výsledků měření spotřeby času jsou získány časové údaje o době trvání operací, které bude potřeba provést, aby mohl být např. vyhotoven výrobek. Takto zjištěná data se sestaví do souborů norem a normativů času, které poskytnou objektivní základ pro hodnocení

zaměstnanců. To znamená, že prioritou podniku je uspořít co nejvíce času, aby mohly snížit své náklady (Lhotský, 2005).

### 3.2 Pojem časového snímku

Pod pojmem časový snímek se rozumí zjišťování požadovaných časů měřením a vyhodnocováním skutečných časů. Časové snímky spočívají v popisu pracovního systému, obvykle pracovního postupu, pracovní metody, pracovních podmínek, v zachycení vztažných množství, ovlivňujících veličin, stupňů výkonu a skutečných časů pro jednotlivé úseky procesu. Jejich vypracování poskytne požadované časy pro určité úseky procesu. Normování práce je součástí pravomoci zaměstnavatele a ve své nejzákladnější podobě se dá pojmenovat jako určení množství práce, kterou má pracovník vykonat za určitou dobu. Stěžejním bodem normování práce je:

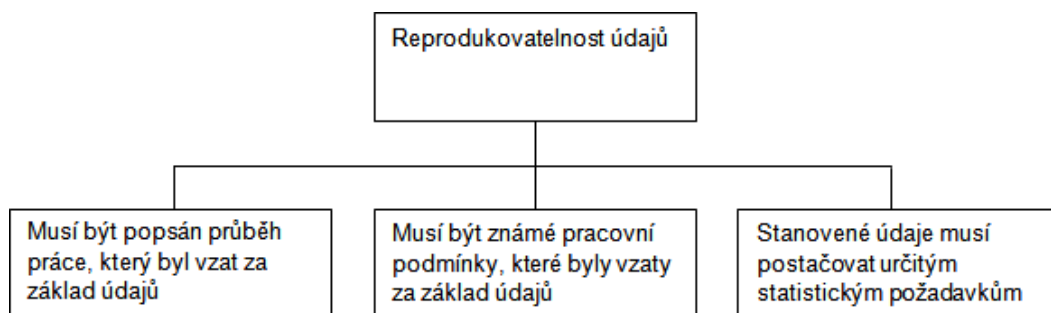
- obsahové rozebrání pracovního procesu a
- určení objektivně potřebné spotřeby práce.

Tady popisované časové snímky se vykonávají zápisem cizí osobou. Zápis vykonává osoba pověřená výkonem časového snímku. Jako u všech studií ekonomiky práce, tak i u časového snímku závisí postup na druhu zkoumaného pracovního úkolu a na cíli zkoumání. Proto jsou na časový snímek kladeny velké nároky, když se požadované naměřené časy mají použít pro odměňování. Naopak je tomu, když mají sloužit jako základ pro lepší využití provozních prostředků. Právě tak je rozdíl, zda zjišťované časy se předběžně budou používat často ve formě plánovaných časů nebo zda se budou používat jen jednou nebo příležitostně. Další možnost využití vychází z následujících podmínek (Základní školení REFA II, 2001):

- časovým snímkem se zachycuje čas vztažený na člověka,
- zjištěné časy musí být vhodné k použití pro řízení a kontrolu a také pro odměňování,
- časový snímek by měl být založen tak, aby jej bylo možno použít ke zjištění plánovaných časů.

V samotném středu časového snímku stojí sledování skutečného průběhu osobou, která zjišťuje data. Vyhodnocení sledování se přitom zapisuje. Osoba zjišťující časová data má k dispozici přístroj na měření času a formulář časového snímku. Důležité je, že časový snímek musí být reprodukovatelný na obrázku 6.

Obrázek 6: Reprodukovatelnost údajů



Zdroj: vlastní zpracování

Okolnosti, za kterých naměřené časy vznikly, musí být také důkladně zachyceny, stejně jako časy samotné. Tyto kritéria na časový snímek jsou především podstatné pro zodpovězení otázek:

- jaké podmínky pracovního systému zachytit a jak podrobně popsat úseky procesu,
- kolik časů na úsek procesu je třeba změřit.

Krom toho má v mnoha případech časový snímek smysl pouze tehdy, pokud je pozorovaný proces vytvářen tak, aby se objevoval i v budoucnu u shodného pracovního postupu, stejné metody a za stejných pracovních podmínek. Při vyhodnocování časových snímků je nutné dodržet dané předpisy, např. informovat potřebné osoby. Dále je nutné před časovým snímkem udělat některé úvahy o postupu měření času, vybraném zařízení na měření času a formulář časového snímku. Přední stranu formuláře časového snímku je nutné vyplnit v přípravném kroku. U sériové práce se na zadní straně popíše jednotlivé úseky procesu, pro které se následně zaznamenají časy. Na závěr se uskuteční samotný časový snímek tím, že se změří několik časů na každý úsek procesu a vyhodnotí se stupeň výkonu (Základní školení REFA II, 2001).

### 3.3 Technika časového snímku

Časy naměřené pomocí časového snímku se ve více případech používají k odměňování. V těchto případech jsou na časový snímek kladeny zvláštní nároky:

- zapisovatel musí být odborně schopen rozdělit a posoudit proces. Dále musí znát techniku časového snímku a posouzení stupně výkonu,



- zapisovatel by se měl umístit tak, aby byl pozorovaný pracovník co možná nejméně ovlivňován a omezován,
- během procesu časového snímku je nutné zamezit diskusím s pozorovanou osobou i s třetími osobami,
- dodržet tarifní a případně podniková ustanovení o informovanosti (nadřízeného, odborové organizace),
- snímky se nesmí provádět bez vědomí pozorovaného pracovníka,
- formulář časového snímku představuje listinný doklad, proto se v něm nesmí nic gumovat,
- dále musí být dodrženo zajištění bezpečnostních předpisů.

Na dalších obrázcích jsou použity ukázky z formulářů časového snímku, které jsou v celém popsány v úseku formulář časového snímku. Vlevo obsahují popis úseků procesu a popis okamžiků měření uvedením posledního prvku operace (konečná událost) příslušného úseku procesu. Pak následuje vztažné množství, které představuje dílčí pracovní výsledek úseku procesu. Sloupec pro ovlivňující veličiny byl zde nejdříve vypuštěn. Vpravo se zaznamenávají časy. Pomocí těchto ukázek bude dále graficky znázorněno, jakou formou lze různé úseky procesu zachycovat na jednotlivých formulářích časového snímku. U cyklického sledu procesu na tabulce 3 se dílčí měření provádějí v pořadí stanovených úseků procesu s uvedením vztažného množství. Po průchodu úseky jednotky množství 1 se stejný průběh opakuje na další jednotce množství (Základní školení REFA II, 2001).

Tabulka 3: Schéma u cyklického (kusového) sledu procesu

Č.	Úsek procesu a moment měření	Vzt. množ.	Zy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			mz										
1	Vzít a upnout obrobek	1	L										
	Pustit upinací prvek		F	•	•	•	•	•					
2	Nastavit nástroj	1	L										
	Začátek opracování		F	•	•	•	•	•					
3	Opravovat obrobek	1	L										
	Konec opracování		F	•	•	•	•	•					
4	Vyjmout obrobek a odložit	1	L										
	Pustit obrobek		F	•	•	•	•	•					

Zdroj: ZÁKLADNÍ ŠKOLENÍ REFA II, 2001. *Management procesních dat*

U sledu procesu po řadách na tabulce 4 se dílčí měření provádějí u stejného úseku procesu postupně na všech množstevních jednotkách. Teprve poté následuje další úsek procesu.

Tabulka 4: Sled procesu po řadách

Č.	Úsek procesu a moment měření	Vzt. množ.	Zy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			mz										
1	Upnout obrobek do svěráku, pilníkem odstranit ořep, vyjmout, odložit Pustit obrobek	1	L										
			ti										
			F	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	Vzít obrobek, narýsovat 1 otvor pro vrtání, vyznačit důlek, odložit Pustit obrobek	1	L										
			ti										
			F	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Zdroj: ZÁKLADNÍ ŠKOLENÍ REFA II, 2001. *Management procesních dat*

### 3.4 Zachycování momentu měření

Moment měření lze zajistit jako signál buď vizuálně (sledováním) nebo akusticky (sluchově). Aktivita zapisovatele na tento signál vyvolá podle druhu přístroje na měření času odečet hodnoty času nebo jeho potvrzení. Pro moment měření existují následující varianty zaznamenávání na tabulce 5.

Tabulka 5: Varianty zaznamenávání pro moment měření

Měření času odečtením hodnoty času z běžícího přístroje na měření času	Měření času stisknutím přístroje na měření času
<b>Oko - oko:</b>	<b>Oko - ruka:</b>
Pozoruje se událost momentu měření	Pozoruje se událost okamžiku měření
Časový okamžik se odečte u běžícího přístroje na měření času	Časový okamžik se zachytí stisknutím přístroje na měření času
<b>Ucho - oko:</b>	<b>Ucho - ruka:</b>
Událost momentu měření je slyšitelná	Událost momentu měření je slyšitelná
Časový okamžik se odečte u běžícího přístroje na měření času	Časový okamžik se zachytí stisknutím přístroje na měření času

Zdroj: vlastní zpracování

Měření oko – ruka je v praxi nejvíce se objevující případ měření. Absolutní přesnost měření přitom omezují následující tři body:

- doba reakce pozorovatele,
- chyby pozorovatele při odečtu,
- prodleva při sepnutí přístroje na měření času.

Přesnost měření navíc závisí na velikosti úseku procesu (Základní školení REFA II, 2001).

### 3.5 Stupeň výkonu člověka

Čas na vykonání pracovního úkolu může být velmi rozlišný. I při stejném pracovním stylu, při shodném pracovním postupu, při použití shodných strojů, materiálů a také jinak shodných podmínkách vyžadují různí pracovníci k provedení shodné činnosti různě dlouhé doby. Důvodem je rozdíl v možnosti výkonu pracujících, to znamená především rozlišnost jejich znalostí a motivace. Rozdíl lidského výkonu je za základních podmínek velmi široký. Jestliže tedy zaměstnanec s velmi vysokým výkonem potřebuje na vykonání určité činnosti asi 10 minut na kus, tak jiný zaměstnanec s nižším výkonem potřebuje na stejnou operaci 15 minut na kus. Přitom se očekává, že jsou porovnávání zaměstnanci pro výkon práce v potřebné míře zaučení a že práci provádějí stejnou pracovní metodou. Výkon, který je základem požadovaného času se označuje jako vtažený (referenční) výkon na obrázku 7.

Obrázek 7: Rovnice stupně výkonu

$$\text{Stupeň výkonu} = \frac{\text{sledovaný skutečný výkon}}{\text{referenční výkon}}$$

Zdroj: vlastní zpracování

V základu vztažený výkon dostane stupeň výkonu 100%. Normální výkon znamená provádění pohybu, který připadá pozorovateli, co se týká jednotlivých činností (koordinace pohybů, harmonie a vyrovnanost pohybů), zvláště harmonický a vyrovnaný. Může být vykonáván během směny trvale každým zaměstnancem, který je podle zkušeností v potřebné míře způsobilý a plně zapracovaný (Základní školení REFA II, 2001).

Tato rovnice platí jenom tehdy, když pracovní metoda, pracovní postup a pracovní podmínky obou porovnávaných výkonů spolu do jisté míry souhlasí. Referenční výkon je zároveň směrnou hodnotou výkonu.

Vyhodnocování stupně výkonu spočívá v tom, že zaměstnanec, zabývající se sběrem dat, sleduje pozorovaný obraz a porovnává ho s obrazem průběhu pohybu dle představy. Na základě tohoto porovnání provede závěr o pravděpodobném dosaženém kvantitativním výkonu v poměru k referenčnímu kvantitativnímu výkonu (Základní školení REFA II, 2001).

### 3.6 Přístroje na zjišťování času

Dříve se časy zjišťovaly v předem určených momentech měření času pomocí stopek a získané hodnoty odečítal pracovník pověřený prováděním časových snímků a ručně je zapisoval do příslušných formulářů časového snímku. Dnes osobu provádějící snímek podporují při práci elektronické přístroje. Je nutné rozlišit:

- přístroje na měření času, které zachycují časy okamžitě,
- přístroje pro záznam obrazu, které uloží proces jako film.

Přístroje na měření času by se měly vybírat podle následujících kritérií:

- konstrukce by měla být přizpůsobená pro obsluhu (rozměr, hmotnost),
- přístroj by měl pozorovateli ulehčit do té míry, aby se mohl lépe soustředit na pozorování procesu,
- musí být zajištěna přesnost chodu zařízení.

U elektronicky pracujících přístrojů na měření času je nutné dodržet následující technické požadavky:

- přístroje k zachycení času musí nabízet možnost měření času v setinách minuty (HM),
- datová paměť a napájení přenosných měřících přístrojů musí být konstruovány tak, aby je bylo možné použít po dobu jedné směny bez přerušení,
- pozorovatel musí být příslušnými indikacemi upozorněn dříve, než dojde k dosažení hranice datové paměti,
- při přerušení napájení se nesmí ztratit naměřená data.

Čas, který pracovník potřebuje na vykonání činnosti, není vždy shodný. To znamená, že se pohybuje okolo střední hodnoty. V praxi se využívá určité pravděpodobnosti. Průměrný čas se zachycuje z počtu naměřených taktů. Časová řada je řada taktových hodnot, které jsou zaznamenány opakovaným měřením určité činnosti. Snímkovým průměrem se rozumí střední hodnota řady naměřených dat. Nejmenší počet naměřených dat je 5 viz obrázek 8 (Lhotský, 2005).

Obrázek 8: Ukázka výpočtu jednotlivých náměrů

$$20,6 + 22,3 + 20,9 + 21,3 + 20,9 = 106 : 5 = 21,2$$

Zdroj: vlastní zpracování

## 4 METODA MTM

### 4.1 Historický vývoj systémů předem stanovených časů

V příručce MTM1 o metodách studia práce jsou systémy předem stanovených časů popsány takto: „Systémy předem stanovených časů jsou metody, jimiž se mohou určovat předpokládané časy pro provedení takových prvků postupu, které jsou zcela ovlivnitelné člověkem. Z použití systémů předem stanovených časů vyplývají podstatné poznatky pro utváření pracovních míst a pracovních metod“ (1992, s. 1.1). Hlavní podněty pro vývoj systémů předem stanovených časů vzešly od F.W.Taylor (1856 – 1915) a především od F.B.Gilbretha (1868 – 1924). Gilbreth došel k poznatku, že doba provádění určitého procesu je:

- při stejné zručnosti,
- stejné způsobilosti,
- a podání stejného výkonu,

pracovníka provádějící práci v rámci normálních hranic zcela závislá na použité metodě. Dále příručka MTM1 říká, že: „Dnes víme, že je to velmi „mechanistický pohled“, protože se při něm vylučují ze zřetele vlivy, které vyplývají např. z motivace člověka, z vlivu okolí nebo z vlastností pracovního předmětu. Správné ale je, že použitá metoda je velmi důležitou ovlivňující veličinou“ (1992, s. 1.1). Při filmování četných průběhů pohybů Gilbreth objevil, že lze z lidských pohybů dedukovat 17 pohybových elementů, které nazval otočením svého jména jako Therbligs. Byli to předchůdci základních pohybů MTM (MTM1, 1992).

Gilbreth a jeho kolegové prováděli s pomocí těchto Therbligs studie pohybů, aby objevili pro provedení pracovních činností takové metody, které povedou k nejrychlejším prováděcím časům. Při tom bylo úsilí minimalizovat všechny Therbligs, které nepřinášely pokrok v práci. Analýza pohybů byla dělána pro pravou a levou ruku. Proto se tato podoba analýzy průběhu lidských pohybů nazvala jako analýza obou rukou.

Slabé stránky studia pohybů spočívaly především v tom, že nebylo možné připojit pohybům časy a tak hodnotit náhradní metody. To nakonec vedlo k rozvoji předem stanovených časů, které jsou dalším rozvíjejícím stupněm původního studia pohybů, přitom eliminují jeho slabinu, totiž nemožnost přiřadit analyzovanému sledu pohybů prováděcí dobu, tedy hodnotit kvantitativně. Tak objevil Segur, spolupracovník Gilbretha, už v letech 1919 až 1924 první systém předem stanovených časů, MTA (Motion Time Analysis). Na dalším zobrazení jsou uvedeny nejdůležitější metody podle posloupnosti svého vzniku. V německy mluvícím regionu je metoda MTM zdaleka nejrozšířenější (MTM1, 1992):

- 1924 – zveřejněna MTA (Motion Time Analysis),
- 1938 – počátek vývoje MTM (Methods Time Measurement),
- 1946 – zveřejněna metoda MTM,
- 1957 – první použití metody MTM v Německu.

#### **4.2 Historický vývoj metody MTM**

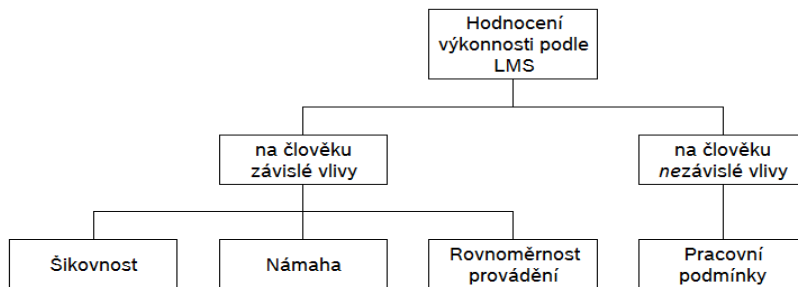
V roce 1940 působili američtí vědci v oblasti práce H.B. Maynard, J.L. Schwab a G.J. Stegemerten na zakázce Westinghouse Electric Corporation v Pennsylvánii (USA). Určili zásadní parametry metody MTM, které byly v dalších rocích zhodnoceny, doplněny a testovány v průmyslu. V roce 1948 došlo k uveřejnění v časopise „Factory Management and Maintenance“. Ve shodném roce byla uveřejněna kniha „Methods Time Measurement“, v níž jsou obsaženy základy metody MTM. Ucelené metody vyvinuté v šedesátých letech a vypracované na základním postupu MTM, splňovaly následné požadavky (MTM1, 1992):

- metoda musí být aplikovatelná v každém průmyslovém odvětví,
- musí být možné se jí naučit bez předchozích zvláštních znalostí,
- metoda musí být kompletována tak, že prováděcí čas z této metody vyplyne,
- v mezinárodním prostředí musí být metoda používaná stejně.

### 4.3 Vývoj metody MTM

Aby bylo možné vzájemně ohraničit základní pohyby a stanovit pro ně časové nároky, filmovalo se mnoho průmyslových pracovních činností. Seřazením obrázků připadajících na jeden pohyb (rychlost filmu 16 obrázků za minutu) se stanovili skutečné časy. U ostatních pohybů, jako např. u chůze, byly reálné časy stanoveny na základě časových snímků. Časové rozdíly vyskytující se z interpersonálních výkonnostních rozdílů byly dorovnány za pomoci americké metody hodnocení výkonnostních stupňů, metody LMS. Tato metoda obdržela své jméno podle prvních písmen jmen tvůrců (Lowry, Maynard, Stegemerten). Normální stoprocentní výkon se v metodě LMS označuje jako výkon odpovídající výkonu normálně (středně) zručného člověka, který může tento výkon podávat dlouhodobě na obrázku 9 (MTM1, 1992).

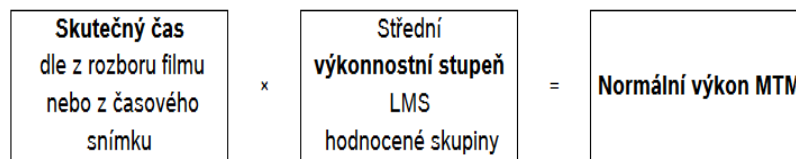
Obrázek9: Hodnocení výkonnosti podle LMS



Zdroj: vlastní zpracování

Nivelizace byla provedena následujícím způsobem, přičemž hodnocení výkonnostního stupně provedla skupina zkušených praktiků na obrázku 10.

Obrázek 10: Nivelizace



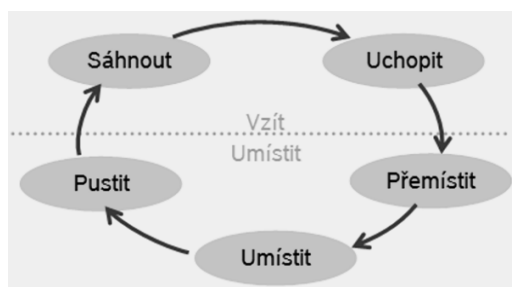
Zdroj: vlastní zpracování

Normální výkonnostní časy MTM byly potom vypracovány za pomoci statistické metody, aby se vyrovnaly rozdíly v získaných hodnotách. Z těchto postupů vznikla karta hodnot normovaných časů MTM, která byla od svého prvního vydání jen drobně změněna na základě aktuálních výsledků výzkumu (MTM1, 1992).

#### 4.4 Základní pohyby MTM

Při zkoumání bylo zjištěno, že plně ovlivnitelné postupy se skládají z 85% z následujících pěti základních pohybů na obrázku 11, přičemž je též typický následující pohybový cyklus (MTM1,1992).

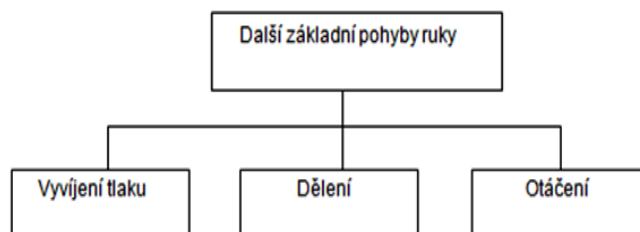
Obrázek 11: Základní pohyby ruky



Zdroj: školící podklady MTM

Mimo těchto pěti základních pohybů slouží k popisu průběhu pohybu tři další základní pohyby na obrázku 12:

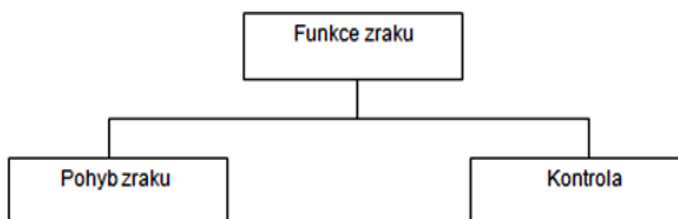
Obrázek 12: Další tři základní pohyby



Zdroj: vlastní zpracování

Mimo to se používají dvě funkce zraku na obrázku 13:

Obrázek 13: Funkce zraku

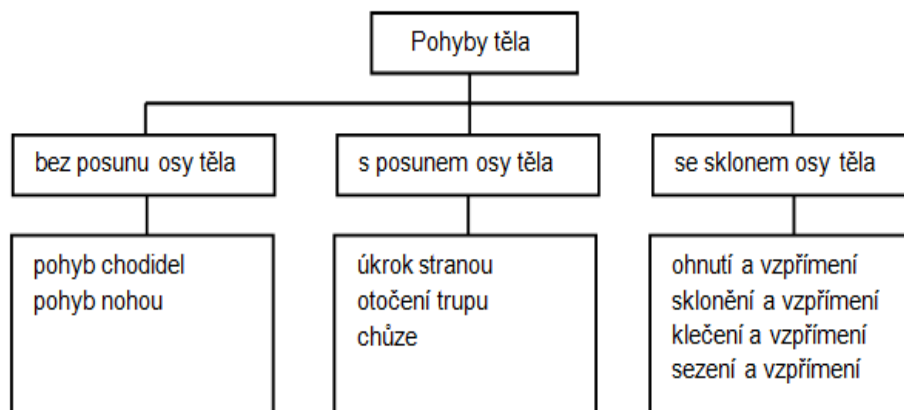


Zdroj: vlastní zpracování



Vedle osmi základních pohybů a dvou funkcí zraku se pomocí následujících deseti pohybů těla popisují pohyby chodidel, nohou a přemísťování horní části trupu na obrázku 14 (MTM1, 1992):

Obrázek 14: Pohyby těla



Zdroj: vlastní zpracování

#### 4.5 Definice MTM

Příručka MTM1 říká, že: „*MTM je zkratka pro Methods – Time - Measurement, což můžeme přeložit jako měření – času – metod. Z tohoto označení vyplývá, že čas potřebný pro určitý pracovní postup závisí na použité metodě. MTM je metoda, při které se průběhy pohybů dělí na jejich základní pohyby. Každému základnímu pohybu je přiřazena normovaná časová hodnota, která je ve své velikosti předurčena zjištěnými ovlivňujícími veličinami*“ (1992, s. 3.2).

#### 4.6 Hranice a přednosti metody MTM

Hranice metody MTM (MTM1, 1992):

- definice zřetelně upozorňuje na limity metody MTM na zcela ovlivnitelné (manuální) procesy. Časy pro podmíněně ovlivnitelné a neovlivnitelné procesy (postupy) se všeobecně zjišťují pomocí časových snímků nebo se propočítávají,
- metodu MTM není možné použít na duševní (mentální) procesy tehdy, jestliže vyskytující se rozhodnutí požadují více než rozhodnutí ano – ne, tedy vyžadují přemýšlení v užším slova smyslu,
- v hodnotách normovaných časů MTM nejsou započítány žádné obecně nutné přestávky a čas na zotavenou.

Přednosti metody MTM (MTM1, 1992):

- před zahájením práce je možno určit detailně pracovní postupy a prováděcí časy. To platí též pro pracovní činnosti, které se budou provádět poprvé,
- MTM nutí zpracovatele, aby před zjišťováním času určil do podrobnosti pracovní postup. Při detailním zkoumání vytvářeného postupu může již ve stadiu plánování vybrat za daných okolností nejvýhodnější variantu,
- z toho vyplývá princip plánování průběhu pomocí metody MTM. Místo redukce nákladů dodatečnou organizací práce přichází úspora nákladů prostřednictvím předešlého plánování postupu,
- kódování pohybových prvků vede k mezinárodně shodnému, reprodukovatelnému popisu pracovního postupu, což je velice důležité pro vyhotovení plánovaných časů,
- odebráním ohodnocování stupně výkonu je ve vyšší míře než u zjišťování času pomocí časových snímků dána záruka pro stejnou úroveň časových dat,
- při vyhotovení plánovaných časů odpadá vzhledem k zjišťování času pomocí časových snímků nutnost propočtu ovlivňujících veličin, protože hodnoty normovaných časů MTM jsou vytvořeny již v závislosti na ovlivňujících veličinách.

## 5 ERGONOMIE

### 5.1 Úvod

Vytváření práce vhodné pro zaměstnance očekává, že pracující nebudou ani přetěžováni, ani nedostatečně vytíženi. Rozvojem pravidel pro posouzení a vytváření lidské práce se zabývá ergonomie. Základní školení REFA I říká, že: *„Ergonomie je částí vědy o práci. Využitím anatomických, fyziologických, psychologických, sociologických a technických poznatků přináší metody, pomocí kterých se lidská práce utváří podle tří stupňů: ochrana, udržení a rozvoj. Zabývá se zjišťováním základů utváření práce ve vztahu k člověku. Tím vytváří ergonomie předpoklady pro přizpůsobení práce člověku a naopak, přizpůsobení člověka práci“* (2001, s. 15.1)

Chundela ve své knize popisuje definici ergonomie takto: *„Ergonomie je interdisciplinární systémový vědní obor, který komplexně řeší činnost člověka i jeho vazby s technikou a prostředím, s cílem optimalizovat jeho psychofyzickou zátěž a zajistit rozvoj jeho osobnosti“* (2001, s. 7).

Přizpůsobení práce člověku se v podstatě týká:

- utváření a analýzy pracovních činností, pracovní náplně, pracovní doby a uspořádání přestávek,
- utváření pracoviště a analýzy, pracovních a provozních prostředků (prostor pro práci, stroje atd.),
- analýzy a utváření pracovní atmosféry (hluk, osvětlení, klima atd.),

Přizpůsobení člověka práci se naproti tomu týká mimo jiné:

- nasazení a plánování zaměstnanců podle individuálních předpokladů, zvláště podle odbornosti pracovníků a jejich pohlaví, věku atd.,
- instruktáž a zaučení do nového pracovního úkolu.

Chundela ve své knize upřesňuje některé důležité pojmy:

- *„interdisciplinárnost ergonomie spočívá v tom, že využívá znalostí celé řady jiných věd a vědních disciplín, na jedné straně humanitních, jako je antropometrie, psychologie i fyziologie práce a sociologie, na druhé straně technických – statistika, konstruování, normování atp.,*
- *komplexností rozumíme jak komplexnost prostorovou, tzn. řešení systému jako celku se všemi subsystémy a prvky, tak i problémovou, kdy je nutné přistupovat k řešení s širokými a hlubokými znalostmi a časovou, kdy je třeba systém (respektive prvky) analyzovat a řešit od vzniku až po likvidaci,*
- *techniku chápeme jako obecný termín, kterým označujeme vše, co člověk používá k vytváření užitných hodnot nebo uspokojování potřeb,*
- *prostředí (okolí) chápeme v nejobecnějším slova smyslu. Zahrnujeme do něho všechno, co člověka obklopuje, co ovlivňuje jeho činnost,*
- *optimalizaci psychické a fyzické zátěže můžeme také nazvat – pracovní pohodou“ (2001, s. 7).*

## **5.2 Úkoly a záměry ergonomie**

Uzpůsobit provozní prostředky, postupy a pracovní prostředí fyzickým i psychickým možnostem člověka tak, aby mohl plnit úkoly co nejlépe v požadované kvalitě. Minimalizovat prostředí pro chyby, selhání nebo ohrožení člověka. Redukovat neproduktivní pracovní zátěž a naopak zvyšovat pracovní pohodu. V první řadě

předcházet fyzickému i psychickému stresu. Záměr ergonomie – docílit efektivní výroby a vyžadované produktivity práce v podmínkách pracovní pohody a bez rizika zdravotního poškození zaměstnanců. Ergonomická kritéria lze při výrobě a rozvoji pracoviště uplatňovat metodou (Základní školení REFA I, 2001):

- koncepční – kdy se ergonomické požadavky respektují od počátku konstrukčního a projekčního rozvoje výrobku i řešení pracoviště,
- korekční – dodatečné eliminace dílčích nedostatků výrobku i pracoviště,
- participační – korekce pracoviště v těsné týmové spolupráci (např. dělník, průmyslový inženýr a pracovní lékař).

### 5.3 Pracovní výkon

Pracovní výkon záleží:

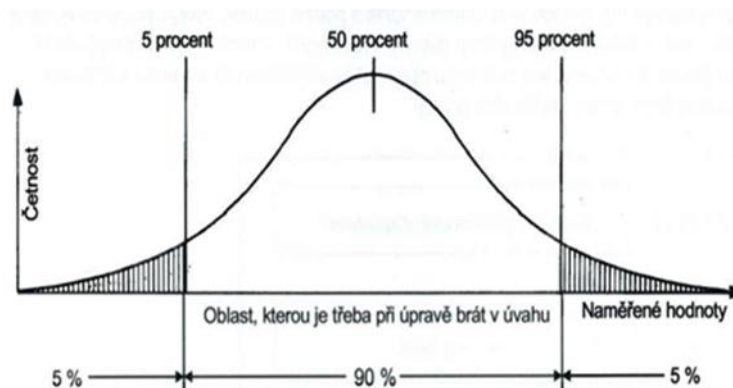
- na osobních podmínkách zaměstnance (psychické a fyzické předpoklady, odborná kvalifikace a zdravotní stav,
- na pracovních podmínkách (uspořádání pracoviště, organizace práce, technologie výroby),
- na podmínkách pracovního prostředí (mikroklimatické podmínky, hluk, osvětlení, prašnost, záření),
- na ostatních podmínkách (Základní školení REFA I, 2001).

### 5.4 Antropometrie

Výroba pracovišť a pracovních činností je základem aktivit návrháře vytvářejícího pracovní podmínky. Základem je přitom navrhování a korekce pracovních systémů ve výrobě. Pracoviště je prostorový úsek v pracovním systému, ve kterém jsou vykonávány pracovní činnosti a úkoly. Adaptace práce a člověka je při uspořádání pracovního prostředí základní činností. Základní školení REFA I říká, že: *„Antropometrie je nauka o stanovení a aplikaci tělesných rozměrů člověka. Uzpůsobení pracoviště člověku vyžaduje především přihlídnutí k tělesným rozměrům lidí při dimenzování pracovišť. Jelikož se mohou tělesné rozměry různých osob silně lišit, musí být pracoviště vytvářeno pro rozsah různých velikostí a nikoliv pro jednotlivou velikost postavy“* (2001, s. 16.3). Proporce pro klidovou polohu a pohyb těla jsou limitovány délkou kostí, tvarem a mechanikou kloubů. Antropometrická data mají proto statistický charakter, hodnoty jsou vyjadřovány pomocí percentilu. Percentil je taková hodnota sledované veličiny, kterou tato zmiňovaná veličina nepřekročí s udanou

pravděpodobností. Podstatou pro všechny relevantní rozměry udaných středních hodnot je rozložení, které je znázorněné na obrázku 15.

Obrázek 15: Rozložení tělesných rozměrů



Zdroj: Základní školení REFA I, 2001. *Utváření pracovního systému a procesů*

Procentuální hodnota znázorňuje, jaké procent lidí v určité skupině obyvatelstva je vzhledem k určitému tělesnému rozměru – větších případně menších než je náležitá udávaná hodnota. Tělesné proporce a rozměry jsou od člověka k člověku opravdu velmi rozličné více na obrázku 16.

Obrázek 16: Tělesná výška

	Malá/ý - 5%	Střední - 50%	Velká/ý - 95%
Ženy	154cm	166cm	175cm
Muži	166cm	175cm	187cm

Zdroj: Základní školení REFA I, 2001. *Utváření pracovního systému a procesů*

Zásady používání mezních rozměrů:

- hodnoty odpovídající 5% se používají pro vnější rozměry, jako jsou dosahy horních končetin a dolních končetin na ovladače, nástroje, předměty apod.,
- hodnoty odpovídající 95% se používají pro vnitřní rozměry, jako jsou minimální výšky průchodů, kabin, prostorů pro dolní končetiny.

## 5.5 Statická a dynamická práce

Dle Základního školení REFA I je definice statické svalové práce následující (trvání delší než 4sec): „*Pokud je sval po delší dobu napnut proti vnější síle, aniž by přitom docházelo k pohybu údů, jedná se o statickou práci. Při kontrakci se cévy ve svalu stlačují a tím se silně snižuje zásobování a pročišťování svalu, nebo se toto zcela přeruší. Statická svalová práce značně unavuje. Rozlišujeme práci ve statickém postoji a práci se statickým držením. Práce ve statickém postoji je zvláštní formou práce se statickým držením, kde dochází k námaze udržováním určitého tělesného postoje, např. při sezení na židli bez opěradla. Nevhodné držení těla při práci může vyvolat řadu středně až dlouhodobých zdravotních důsledků až po invaliditu, proto je třeba dbát na vhodné utváření práce a tím se těmto důsledkům vyhnout* (2001, s. 15.11). Prováděné činnosti ve statickém postoji a práce s držením se mnohdy vyskytují společně. Jako možný vzor lze uvést například práci nad hlavou atd.

Co se týká dynamické svalové práce (trvání menší než 4sec), tak dle Základního školení REFA I je definice následující: „*V protikladu ke statické práci se při dynamické svalové práci rychle střídají kontrakce a uvolnění svalů, což podporuje prokrvení a není tak únavné. Jako těžkou dynamickou svalovou práci označujeme práci velkých svalových skupin, které představují více než asi sedminu hmoty celého kosterního svalstva. Svaly jedné nohy nebo obou rukou odpovídají asi jedné sedmině hmoty kosterního svalstva*“ (2001, s. 15.12).

## 5.6 Poloha těla (držení těla při práci)

Na pracovišti můžeme počítat s polohou těla vstoje i vsedě, krom toho se mohou vyskytnout polohy vleže, ve dřepu a vkleče. To znamená, že u těchto poloh je různé držení těla. Z povahy pracovního úkolu lze jednoduše zajistit, které postavení je výhodnější. Všude tam, kde je potřebné zapojit pohyby těla, je výhodnější práce ve stoje. Naopak je mnoho pracovních činností, které požadují klidnější průběh práce, a proto by měly být vykonávány pouze vsedě.

Pokud budeme vycházet z psychologického hlediska, tak je výhodnější poskytnout přednost práci vsedě před prací vstoje, protože při práci vsedě je zátěž méně náročná. Při stoji se vyskytuje silné hromadění krve v dolních končetinách, které narušuje krevní oběh a vyvolává vznik křečových žil. Naopak u dlouhodobého sezení dochází k městnání krve a zažívacím problémům. Pokud to uspořádání pracovního místa a technologie procesu dovolí, je vhodné konstruovat pracovní místo tak, že

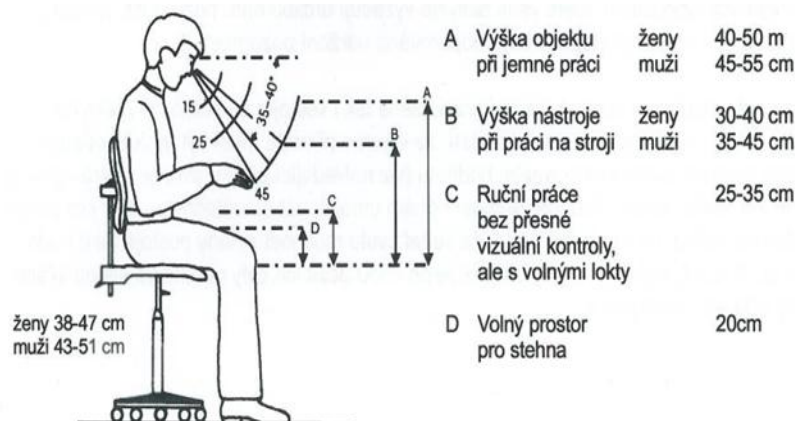
zaměstnanec má možnost střídat pracovní polohy (např. práce vsedě a vstoje). Dalším relevantním argumentem pro zavedení pracovišť s možností střídání poloh je skutečnost, že v tomto případě dochází k většímu udržení pozornosti zaměstnanců (Základní školení REFA I, 2001).

## 5.7 Rozměry pracoviště při práci vsedě

Základní školení REFA I říká, že: „Jestliže jsou povahou práce dány předpoklady pro práci vsedě, je nutno dbát na to, aby mohl každý pracovník pracovat bez obtíží, s co nejmenší únavou a co největším pohodlím. Zejména muskulatura šíje, ramenního pletence a zad může být nesprávnými rozměry pracoviště přetěžována“ (2001, 16. 8).

Jako pracovní výška je pojmenována taková výška, ve které se musí nacházet pracovní předměty, které se musí opracovávat nebo sledovat. Pracovní výška se měří vsedě od sedákové plochy. Při prozkoumání pracovní výšky hraje stěžejní roli typ vykonávané práce. U jemných prací vyplývá pracovní výška ve své podstatě z výšky očí nad sedací plochou, sklonu pohledu a vzdálenosti pohledu na obrázku 17.

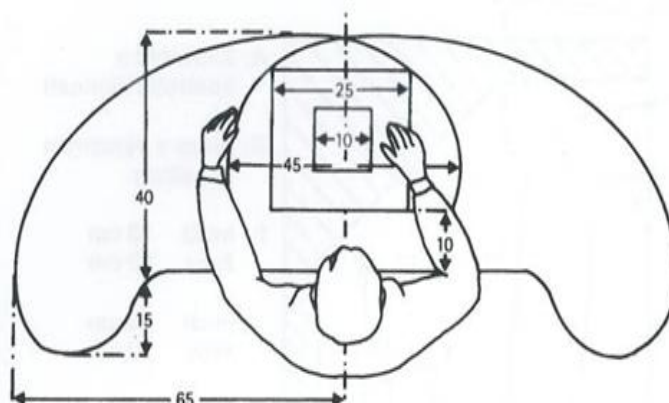
Obrázek 17: Pracovní výšky při pozici vsedě



Zdroj: Základní školení REFA I, 2001. *Utváření pracovního systému a procesů*

Při manuálních činnostech a při práci na provozních prostředcích se musí nalézt střední cesta mezi vhodnými podmínkami vidění a držení paží. Běžný psací stůl má poskytnout pracujícím osobám příležitost, aby si mohly horní část těla podepřít, aniž by docházelo k fyziologicky nepříznivým polohám (velké naklání dopředu). Prostor nad deskou stolu, který lze bez námahy obsáhnout, je individuálně omezen délkou paží. Udává prostor dosahu na obrázku 18.

Obrázek 18: Řez prostorem dosahu ve výšce roviny stolu (míry v cm).



Zdroj: Základní školení REFA I, 2001. *Utváření pracovního systému a procesů*

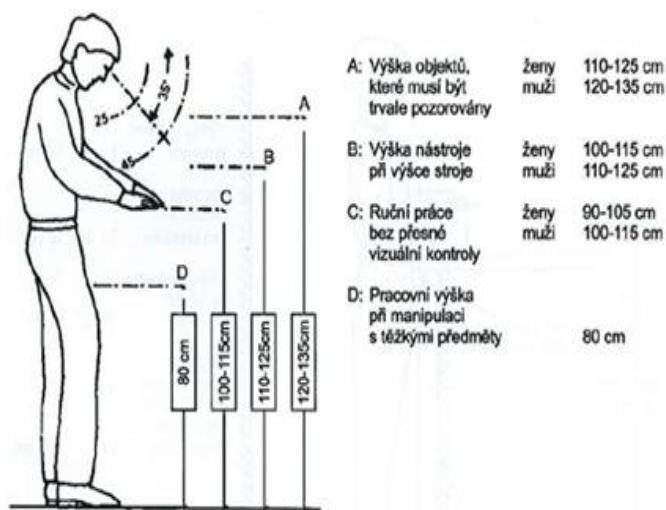
Všechny úseky tohoto prostoru dosahu nejsou vhodně dosažitelné. Souhra kloubů dovoluje více či méně lepší dráhy pohybů. O něco větší je maximální prostor dosahu. Při obvyklých činnostech leží hrana stolu 5 až 10cm před trupem. Přípravky a komponenty jsou vhodně dosažitelné tehdy, když se nacházejí při natažené ruce pod dlaní nebo blíže k trupu. Plocha ve středu, veliká asi 10 x 10cm, se vyznačuje tím, že v ní mohou být rozlišeny bez posunu pohledu dva i více pracovních objektů (Základní školení REFA I, 2001).

## 5.8 Rozměry pracoviště při práci vstoje

Dle Základního školení REFA I jsou kritéria pro práci vstoje následující: „Při práci vstoje se pracovní výška měří od podlahy. Uzpůsobení pracovní výšky stojícímu člověku je obtížnější než přizpůsobení při práci vsedě. Rozdíl mezi oběma výškami stolu, které jsou uzpůsobeny pro malé ženy a velké muže, činí při stejné práci 25cm. Protože výšky stolů a strojů nejsou zpravidla výškově představitelné, musela by se pracovní výška řídit podle velkých mužů, zatímco pro všechny ostatní by se muselo počítat s podstavci. Jelikož toto obvykle naráží na praktické obtíže, doporučujeme směřovat pracovní výšku podle průměrných hodnot“ (2001, 16.10). Obrázek 19 ukazuje několik důležitých hodnot.



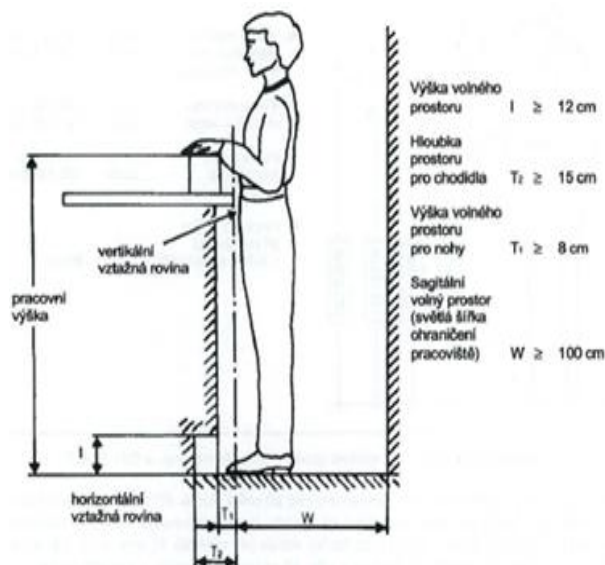
Obrázek 19: Pracovní výška při práci vestoje



Zdroj: Základní školení REFA I, 2001. *Utváření pracovního systému a procesů*

Dále Základní školení REFA I říká, že: „*Prostor dosahu paží není při práci vestoje jiný než při práci vsedě. Při práci vestoje může být ještě rozšířen o kroky do stran. Je nutno brát v úvahu prostor pro pohyb nohou, protože musí být dána dostatečná volnost pohybu pro špičky nohou*“ (2001, 16.11). Více na obrázku 20.

Obrázek 20: Rozměry volného prostoru na pracovištích, práce vestoje



Zdroj: Základní školení REFA I, 2001. *Utváření pracovního systému a procesů*

## 5.9 Vymezení ruční manipulace s břemenem

Nařízení vlády říká, že: „*Ruční manipulací s břemenem se rozumí přepravování nebo nošení břemene jedním nebo současně více zaměstnanci včetně jeho zvedání, pokládání, strkání, tahání, posunování nebo přemísťování, při kterém v důsledku vlastností břemene nebo nepříznivých ergonomických podmínek může dojít k poškození páteře zaměstnance nebo onemocnění z jednostranné nadměrné zátěže. Za ruční manipulaci s břemenem se pokládá též zvedání a přenášení živého břemene*“ (361/2007, §. 28) detail na tabulce 6.

Tabulka 6: Příпустné hmotnostní limity ručně manipulovaných břemen

	Jednorázová manipulace			Kumulativní limity	
	Občasná manipulace (do 30min/8h)	Častá manipulace (nad 30min/8h)	Vsedě	8h/směna	12h/směna
<b>Ženy</b>	20kg (obouručně)	15kg (obouručně)	3kg	6500kg	7800kg
<b>Muži</b>	50kg (obouručně)	30kg (obouručně)	5kg	10000kg	12000kg

Zdroj: vlastní zpracování

## II PRAKTICKÁ ČÁST

### 6 PŘEDSTAVENÍ FIRMY

#### 6.1 Firma ROBERT BOSCH GmbH

Společnost byla v roce 1886 založena ROBERTEM BOSCHEM ve Stuttgartu jako dílna pro jemnou mechaniku a elektrotechniku. Bosch je světovým pojmem pro mnoho komponentů v šíři automobilové a průmyslové techniky, jakož i spotřebního zboží a techniky budov. Celkem 306 000 pracovníků dosáhlo v roce 2012 zisku v hodnotě 52,5 miliard eur. Hlavní podíl mateřské firmy ROBERT BOSCH GmbH ve Stuttgartu vlastní veřejně prospěšná Nadace ROBERTA BOSCHE, která zastává v rámci společnosti BOSCH sociální snahy jejího zakladatele (interní materiály BOSCH DIESEL s.r.o.).

#### 6.2 Firma BOSCH DIESEL s.r.o., Jihlava

Společnost BOSCH DIESEL s.r.o. v Jihlavě byla založena v roce 1993. V roce 1994 se tento závod se 160 zaměstnanci postupně stal celosvětově významným podnikem pro dieselové vstřikovací systémy COMMON RAIL v rámci skupiny BOSCH. Od roku 1993 investovala skupina BOSCH do závodu v Jihlavě celkem 700 milionů eur. Společnost BOSCH DIESEL s.r.o., Jihlava zaměstnává v současné chvíli přes 4 000 pracovníků a patří tak k největšímu zaměstnavateli v Kraji Vysočina.

Prvními výrobky byly jednoválcové čerpadla PFM a vstřikovače. Stěžejním programem se v roce 1994 stala výroba řadových čerpadel, která běžela pět let a byla ukončena v roce 1999. Systematicky byla nahrazována výrobou čerpadel PDM a výrobou balicích strojů. Později se výrobní program rozšířil o sériovou opravu rotačních čerpadel a vstřikovacích jednotek. V jednu dobu se ve firmě produkovaly také světlomety. Výroba jednoválcových čerpadel PDM byla zcela ukončena v roce 2003, kdy byla přestěhována do Indie. Od roku 1999 se začaly postupně vyrábět komponenty pro systém COMMON RAIL, který dnes tvoří stěžejní výrobní program jihlavských závodů. Vstřikovací čerpadla pro vznětové motory typu CP1 (do roku 2004), CP3 a od roku 2004 i CP1H, tlakové zásobníky, a od roku 2003 i regulační tlakové ventily. Pro výrobu čerpadla CP3 byl v Jihlavě v roce 2001 vybudován nový závod, počet pracovníků se v tomto roce navýšil z původních 1084 na téměř 4500, a BOSCH DIESEL se tak zařadil k největším závodům skupiny ROBERT BOSCH GmbH.

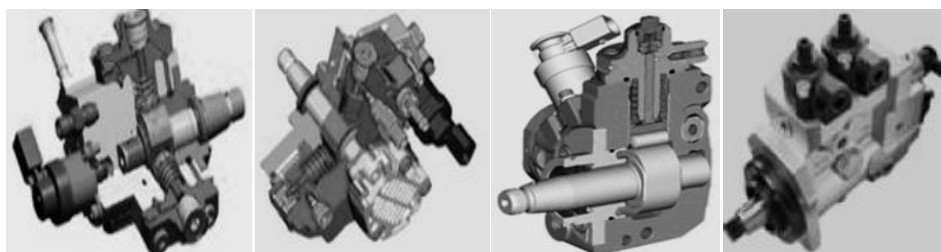
V lednu roku 2008 byla odstartována sériová výroba nejnovější generace čerpadla CP4 v jedné z největších výrobních hal koncernu BOSCH na světě. Jihlava a německý Feuerbach jsou dva závody, ve kterých se tato nejnovější čerpadla vyrábí.

BOSCH DIESEL s.r.o., Jihlava šší své produkty více než 30 předním celosvětovým výrobcům automobilů, komponenty naší společnosti musí splňovat i ta nejpřísnější a nejnáročnější kritéria kvality. Pomocí výborných technologií dosahujeme nejvyšší kvality v oblasti automobilové techniky. BOSCH DIESEL s.r.o., Jihlava obdržel v roce 2011 prestižní ocenění Národní cenu kvality ČR, která je výrazem ocenění výborných výkonů a dalšího důsledného rozvoje firmy. Ve své kategorii získala nejvíce bodů, jaké kdy byly uděleny od roku 1995, kdy je Národní cena kvality ČR udělována (interní materiály BOSCH DIESEL s.r.o.).

### 6.3 Výrobní program

Hlavní výrobní program firmy tvoří komponenty palivového vstřikovacího systému Common Rail. Vysokotlaká čerpadla CP na obrázku 21 - zajišťují plnění tlakového zásobníku dostatečným množstvím paliva při požadovaném tlaku (1350, 1600, 1800 a 2000 barů).

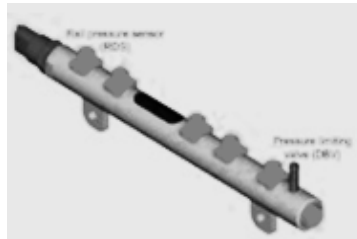
Obrázek 21: Vysokotlaká dieselová čerpadla (CP1H, CP3, CP4, CPN5)



Zdroj: vlastní zpracování

Vysokotlaký zásobník RAIL obrázek 22 - jedná se o zásobník, kam proudí palivo z čerpadla pod tlakem a z kterého je rozváděno k jednotlivým vstřikovacím jednotkám.

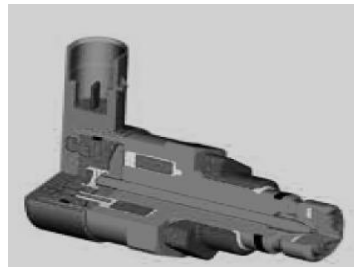
Obrázek 22: Vysokotlaký zásobník RAIL



Zdroj: vlastní zpracování

Tlakový regulační ventil DRV obrázek 23 – reguluje tlak paliva mezi čerpadlem a motorem. Vyrábí se ve dvou základních typech DRV1 a DRV2. Umisťuje se buď na čerpadlo nebo na zásobník (interní materiály BOSCH DIESEL s.r.o.).

Obrázek 23: Tlakový regulační ventil DRV



Zdroj: vlastní zpracování

## 7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Metody průmyslového inženýrství budou transparentně implementovány ve výrobním úseku předmontáže přírub. Příruba je jedním z komponentů, který vstupuje do montážní linky vysokotlakého čerpadla.

Moje úloha v tomto projektu začíná analýzou současného stavu, který má být zlepšován. V první řadě musím podrobně provést výpočet zákaznického taktu, plánované doby cyklu, vymezení typového spektra, časové náročnosti vykonávaných činností, sestavení stohového diagramu – kompletní manuální činnosti, definovat optimální počet pracovníků, stanovit kapacitní normy, a navrhnout nové uspořádání pracovního místa z pohledu ergonomie. Analýza současného stavu předmontáže přírub upozorní na plýtvání s lidskými zdroji podniku, plýtvání časem a zbytečnou nadvýrobou.

## 7.1 Představení předmontáže přírub

Již před zahájením tohoto projektu bylo zřejmé, že mezi předmontáží přírub a hlavní montážní linkou dochází k vytváření skladových zásob tzv. nadprodukce. Předmontáž přírub vyráběla v nižším taktu, než požadoval zákaznický takt (montážní linka). Zásoby (příruby) zabírají místo, produkují skladovací potřeby a tím pádem oslabují finanční zdroje. Rozpracované příruby nenabízí žádnou přidanou hodnotu. Pravděpodobně může klesat jejich kvalita (více rozpracovaných přírub je rizikem, že se může objevit nová odchylka, na kterou nebudeme schopni včas zasáhnout). Finanční částky spojené v pomalu obracejících se zásobách nelze lépe využít. Dále jednotlivá pracoviště předmontáže přírub nejsou optimálně vybalancována, což zapříčiňuje vznik mezioperačních zásob.

Předmontáž přírub se skládá ze čtyř poloautomatických pracovišť, na kterých pracují čtyři operátoři a jeden seřizovač ve třísměnném provozu. Pracoviště jsou uzpůsobena k trvalému stoji, protože nemají dostatečný prostor pro dolní končetiny. Avšak zaměstnanci využívají možnosti pracovat i vsedě, čímž dochází k fyziologicky nepříznivým pracovním polohám, kterým musí zaměstnavatel předcházet.

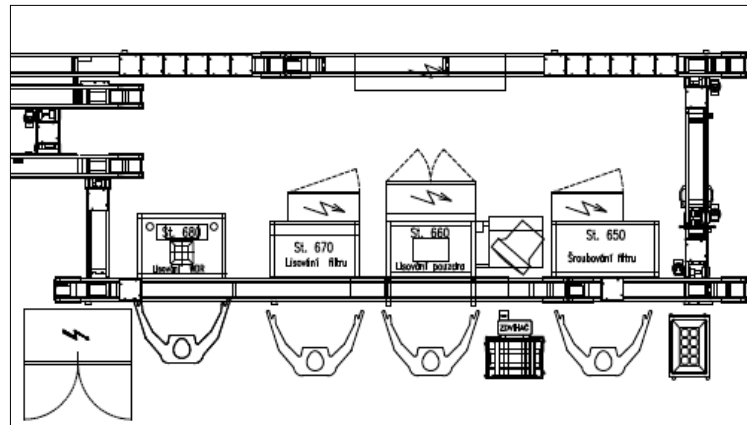
Co se týká celkových kumulativních hmotností na jednoho zaměstnance, tak v tomto případě jsme hluboce pod přípustnými hmotnostními limity. Přesněji řečeno se jedná o 2 390 kg za osmihodinovou pracovní dobu. U těchto čtyř pracovníků se vyskytuje shodný počet manipulací. Konkrétně se jedná o dvě manipulace na jednu přírubu, jejíž váha je 1 kg s celkovou četností 1 195 ks za osmihodinovou pracovní dobu.

Popis současných pracovních činností pracovníků předmontáže přírub a výkres před plánovanou změnou na obrázku 24:

- pracoviště 650 (vybalení příruby) - vybalení nové příruby, novou přírubu vložit na dopravníkový vozík, zmáčknout tlačítko – uvolnění vozíku s přírubou k další operaci, hotovou přírubu z dopravníkového vozíku odebrat, montáž gumičky na hotovou přírubu, vizuální kontrola hotové příruby, odložení hotové příruby do balení montážní linky, příprava materiálu – bedny, gumičky,
- pracoviště 660 (lisování pouzdra) – přírubu z dopravníkového vozíku odebrat, přírubu vložit do lisovacího přípravku, pouzdro na lisovací trn nasadit, zmáčknout tlačítko - proces lisování, vizuální kontrola zalisování pouzdra do příruby, hotovou přírubu vložit na dopravníkový vozík, zmáčknout tlačítko – uvolnění vozíku s přírubou k další operaci, příprava materiálu – pouzdro,

- pracoviště 670 (lisování štěrbinového filtru) – přírubu z dopravníkového vozíku odebrat, přírubu vložit do lisovacího přípravku, štěrbinový filtr na lisovací trn nasadit, zmáčknout tlačítko – proces lisování, vizuální kontrola zalisování filtru do příruby, hotovou přírubu vložit na dopravníkový vozík, zmáčknout tlačítko – uvolnění vozíku s přírubou k další operaci, příprava materiálu – štěrbinový filtr,
- pracoviště 680 (lisování gufera) – přírubu z dopravníkového vozíku odebrat, přírubu vložit do lisovacího přípravku, 2 x gufero na lisovací trn nasadit, otvor příruby namazat, zmáčknout tlačítko – proces lisování, vizuální kontrola zalisování gufera do příruby, hotovou přírubu vložit na dopravníkový vozík, zmáčknout tlačítko – uvolnění vozíku s přírubou k další operaci, příprava materiálu – gufero.

Obrázek 24: Výkres předmontáže přírub před plánovanou změnou.

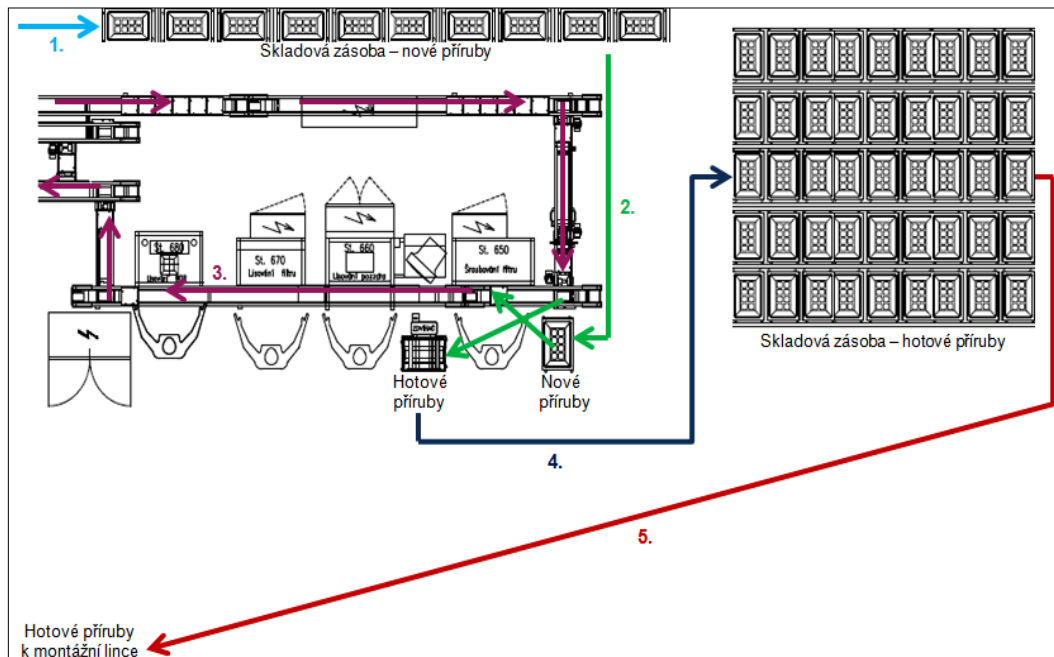


Zdroj: vlastní zpracování

Popis současného materiálového toku přírub na obrázku 25:

1. transport nových přírub do vymezených skladových prostor předmontáže přírub. V jednom manipulačním vozíku se nachází celkem 54 kusů přírub. Jeden vozík obsahuje 3 bedny a v jedné bedně je po 18 kusech (skladový dělník),
2. transport nových přírub k st. 650 - vybalení přírub (seřizovač nebo pracovník předmontáže přírub),
3. znázorněný tok vyráběných přírub po vnitřním hnaném dopravníkovém pásu,
4. transport hotových přírub do vymezených skladových prostor předmontáže přírub (seřizovač nebo pracovník předmontáže přírub),
5. transport hotových přírub do vymezených prostor montážní linky (seřizovač nebo pracovník předmontáže přírub).

Obrázek 25: Materiálový tok přírub



Zdroj: vlastní zpracování

Odhalené potenciály v oblasti materiálového toku:

- vysoké skladové zásoby hotových přírub (celkem se jedná o 2430 ks),
- celková plocha předmontáže přírub je 140 m<sup>2</sup>,
- nadprodukce přírub zbytečně zabírá podlahové plochy,
- rozpracované příruby neposkytují žádnou přidanou hodnotu,
- vysoká pravděpodobnost výskytu kvalitativní odchylky (mnoho rozpracovaných přírub – pozdější reakce na případnou odchylku),
- vzdálenosti mezi skladovými místy (na převoz jednoho vozíku s přírubami spotřebuje jeden pracovník předmontáže přírub 0,612 min. V průběhu směny se tento převoz vozíků vyskytne 22 krát, což znamená, že celková náročnost této činnosti je 13,464 min.

## 7.2 Výpočet zákaznického taktu

Zákaznický takt se zakládá na celkových odvolávkách pro výrobní linku. Je základem pro dimenzování výrobní linky a pro výpočet plánovaného taktu na tabulce 7.



Tabulka 7: Výpočet zákaznického taktu

$$\text{Zákaznický takt} = \frac{\text{Čistý dostupný pracovní čas na den}}{\text{Celkový denní požadavek zákazníka}}$$

Zdroj: vlastní zpracování

V případě, že jsou příruby vyráběny v nižším taktu, než udává takt našeho zákazníka, vzniká plýtvání nadvýrobou a zvyšují se skladové zásoby. V případě, že jsou příruby vyráběny ve vyšším taktu, než udává takt našeho zákazníka, může docházet k ohrožení plnění dodávek. Používáním tahového systému se vyrábí jen to, co chce náš zákazník (tedy montážní linka), v požadovaném množství, čase a kvalitě. Cílem je tedy splnit požadavky zákazníka prostřednictvím co nejrychlejších průběžných dob. To znamená odbourání zbytečných nadprodukcí.

V závodě je zaveden třisměnný provoz, přitom jedna směna trvá 480 minut. Od takto definované směny je nutné odečíst čas přestávek (10 minut svačina a 20 minut oběd) a čas na úklid pracoviště (10 minut na konci směny). Na plnění výkonových norem je tedy k dispozici 440 minut/směnu.

Výpočet zákaznického taktu předmontáže přírub:

- celkové odvolávky zákazníků = 580 000 ks (roční odvolávky),
- počet pracovních dnů = 252 (bez svátků a víkendů),
- čistá pracovní doba = 79 200 sec (1 320min/den),
- potřeba výroby na den = 2 302ks,
- zákaznický takt = **34,4 sec.**

### 7.3 Výpočet plánované doby cyklu

Plánovaný takt cyklu je takt linky opírající se o zákaznický takt se zohledněním všech ovlivňujících a ztrátových činitelů při plném vytížení (maximální kapacitě). Jakmile jsem spočítal zákaznický takt, budu potřebovat přičíst do této rovnice veškeré ostatní ztráty ve výrobě, které nastávají.

Skutečný poměr ztrátových činitelů vyskytujících se na předmontáži přírub:

- disponibilní ztráty 10% (seřízení strojů, velké poruchy)
- výkonové ztráty 3% (taktové ztráty, malé poruchy)
- kvalitativní ztráty 2% (zmetky, vícepráce)

Výpočet plánované doby cyklu předmontáže přírub:

- Zákaznický takt x ztrátové činitele = plánovaná doba cyklu
- 34,4 sec x 0,85 % = **29,2 sec**

## 7.4 Typové spektrum

V tomto případě provedu analýzu typového spektra vyráběných typů, které se na předmontáži přírub vyskytují. Na základě posbíraných údajů sestavím žebříček výrobků s největším počtem kusů až po méně početnou rodinu vyráběných kusů na tabulce 8.

Tabulka 8: Typové spektrum vyráběných přírub

Montážní varianty	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Typové spektrum	037,105,049,050,034,075,076,082,084,089,104,008,074,108,096,120,127,007,145,135,043,044,057,094,098,111,121,017,027,028,029,030,041,046	107, 086	117, 119, 122
Podíl vyráběných typů	97%	2%	1%
St.650 (šroubování filtru)	NE	ANO	NE
St.650 (vybalení příruby)	ANO	ANO	ANO
St.660 (lisování pouzdra)	ANO	ANO	ANO
St.670 (lisování filtru)	ANO	ANO	NE
St.680 (lisování gufera)	ANO	ANO	ANO

Zdroj: vlastní zpracování

Na základě zjištěných skutečností jsem navrhl, že ostatní varianty (2 a 3) nebudou součástí této bakalářské práce. U těchto variant se jedná o minimální množství zakázek např. 20ks za 8 hodinovou směnu. V případě výskytu těchto variant, dojde k pokrytí nezbytných dodatečných činností ze strany seřizovače předmontáže přírub.

## 7.5 Analýza časových dat současného stavu

Používání dat může v podniku sloužit různým účelům. Pro zjištění potřebných dat jsou používány různé metody zjišťování dat. Při užití těchto metod musí být zabezpečeno, že kvalita a spolehlivost dat odpovídají požadavkům daného úkolu.

Zjišťování časových dat je proto důležitým nástrojem pro zachycení a vyhodnocení podnikových cílů.

K provedení analýzy časových dat je k dispozici velké množství vhodných nástrojů, např. vlastní pozorování, měření a záznamy. Velice důležité je, aby byla zjištěná data aktuální a kompletní. Abych zjistil, jaký je stav manuálních činností a strojních časů potřebných k provedení jednotlivých operací, musím provést přímé měření (strojní časy) a vypracovat MTM analýzy (manuální činnosti) na předmontáži přírub:

- pomocí analýzy MTM zmapuji celkovou náročnost manuálních činností,
- pomocí stopek provedu měření spotřeby času provozních prostředků.

Strojní časy jsem měřil pomocí stopek přímo na dílně. Samotná měření jsem provedl několikrát a pomocí formuláře (viz Příloha A) definoval průměrný čas na výrobu jednoho kusu:

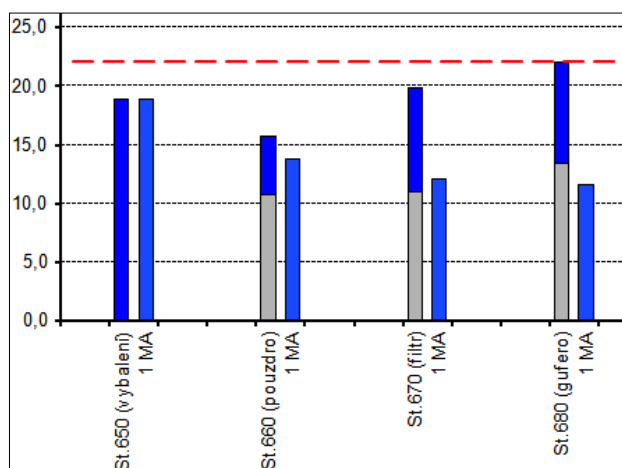
- pracoviště 650 (vybalení příruby) – pouze manuální činnosti,
- pracoviště 660 (lisování pouzdra) – **10,80 sec**,
- pracoviště 670 (lisování filtru) – **11,00 sec**,
- pracoviště 680 (lisování gufera) – **13,50 sec**.

Před zahájením tvorby MTM analýz se musím detailně seznámit s průběhem pracovních činností na jednotlivých operacích předmontážní linky. To znamená, že do připraveného formuláře průběžně zapíšu sled pozorovaných pracovních činností, ke kterým přiřadím příslušné kódy a pomocí metru změřím jednotlivé délky pohybu.

Pozn.: metody měření spotřeby času a MTM již byly popsány v teoretické části a proto se zde jimi nebudu detailně zabývat.

V taktovacím diagramu na grafu 1 je detailně znázorněn stav vytížení pracovníků předmontáže přírub. Na základě celkových odvolávek našich zákazníků je vypočtena plánovaná doba taktu 29,2 sec. Přitom nejpomalejší pracoviště (viz Příloha B) dosahuje taktu 22,1 sec. Na první pohled je patrné, že zde dochází k plýtvání s lidskými zdroji a nadprodukcí.

Graf 1: Taktovací diagram současného stavu předmontáže přírub



Zdroj: vlastní zpracování

Odhalené potenciály v oblasti produktivity práce předmontáže přírub:

- na základě provedených MTM analýz je zřejmé, že dochází k nesprávnému vybalancování jednotlivých činností pracovníků předmontáže přírub,
- odhalený vysoký podíl časů čekání (čekání na konec strojního cyklu nebo předcházejícího pracoviště),
- předmontáž přírub vyrábí výrazně v nižším taktu, než požaduje náš zákazník (montážní linka),
- pouze jednostranná obsluha (značný potenciál v oblasti vícestranné obsluhy),
- netransparentní rozdělení pracovních úkolů (transport přírub),
- nevhodné ergonomické uspořádání pracovního místa (vzdálenost jednotlivých materiálů od těla pracovníků, nedostatek volného prostoru pro kolena, chybějící ergonomická rohož a nevhodné osvětlení).

## 7.6 Sestavení stohového diagramu

Na základě zjištěných časových dat, provedu zápis pravidelně se opakujících manuálních činností předmontáže přírub, které jsou produktivní. Vytvořím tzv. stohový diagram – podklad pro vytvoření pracovního standardu:

- všechny ruční činnosti, které se opakují v každém cyklu, se zaznamenávají ve formě stohového diagramu,
- vzájemné seřazení po sobě jdoucích pracovních úseků popisující sled operací jednoho pracovníka (jeden pracovník, který kompletně obsluhuje předmontáž přírub),

- nutné analyzovat pozorované činnosti metodou MTM (odpadnutím ohodnocování stupně výkonu je ve vyšší míře než u zjišťování času pomocí časových snímků dána záruka pro jednotnou úroveň časových dat),
- do stohového diagramu se neuvádějí časy provozních prostředků (strojní časy), protože se jedná o časy neovlivnitelné člověkem,
- úseky procesu budou zaznamenávané v měřítku (sec).

Na základě stohového diagramu sestavím sled pracovních operací (montážních úkonů) pro jednotlivé pracovníky předmontáže přírub na tabulce 9.

Tabulka 9: Stohový diagram předmontáže přírub

56,5 sec	St. 680 (lisování gufera)	Příprava materiálu	25,00	11,6
		Zmáčknout tlačítko (start PTU)	13,30	
		Novou přírubu do lisovací stanice	37,30	
		Namazat otvor příruby	55,80	
		Gufera na lisovací trn nasadit	102,40	
		Zmáčknout tlačítko (odjetí WT)	12,40	
		Hotovou přírubu na WT odložit	22,70	
		Vizuální kontrola zalisování gufera	22,50	
		Hotovou přírubu ze stanice odebrat	30,90	
		44,9 sec		
32,8 sec	St. 670 (lisování filtru)	Příprava materiálu	25,00	12,1
		Zmáčknout tlačítko (start PTU)	13,30	
		Nová příruba do lisovací stanice	83,40	
		Filtr na lisovací trn	91,40	
		Zmáčknout tlačítko (odjetí WT)	12,40	
		Odložení hotové příruby na WT	29,20	
		Vizuální kontrola zalisování filtru	21,40	
		Hotovou přírubu ze stanice odebrat	60,30	
		18,9 sec		
18,9 sec	St. 660 (lisování pouzdra)	Příprava materiálu	30,00	13,9
		Zmáčknout tlačítko (start PTU)	14,40	
		Novou přírubu do lisovací stanice	44,10	
		Pouzdro na lisovací trn	52,50	
		Zmáčknout tlačítko (odjetí WT)	14,10	
		Hotovou přírubu na WT odložit	29,20	
		Hotovou přírubu očistit	147,20	
		Vizuální kontrola zalisování pouzdra	25,10	
Hotovou přírubu z lisu odebrat	28,90			
0,0 sec				
0,0 sec	St. 650 (vybalení)	Příprava materiálu	40,00	18,9
		Zmáčknout tlačítko (odjetí WT)	12,40	
		Novou přírubu odložit na WT	29,20	
		Novou přírubu vybalit	185,00	
		Hotovou přírubu do KLT odložit	36,30	
		Montáž O-ringů	72,60	
		Vizuální kontrola hotové příruby	120,00	
		Hotovou přírubu z WT odebrat	28,90	

Zdroj: vlastní zpracování

Ze stohového diagramu je patrné, že na výrobu jedné příruby potřebujeme celkový čas manuálních činností v trvání **56,5 sec**.

## 7.7 Výpočet potřebného počtu pracovníků

V této fázi si spočítáme potřebný počet pracovníků vůči plánované době cyklu. K tomuto výpočtu použijeme na tabulce 10 následujícího vzorce:

Tabulka 10: Výpočet počtu pracovníků

Počet pracovníků =	$\frac{\text{Součet manuálních činností}}{\text{Plánovaná doba cyklu}}$
--------------------	---

Zdroj: vlastní zpracování

Výpočet počtu pracovníků předmontáže přírub:

- součet manuálních činností - 56,5 sec,
- plánovaná doba cyklu - 29,2 sec,
- vypočtený počet pracovníků - **1,93**.

Na základě plánované doby cyklu a součtu manuálních činností je patrné, že tento výrobní úsek mohou obsluhovat 2 pracovníci. Je zřejmé, že další potenciál se nachází v lepším uspořádání pracovního místa a výkresu předmontáže přírub.

## 8 ANALÝZA BUDOUCÍHO STAVU

### 8.1 Analýza časových dat budoucího stavu

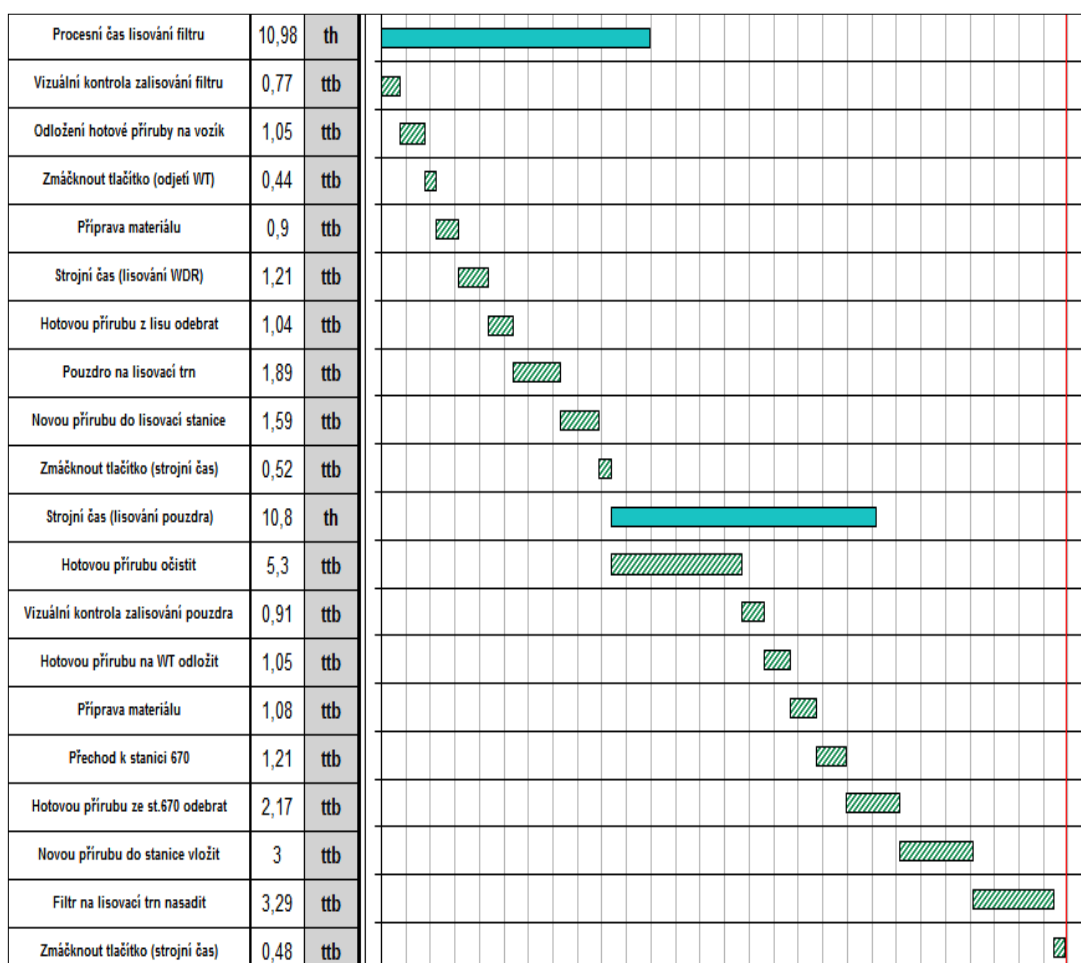
Metody práce a operační časy je možné detailně stanovit v plánovací fázi MTM. To platí také pro pracovní úkoly, které se budou provádět poprvé. Což v našem případě znamená, že tato metoda je ideálním nástrojem pro stanovení budoucího uspořádání pracovišť předmontáže přírub.

Dalším krokem by mělo být vybalancování jednotlivých pracovišť tak, aby byl dodržen zákaznický takt. Tímto může dojít k minimalizaci nebo odstranění plýtvání. Pozornost bude zaměřena na možnost obsluhy pracoviště 670 a 660 jedním pracovníkem (viz Příloha C), který bude u zmíněných činností pracovat v překrytém čase strojů. To znamená, že některé manuální činnosti nebudou do výsledného taktu započítány. Následovat bude detailní popis navrhovaných pracovních činností pracovníků předmontáže přírub.

Pracoviště 670+660 (lisování filtru+lisování pouzdra) – hotovou přírubu z lisu odebrat (lisování pouzdra), pouzdro na lisovací tm nasadit, novou přírubu do lisovací

stanice vložit, zmáčknout tlačítko (strojní čas), strojní čas lisování pouzdra, hotovou přírubu očistit, vizuální kontrola zalisování pouzdra, hotovou přírubu na vozík odložit, příprava materiálu, hotovou přírubu ze stanice odebrat (lisování filtru), novou přírubu do lisovací stanice vložit, filtr na lisovací trn nasadit, zmáčknout tlačítko (strojní čas), procesní čas lisování filtru, vizuální kontrola zalisování filtru, odložení hotové příruby na vozík, zmáčknout tlačítko (odjetí vozíku), příprava materiálu a chůze mezi stanicemi 670+660 na grafu 2.

Graf 2: Grafické vyhodnocení sledu pracovních činností st.670+660

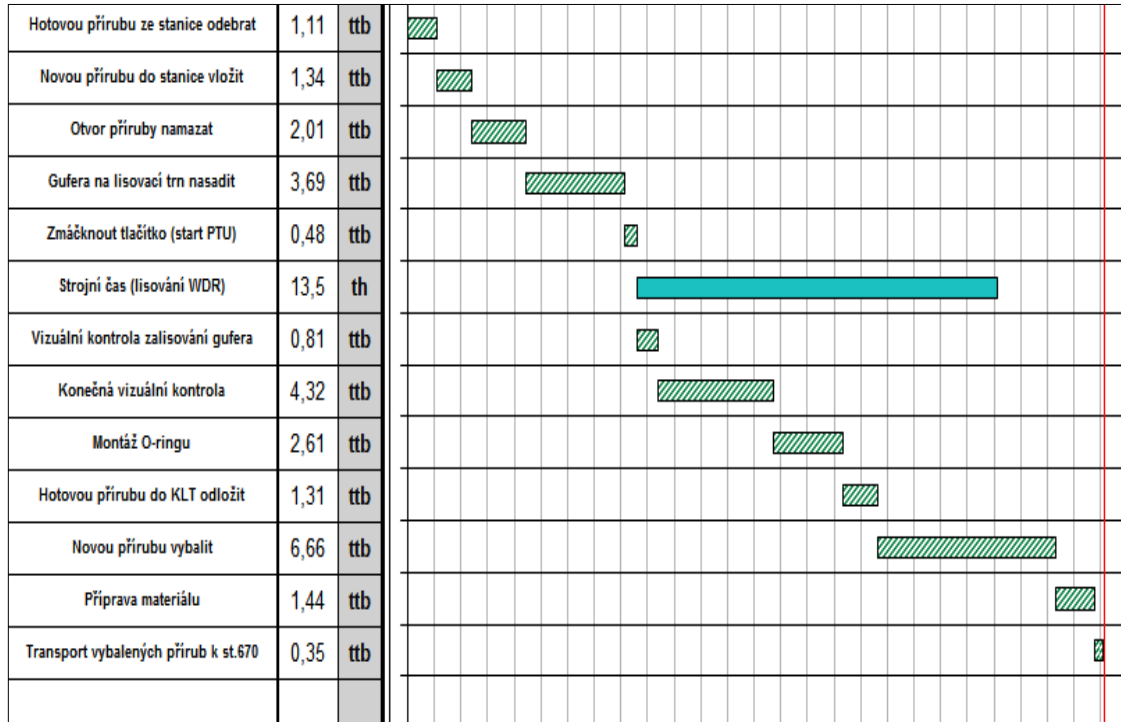


Zdroj: vlastní zpracování

Dalším potenciálem je pracoviště 680 (lisování gufera) a 650 (vybalení příruby), kde za podobných kritérií, jako u předešlých pracovišť, bude tyto provozní prostředky (viz Příloha D) obsluhovat pouze jeden pracovník - hotovou přírubu ze stanice odebrat, novou přírubu do stanice vložit, otvor příruby namazat, gufera na lisovací trn nasadit, zmáčknout tlačítko (strojní čas), strojní čas lisování (gufera), vizuální kontrola

zalisování gufera, konečná vizuální kontrola (celková), montáž o – ringu, hotovou přírubu do bedny odložit, novou přírubu vybalit, příprava materiálu a transport vybalených přírub k st. 670 na grafu 3.

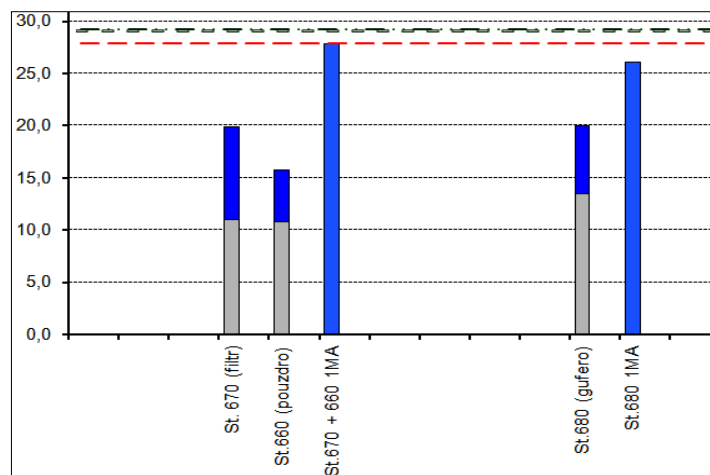
Graf 3: Grafické vyhodnocení sledu pracovních činností st.680+vybalení příruby



Zdroj: vlastní zpracování

V taktovacím diagramu na grafu 4 je detailně znázorněn stav budoucího vytížení pracovníků předmontáže přírub (viz Příloha E).

Graf 4: Taktovací diagram navrhovaného stavu předmontáže přírub



Zdroj: vlastní zpracování



## 8.2 Vyhodnocení časových dat budoucího stavu

Na konci analýzy navrhovaných opatření přichází na řadu vyhodnocení tohoto projektu. V krátkosti si připomeneme důležité skutečnosti. Na předmontáži přírub se pracuje ve třísměnném modelu. Na jedné směně pracují čtyři pracovníci, což tedy znamená, že v současné době využíváme k pokrytí celkových zákaznických odvolávek dvanácti pracovníků. Na základě vypočteného plánovaného taktu a MTM analýz uspoříme dva pracovníky na směnu. V případě celého dne hovoříme o úspoře šesti pracovníků na den. Měsíční mzdové náklady na jednoho zaměstnance při hrubé mzdě jsou 26 000 Kč. U ročního nákladu na jednoho zaměstnance se jedná o celkovou částku 312 000 Kč. V případě předmontáže přírub, kde se vyskytuje třísměnný provoz, hovoříme o celkovém počtu šesti uspořené zaměstnanců, což v konečném důsledku znamená celkovou roční úsporu ve výši **1 872 000 Kč**.

Dále porovnám současný a budoucí stav mzdových nákladů na výrobu jedné příruby. V případě současného stavu předmontáže přírub se jedná o 12 pracovníků na den, u kterých jsou celkové roční mzdové náklady ve výši 3 744 000 Kč. Celkový počet zákaznických odvolávek je ve výši 580 000 ks za rok. To znamená, že mzdové náklady na výrobu jedné příruby jsou **6,46 Kč**. V případě navrhovaného stavu předmontáže přírub se celkem jedná o šest pracovníků na den, u kterých jsou celkové roční mzdové náklady ve výši 1 872 000 Kč. Celkový počet zákaznických odvolávek je rovněž ve výši 580 000 ks za rok. To tedy znamená, že mzdové náklady na výrobu jedné příruby jsou **3,23 Kč**.

Dalším zajímavým ukazatelem je porovnání produktivity současného a navrhovaného stavu předmontáže přírub. V případě současného stavu čtyři pracovníci produkuje výrobky v taktu 22,1 sec. V délce jedné směny (440 min) to znamená, že vyrobí 1 195 ks. Pokud si převedu celkový počet vyrobených kusů na jednoho pracovníka, tak se dostanu k hodnotě **299 ks** za osmihodinovou pracovní směnu. U navrhovaného stavu dva pracovníci vyrábějí výrobky v taktu 27,9 sec. Oproti současnému stavu sice dojde k navýšení času na jeden kus, ale na základě provedeného výpočtu je tento čas plně dostačující, protože vypočtená doba plánovaného cyklu je 29, 2 sec. Tito pracovníci vyrobí za jednu směnu 946 ks. V případě, že převedu počet vyrobených kusů na jednoho pracovníka, tak hovoříme o hodnotě **473 ks** za osmihodinovou pracovní směnu. V konečném důsledku to znamená, že produktivita práce na jednoho pracovníka předmontáže přírub bude zvýšena o **58,2 %**.

Na základě transparentnosti jednotlivých dat, která jsem vyjmenoval výše, zobrazím v následující tabulce 11 podíl zmiňovaných kritérií.

Tabulka 11: Přehled jednotlivých kritérií

Kritérium	Současný stav	Budoucí stav	Rozdíl v %
Takt pracovišť (úzké místo)	22,1 sec	27,9 sec	26,2
Celkem vyrobené kusy (8 hodinová směna)	1195 ks	946 ks	20,8
Počet pracovníků (den)	12	6	50
Celkové náklady na zaměstnance (roční)	3 744 000	1 872 000	50
Mzdové náklady na výrobu příruby (1 Ks)	6,46 Kč	3,23 Kč	50
Zvýšení produktivity práce (počet kusů na 1 pracovníka)	299 ks	473 ks	58,2

Zdroj: vlastní zpracování

### 8.3 Návrh nového výkresu předmontáže přírub

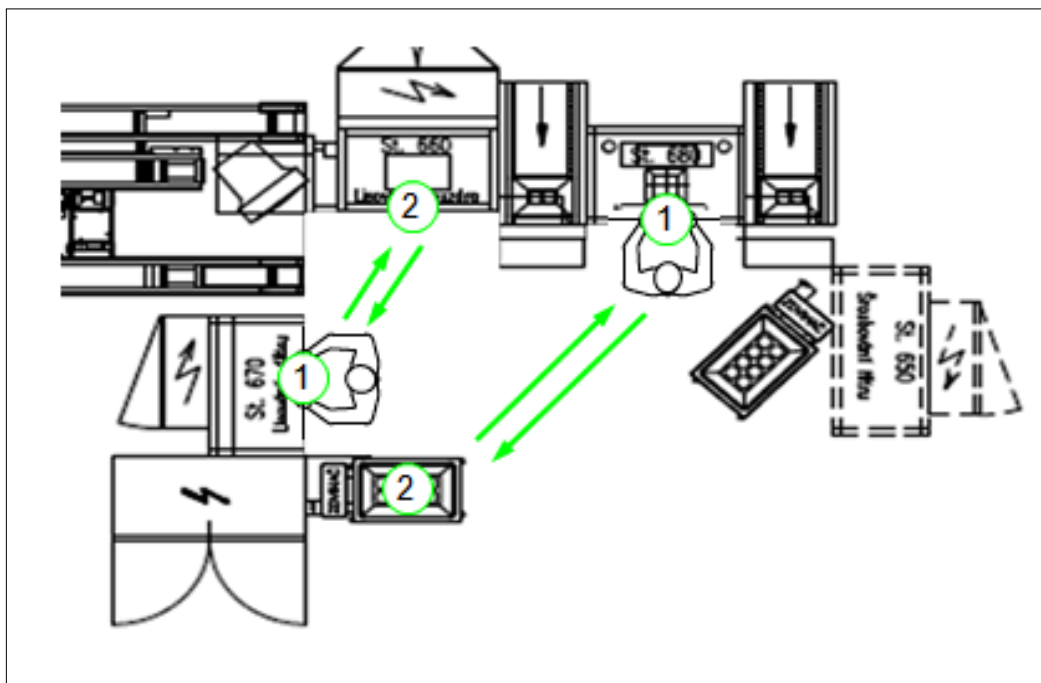
Při zpracování budoucího stavu, který eliminuje současné ztráty a zvyšuje produktivitu práce, je zřejmé, jaké jsou hlavní přínosy nového uspořádání předmontáže přírub:

- navrhovaná skladová nadvýroba přírub je max. 162 ks,
- velikost podlahových ploch předmontáže přírub je redukována na 54 m<sup>2</sup>,
- redukce transportních vzdáleností (v novém návrhu je celkový počet kroků na jeden vozík 12, což je vůči současným 49 krokům výrazný rozdíl),
- chůze pracovníků a tok materiálu na sebe lépe navazují,
- nové uspořádání pracovišť za účelem možné kombinace práce vstoje (možnost střídání poloh, větší dosah končetin, vyšší síla, možnost rychlého pohybu, pružnější střídání pracovišť) a práce vsedě (menší energetická náročnost, odlehčení nohou, přesnější pohyby, lepší soustředění, možnost odpočinku při drobných pauzách),
- snižování nákladů za energie (odstranění poháněného dopravníku).

Na základě provedených analýz navrhuji na obrázku 26 konkrétní řešení nového uspořádání výkresu předmontáže přírub. Na první pohled je patrné, že vnitřní hnaný

dopravníkový pás je odstraněn. To znamená, že pracovník, který obsluhuje první dvě stanice (670+660) bude mezi těmito stroji přecházet. Charakterem práce jsou dány předpoklady pro práci vstoje. Druhý pracovník obsluhující poslední stroj (680) bude mimo jiné odpovědný i za přípravu přírub první stanice (670). Tato příprava materiálu se bude vyskytovat jednou za 54 kusů (na vozíku jsou tři bedny po 18 ks). Čímž jsou povahou činností dány předpoklady pro práci vsedě. Z tohoto vyplývá, že v tomto novém návrhu předmontáže přírub se vyskytují pracoviště určena k práci vstoje i k práci vsedě. Proto se zde nabízí vhodné opatření, jako je řízená rotace pracovníků např. po každé hodině vykonané práce.

Obrázek 26: Nový výkres předmontáže přírub

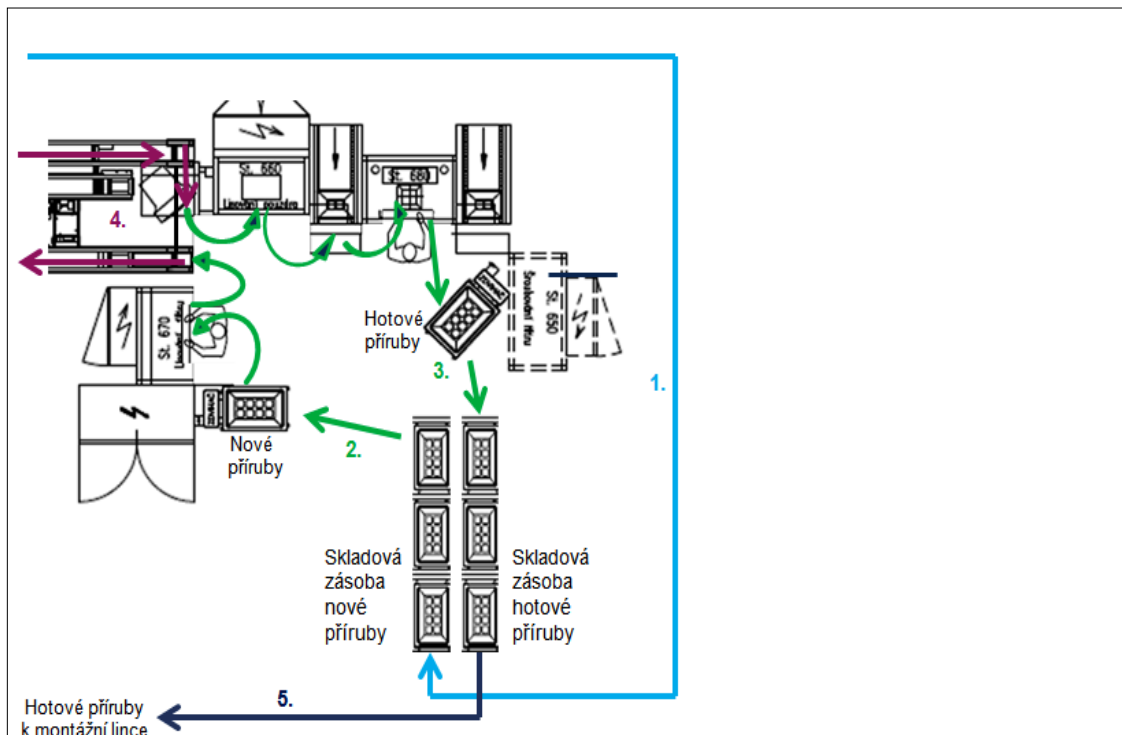


Zdroj: vlastní zpracování

Popis nového materiálového toku přírub na obrázku 27:

1. doprava nových přírub do prostor předmontáže přírub (skladový dělník),
2. doprava nových přírub k stanici 670 (pracovník st. 670),
3. doprava hotových přírub do prostor předmontáže (pracovník st. 680),
4. znázorněný tok přírub po vnějším hnaném dopravníkovém pásu,
5. doprava hotových přírub do prostor montážní linky (skladový dělník).

Obrázek 27: Nový materiálový tok přírub



Zdroj: vlastní zpracování

#### 8.4 Vyhodnocení výkresu budoucího stavu předmontáže přírub

Na základě nového uspořádání předmontáže přírub se mi podařilo redukovat celkovou podlahovou plochu o **86 m<sup>2</sup>**. Tato plocha může být využita pro další účely plánování nových výrobních prostředků nebo rozšíření stávajících výrobních prostředků.

Dalším opatřením v oblasti snižování nákladů je minimalizace nadvýroby hotových přírub. V novém uspořádání je k dispozici maximálně **162 ks**, což je podle současných analýz dostatečné množství pro minimalizaci ztrátových časů. Pro představu zde uvedu, že tato plánovaná nadvýroba zajišťuje pokrytí případných ztrát v celkové výši 75 min.

Již dříve bylo uvedeno, že vnitřní dopravníkový pás bude odstraněn, čímž na jedné straně snížíme případný výskyt ztrátových časů (poruchy, seřízení) a výdajů za energie, ale na straně druhé dojde k navýšení manipulačních činností pracovníků předmontáže přírub oproti současnému stavu. Abychom neporušili platná legislativní kritéria, která jsou závazná, provedl jsem doplňující výpočty. U prvního pracovníka (670+660) je analyzovaná kumulativní hmotnost 3 784 kg za osmihodinovou pracovní dobu. Tato kumulativní hmotnost odpovídá čtyřem manipulacím s jednou přírubou, která váží 1 kg a četností výskytu 946 ks za osmihodinovou směnu. Zatímco u druhého

pracovníka (680) se jedná o kumulativní hmotnost ve výši 2 838 kg. V tomto případě kumulativní hmotnost odpovídá třem manipulacím s jednou přírubou, která váží 1 kg a četností výskytu 946 ks za osmihodinovou směnu. V případě, že se tito pracovníci zapojí do řízené rotace (např. po hodině práce), můžeme kumulativní hmotnost snížit na průměrných **3 311 kg** za osmihodinovou pracovní dobu. Pro doplnění zde uvedu, že limit kumulativní zátěže je u žen 6 500 kg a u mužů se jedná o 10 000 kg za osmihodinovou pracovní dobu.

Dalším důležitým faktorem je minimalizace neproduktivních činností při přepravě vozíků s přírubami. Čas jedné manipulace je díky novému uspořádání snížen na 0,163 min. Tento převoz se vyskytne během celé směny 11 krát, což znamená, že celková náročnost této přepravy přírub bude **2,934 min.**

Neméně důležitým faktorem je také finanční náročnost plánované přestavby předmontáže přírub. Významnou položkou bude demontáž dopravníku, samotné přemístění provozních prostředků, úprava pracovišť za účelem zlepšení ergonomických kritérií (dostatečný prostor pro dolní končetiny – kombinace pracovních poloh stání a sezení), výměna nevhodného osvětlení a dovybavení pracovišť potřebnou ergonomickou rohoží. Po mnoha konzultacích a několika kalkulacích s odbornými pracovníky firmy byly náklady na celkové stěhování a úpravu pracovišť vyčísleny na **1 500 000 Kč**. V případě plánované redukce šesti pracovníků hovoříme o úspoře mzdových nákladů ve výši **1 872 000 Kč**, což znamená, že návratnost tohoto projektu bude **9,6 měsíců**.

Na základě transparentnosti jednotlivých dat, která jsem vyjmenoval výše, zobrazím v následující tabulce 12 podíl zmiňovaných kritérií.

Tabulka 12 : Přehled navrhovaných kritérií

Kritérium	Současný stav	Budoucí stav	Rozdíl v %
Celková velikost podlahové plochy	140 m <sup>2</sup>	54 m <sup>2</sup>	61,4
Celková skladová nadvýroba (redukce)	2 430 ks	162 ks	93,3
Celková kumulativní hmotnost na jednoho pracovníka	2 390 kg	3 311 kg	38,5
Celková manipulační vzdálenost na 1 vozík	13,464 min	2,934 min	78,2

Zdroj: vlastní zpracování

## ZÁVĚR

Tato bakalářská práce řeší produktivitu práce ve firmě BOSCH DIESEL s.r.o., Jihlava. Pozorovaným úsekem byla předmontáž přírub, která se nachází před hlavní montážní linkou. Výroba přírub se provádí na čtyřech poloautomatických strojích, které obsluhují čtyři pracovníci. Navrhované postupy měly být pokud možno bez velkých nároků na investice.

V teoretické části bakalářské práce jsem vylíčil příhodné metody, pomocí kterých provedu analýzu pracovišť za účelem zvýšení produktivity práce v praktické části. Zejména se jednalo o produktivitu práce, průmyslové inženýrství, měření spotřeby času, metodu MTM a ergonomii.

V praktické části jsem po představení firmy a jejího výrobního portfolia analyzoval současný stav na předmontáži přírub. Tyto analýzy jsem prováděl pomocí časových snímků, vytvářel jsem analýzy MTM, definoval zákaznický takt, plánovanou dobu cyklu a layout předmontáže přírub. Na základě těchto analýz jsem odhalil, že tento úsek poskytuje mnoho potenciálů k dalším optimalizacím. Podle mého názoru se největší potenciály nacházely v oblasti neproduktivního vytížení pracovníků předmontáže přírub, nevhodně vybalancovaných pracovních činností jednotlivých operátorů a nepotřebné nadprodukce přírub. Navrhl jsem několik kroků, kterými jsem zvýšil produktivitu práce a tok materiálu na předmontáži přírub. Výsledkem těchto analýz je úspora dvou pracovníků na směnu, což v případě třisměnného provozu znamená celkovou redukci šesti pracovníků na den. Dále jsem vyhodnotil mzdové náklady na výrobu jedné příruby dle současného a navrhovaného stavu, optimálně vybalancoval pracovní činnosti, redukoval nadvýrobu přírub a snížil celkové podlahové plochy předmontáže přírub.

Cíl práce byl podle výše uvedených skutečností splněn a všechny náměty na zlepšení budou po projednání se zástupci společnosti BOSCH DIESEL s.r.o., Jihlava realizovány. Věřím, že se mi podařilo nalézt stěžejní procesy, které budou pomocí účelných investic aplikovány i v jiných oblastech podniku.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### Seznam použitých českých zdrojů

ČASTORÁL, Z., 2013. *Management lidského faktoru*. 1. vyd. Praha: Universita Jana Amose Komenského. ISBN 978-80-7452-038-9.

CHUNDELA, L., 2001. *Ergonomie*. 1.vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT Fakulta strojní. ISBN 80-01-02301-X.

LHOTSKÝ, O., 2005. *Organizace a normování práce v podniku*. 1. vyd. Praha: ASPI. ISBN 80-7357-095-5.

LIKER, J., 2008. *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-173-7.

MAŠÍN, I., 2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-9-1.

MAŠÍN, I., KOŠTURIÁK, J., DEBNÁR, P., 2007. *Zlepšování nevýrobních procesů*. 1. vyd. Liberec: Institut technologií a managementu. ISBN 80-903533-3-9.

MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M., 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.

MAUER, R., 2005. *Cesta kaizen*. 1. Vyd. Praha: Beta. ISBN 80-7306-178-3.

NENADÁL, J. a kol., 2008. *Moderní management jakosti – principy, postupy, metody*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-186-7.

### Seznam ostatních zdrojů

MTM1, 1992. *Základní systém, příručka*. Sdružení MTM pro Českou republiku a Slovenskou republiku, tř. Václava Klementa 869, 29360 Mladá Boleslav.

Nařízení vlády č. 361/2007. *Kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci*. In Sběrka zákonů. 5086-5229.

Základní školení REFA I, 2001. *Utváření pracovního systému a procesů*. REFA, Wittichstrasse 2, D-64295, Darmstadt.

Základní školení REFA II, 2001. *Management procesních dat*. REFA, Wittichstrasse 2, D-64295, Darmstadt.

## SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ a TABULEK

### Seznam obrázků

Obrázek 1: Vzorec výpočtu produktivity.....	10
Obrázek 2: Následky pomalého růstu produktivity.....	11
Obrázek 3: Fyzikální a psychologické vlivy na produktivitu.....	12
Obrázek 4: Aplikace metod v rámci KAIZEN.....	18
Obrázek 5: PDCA cyklus.....	21
Obrázek 6: Reprodukovatelnost údajů.....	24
Obrázek 7: Rovnice stupně výkonu.....	27
Obrázek 8: Ukázka výpočtu jednotlivých náměrů.....	29
Obrázek 9: Hodnocení výkonnosti podle LMS.....	31
Obrázek 10: Nivelizace.....	31
Obrázek 11: Základní pohyby ruky.....	32
Obrázek 12: Další tři základní pohyby.....	32
Obrázek 13: Funkce zraku.....	32
Obrázek 14: Pohyby těla.....	33
Obrázek 15: Rozložení tělesných rozměrů.....	37
Obrázek 16: Tělesná výška.....	37
Obrázek 17: Pracovní výšky při pozici vsedě.....	39
Obrázek 18: Řez prostorem dosahu ve výšce roviny stolu (míry v cm).....	40
Obrázek 19: Pracovní výška při práci vestoje.....	41
Obrázek 20: Rozměry volného prostoru na pracovištích, práce vestoje.....	41
Obrázek 21: Vysokotlaká dieselová čerpadla (CP1H, CP3, CP4, CPN5).....	44
Obrázek 22: Vysokotlaký zásobník RAIL.....	45
Obrázek 23: Tlakový regulační ventil DRV.....	46
Obrázek 24: Výkres předmontáže přírub před plánovanou změnou.....	47
Obrázek 25: Materiálový tok přírub.....	48
Obrázek 26: Nový výkres předmontáže přírub.....	59
Obrázek 27: Nový materiálový tok přírub.....	60

### Seznam grafů

Graf 1: Taktovací diagram současného stavu předmontáže přírub.....	52
Graf 2: Grafické vyhodnocení sledu pracovních činností st. 670+660.....	55



Graf 3: Grafické vyhodnocení sledu pracovních činností st. 680+ vybalení příruby.....	56
Graf 4: Taktovací diagram navrhovaného stavu předmontáže přírub.....	56

### **Seznam tabulek**

Tabulka 1: Využití času pracovníka.....	13
Tabulka 2: Využití strojů a zařízení.....	13
Tabulka 3: Schéma u cyklického (kusového) sledu procesu.....	25
Tabulka 4: Sled procesu po řadách.....	26
Tabulka 5: Varianty zaznamenávání pro moment měření.....	26
Tabulka 6: Přípustné hmotnostní limity ručně manipulovaných břemen.....	42
Tabulka 7: Výpočet zákaznického taktu.....	49
Tabulka 8: Typové spektrum vyráběných přírub.....	50
Tabulka 9: Stohový diagram předmontáže přírub.....	53
Tabulka 10: Výpočet počtu pracovníků.....	54
Tabulka 11: Přehled jednotlivých kritérií.....	58
Tabulka 12: Přehled navrhovaných kritérií.....	61

## SEZNAM ZKRATEK

- CPx - Common Rail Pump (vysokotlaká čerpadla)
- DRV - Druck Regel Ventil (regulační ventil tlaku)
- HM - Hundertstelminuten (setina minuty)
- IE - Industrial Engineering (průmyslové inženýrství)
- LMS - Lowry Maynard Stegemerten (hodnocení výkonnosti)
- MTM - Methods Time Measurement (metoda – času – měření)
- P - Productivity (produktivita)
- PDCA - Plan Do Check Act (plánuj – dělej – kontroluj – jednej)
- RAIL - Common Rail (vysokotlaký zásobník)
- REFA - Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung (sdružení studia práce)

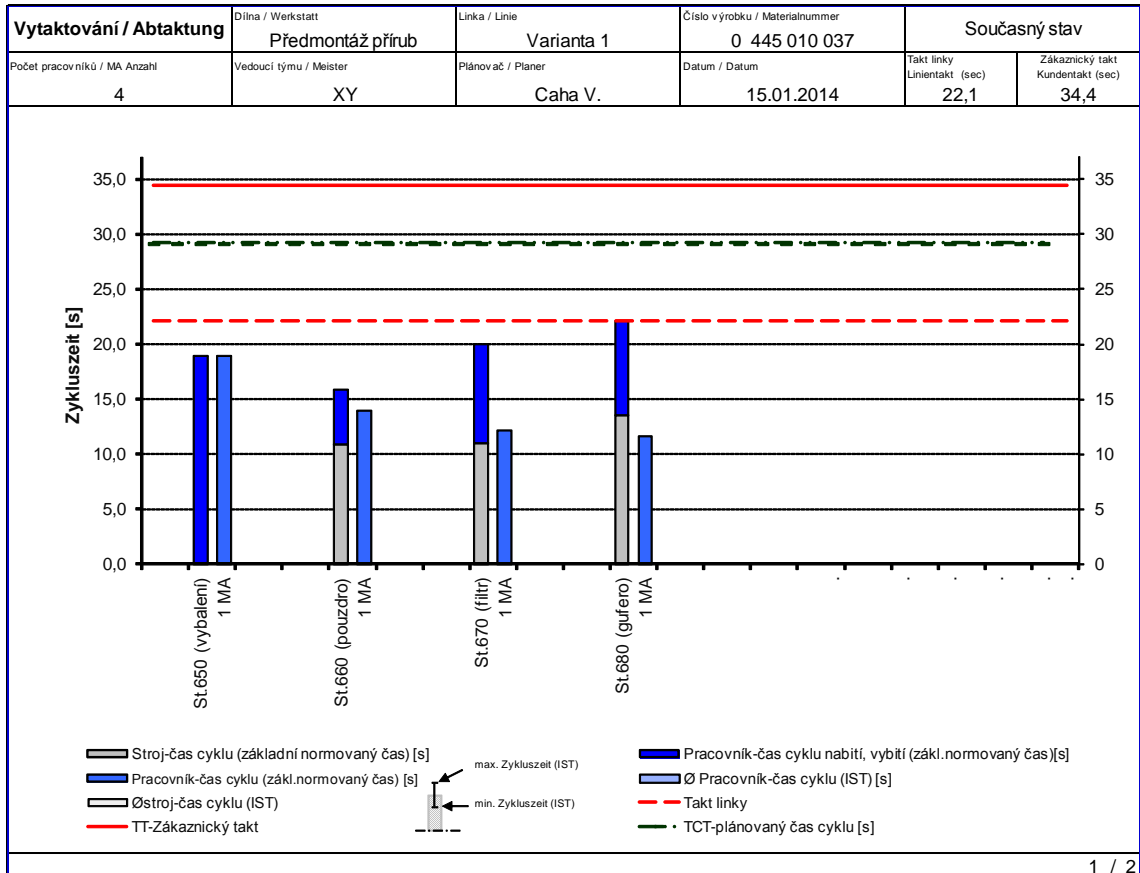
## SEZNAM PŘÍLOH

<b>Příloha A – Formulář časových snímků.....</b>	<b>I</b>
<b>Příloha B – Formulář vytaktování (současný stav).....</b>	<b>II</b>
<b>Příloha C – Grafické vyhodnocení průběhu operace (st. 670 + 660).....</b>	<b>III</b>
<b>Příloha D – Grafické vyhodnocení průběhu operace (st.680+vybalení).....</b>	<b>IV</b>
<b>Příloha E – Formulář vytaktování (navrhovaný stav).....</b>	<b>V</b>

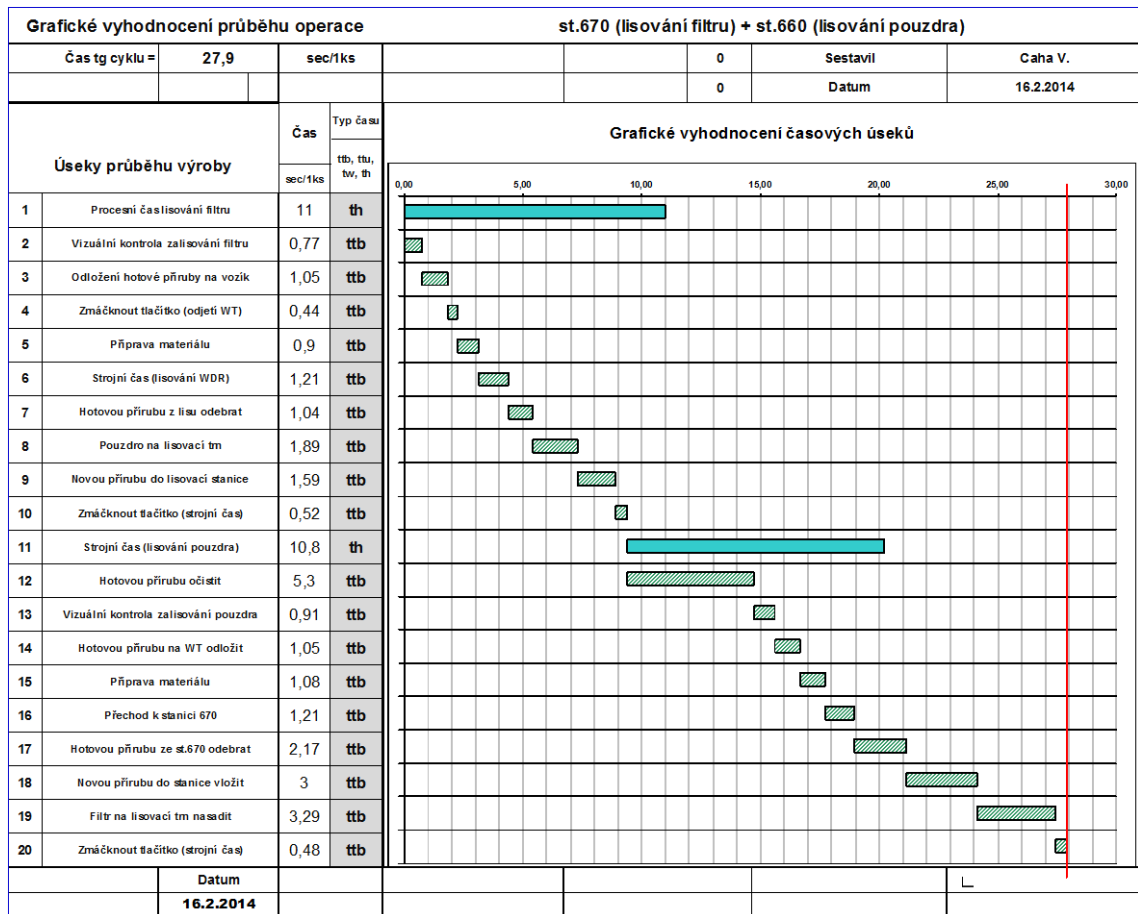
## Příloha A – Formulář časových snímků

Předmontáž přírub - současný stav													Jednotky zadání		sec	1ks
Č.	Úsek průběhu výroby a měřicí bod	Vztážené množství	Zy	1	2	3	4	5	26	27	28	29	30	Σ L / n	L	t
			mz												Σ ti / n	ti
1	St. 650 (vybalení přírub)	1	L	100										100,00	100,00	0,00
	Strojní čas		ti											1,00	0,00	
			F											0,00	0,00	
2	St. 660 (lisování pouzdra)	1	L	100										100,00	100,00	10,80
	Strojní čas		ti	10,76	10,82	10,81	10,7	10,8	10,9	10,8	10,8	10,78	10,8	107,97	10,80	
			F											10,00	0,00	
3	St. 670 (lisování filtru)	1	L	100										100,00	100,00	11,00
	Strojní čas		ti	10,78	11,25	10,89	11,4	11,14	11,12	10,89	10,97	10,79	10,77	110,00	11,00	
			F											10,00	0,00	
4	St. 680 (lisování gufera)	1	L	100										100,00	100,00	13,50
	Strojní čas		ti	13,41	13,42	13,47	13,39	13,5	13,49	13,54	13,59	13,47	13,69	134,97	13,50	
			F											10,00	0,00	
5			L											0,00	0,00	0,00
			ti											0,00	0,00	
			F											0,00	0,00	
6			L											0,00	0,00	0,00
			ti											0,00	0,00	
			F											0,00	0,00	
7			L											0,00	0,00	0,00
			ti											0,00	0,00	
			F											0,00	0,00	
8			L											0,00	0,00	0,00
			ti											0,00	0,00	
			F											0,00	0,00	
9			L											0,00	0,00	0,00
			ti											0,00	0,00	
			F											0,00	0,00	
10			L											0,00	0,00	0,00
			ti											0,00	0,00	
			F											0,00	0,00	
11			L											0,00	0,00	0,00
			ti											0,00	0,00	
			F											0,00	0,00	
12			L											0,00	0,00	0,00
			ti											0,00	0,00	
			F											0,00	0,00	
13			L											0,00	0,00	0,00
			ti											0,00	0,00	
			F											0,00	0,00	
14			L											0,00	0,00	0,00
			ti											0,00	0,00	
			F											0,00	0,00	
15			L											0,00	0,00	0,00
			ti											0,00	0,00	
			F											0,00	0,00	
16			L											0,00	0,00	0,00
			ti											0,00	0,00	
			F											0,00	0,00	
17			L											0,00	0,00	0,00
			ti											0,00	0,00	
			F											0,00	0,00	
18			L											0,00	0,00	0,00
			ti											0,00	0,00	
			F											0,00	0,00	
19			L											0,00	0,00	0,00
			ti											0,00	0,00	
			F											0,00	0,00	
20			L											0,00	0,00	0,00
			ti											0,00	0,00	
			F											0,00	0,00	

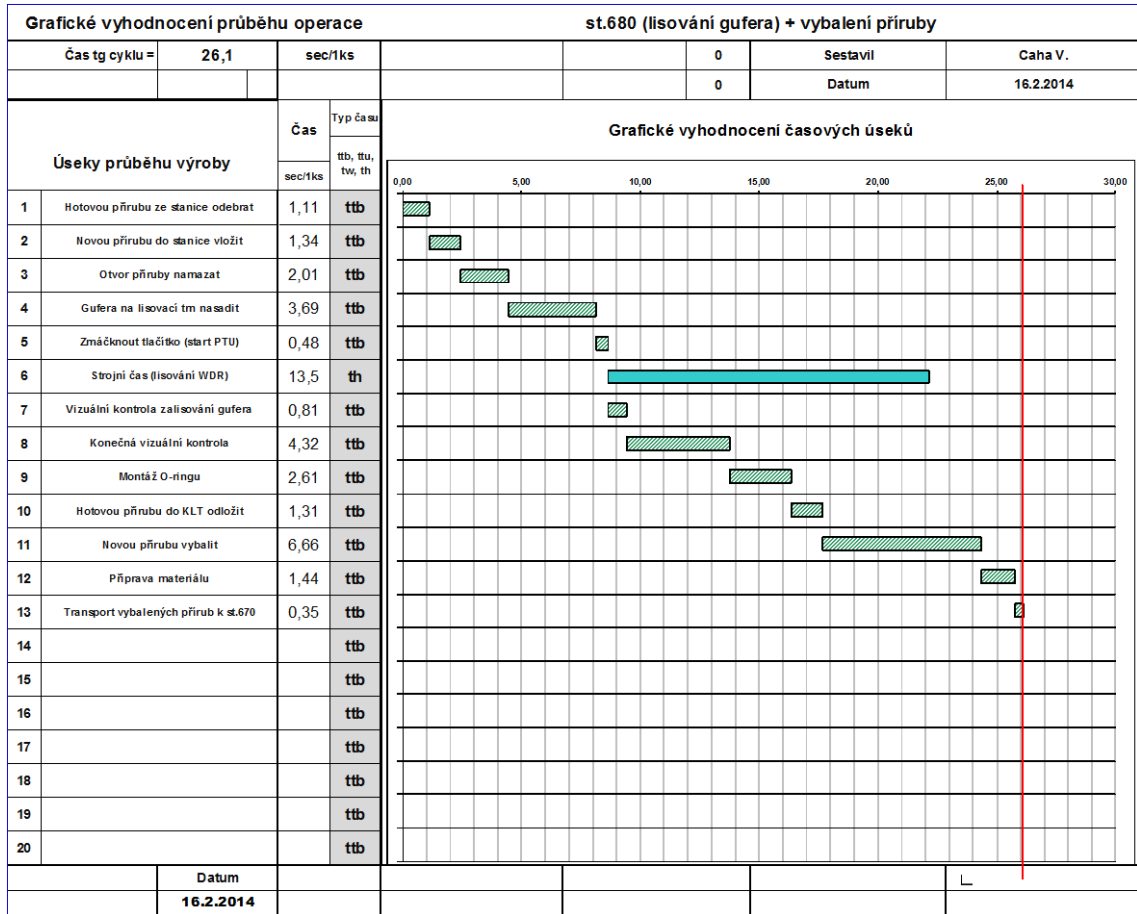
## Příloha B – Formulář vytaktování (současný stav)



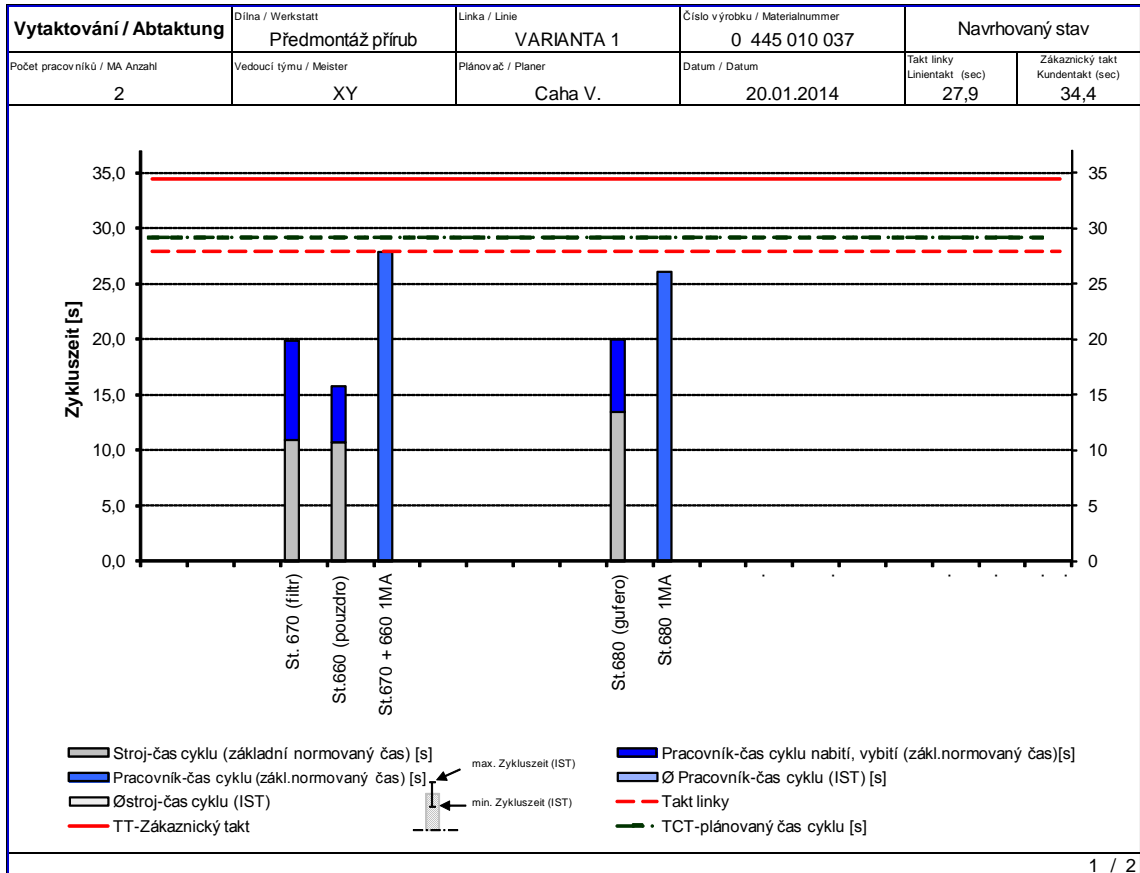
## Příloha C – Grafické vyhodnocení průběhu operace (st. 670+660)



## Příloha D – Grafické vyhodnocení průběhu operace (st.680+vybalení)



## Příloha E – Formulář vytaktování (navrhovaný stav)





## **BIBLIOGRAFICKÉ ÚDAJE**

**Jméno autora:** Vladimír Čaha

**Obor:** Manažerská studia – Řízení lidských zdrojů

**Forma studia:** kombinované studium

**Název práce:** Zvyšování produktivity práce pomocí metod průmyslového inženýrství

**Rok:** 2014

**Počet stran textu bez příloh:** 67

**Celkový počet stran příloh:** 5

**Počet titulů české literatury a pramenů:** 13

**Počet titulů zahraniční literatury a pramenů:** 0

**Počet internetových zdrojů:** 0

**Vedoucí práce:** Prof. Ing. Zdeněk Častorál, DrSc.