



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Ekonomická fakulta



ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY PRÁCE VE VÝROBNÍM PROVOZU VYBRANÉHO PODNIKU

Diplomová práce

Studijní program: N6208 – Ekonomika a management

Studijní obor: 6208T085 – Podniková ekonomika

Autor práce: **Bc. Petr Kulhánek**

Vedoucí práce: Ing. Eva Šlaichová, Ph.D.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr Kulhánek**
Osobní číslo: **E13000081**
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Podniková ekonomika**
Název tématu: **Zvýšení produktivity práce ve výrobním provozu
vybraného podniku**
Zadávající katedra: **Katedra podnikové ekonomiky a managementu**

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

1. Teoretický výklad k problematice měření a zvyšování produktivity práce v podnicích.
2. Popis současného procesu sledování, měření a vyhodnocování produktivity práce ve výrobním provozu sledovaného podniku.
3. Analýza slabých míst v procesu měření produktivity práce.
4. Návrh opatření vedoucích ke zvýšení sledovaného indikátoru.
5. Ekonomické vyhodnocení navrhovaného opatření, doporučení vybranému podniku.


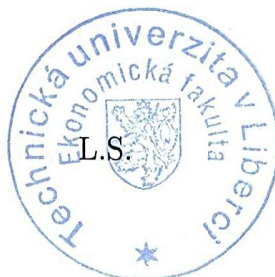
Rozsah grafických prací: **dle potřeby dokumentace**
Rozsah pracovní zprávy: **65 normostran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

TOMEK, G. a V. VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.
MAŠÍN, I., et al. Collaborative Engineering v inovačním procesu. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. ISBN 978-80-7372-925-7.
ŠLAICHOVÁ, E. Výzkum vybraných metod měření produktivity práce. 1. vyd. Liberec: Geoprint s.r.o., 2013. ISBN 978-80-7494-007-1.
GEORGE, M. L., et al. The Lean Six Sigma Pocket Toolbook. 1 st. ed. New York: McGraw-Hill, 2005. ISBN 978-0-07-150573-3.
Elektronická databáze článků ProQuest (knihovna.tul.cz).

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Eva Šlaichová, Ph.D.**
Katedra podnikové ekonomiky a managementu
Konzultant diplomové práce: **Zdeněk Svoboda**
vedoucí výroby, Continental Automotive Czech Republic s.r.o.
Datum zadání diplomové práce: **31. října 2014**
Termín odevzdání diplomové práce: **7. května 2015**



doc. Ing. Miroslav Žižka, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Ivan Jáč, CSc.
vedoucí katedry

Prohlášení

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

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

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

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

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

Datum:

Podpis:

Anotace

Diplomová práce je zaměřena na téma zvyšování produktivity práce ve výrobním úseku vybraného závodu. V rešeršní části práce je vysvětlen pojem produktivity, její druhy, možnosti měření jmenovaného ukazatele a je popsán její význam v současné době ve spojení s tzv. štíhlou výrobou (Lean production) ve společnostech světové třídy. V třetí a čtvrté kapitole práce je popsán detailně celý koncept plánování parciální produktivity ve výrobním úseku sledovaného podniku s primárním zaměřením na proces měření efektivity práce a efektivity strojního zařízení. Produktivita práce a její měření je spojeno hlavně s výrobním plánem, proto je v práci popsán celý koncept a funkce plánování výroby v dlouhodobém i krátkodobém časovém horizontu. Pátá kapitola je věnována analýze slabých míst stávajícího procesu plánování. V poslední části jsou autorem práce navržena doporučení k optimalizaci slabých míst.

Klíčová slova

Produktivita, efektivita, štíhlá výroba, montážní linka, výrobní plán, čas cyklu, časová norma, režijní práce.

Annotation

Labour Productivity Improvement in Production Department of the Selected Company

This thesis is focused on the topic of increasing of labour efficiency in the production department of a selected plant. The theoretical part explains productivity concept, items of productivity, measuring possibilities of the mentioned indicator and it also describes the current productivity value with influence of so called Lean Production in the world class companies. The practical part in detail describes the whole concept of productivity planning in the production department of the selected plant with the primary focus on measuring process of labour productivity and machines efficiency. The labour productivity is connected with a production plan, that is a reason why the concept and function of production planning are described in long and short period. The fifth chapter deals with analysis of weaknesses in current planning process. In the last part there are some recommendation for optimization by author of this thesis.

Key Words

Productivity, efficiency, lean production, assembly line, production plan, cycle time, time norm, indirect labour.

Obsah

Seznam obrázků.....	9
Seznam tabulek.....	10
Seznam zkratk.....	11
Úvod.....	13
1. MĚŘENÍ PRODUKTIVITY V PODNIKU	15
1.1 Definice pojmu produktivita.....	15
1.2 Hlavní typy produktivity.....	16
1.3 Výpočet produktivity	16
1.4 Měření produktivity práce přímých výrobních pracovníků.....	18
1.5 Měření produktivity režijní práce	22
2. ZVYŠOVÁNÍ PRODUKTIVITY PRÁCE.....	27
2.1 Štíhlá výroba	27
2.2 Pilíře základu TPS	28
2.3 Plýtvání ve výrobních a nevýrobních procesech	30
2.4 Principy štíhlé výroby	33
2.5 Vybrané metody štíhlé výroby.....	36
3. PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI CONTINENTAL	41
3.1 Historie společnosti Continental.....	41
3.2 Divize Chassis & Safety	43
3.3 Závod Jičín.....	44
4. PRODUKTIVITA PRÁCE V ZÁVODĚ CONTINENTAL.....	47
4.1 Koncept plánování produktivity práce ve výrobním úseku	47
4.2 Plánování výrobních kapacit.....	48
4.2.1 Efektivita (využití) strojního zařízení.....	49
4.2.2 Metoda výpočtu OEE v jičínském závodě	51
4.2.3 Metoda výpočtu potřeby výrobního personálu.....	56
4.3 Sestavení a funkce ročního výrobního plánu	59
4.4 Význam krátkodobých výrobních plánů.....	66

5. ANALÝZA SLABÝCH MÍST A OPTIMALIZACE PROCESU ZA ÚČELEM ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY	70
5.1 Plánování potřeby pozice mechanik – seřizovač	71
5.1.1 Montážní linka - status náběhu nebo série.....	75
5.1.2 Výše OEE jako ukazatele „zdravotního“ stavu linek	75
5.1.3 Činnosti mechanika – seřizovače před a po přestavbě	76
5.1.4 Každodenní pracovní činnosti mechanika - seřizovače.....	79
5.1.5 Analýza podílu jednotlivých činností seřizovače	81
5.2 Optimalizace potřeby počtů pracovníků	83
6. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ A DOPORUČENÍ VYBRANÉMU PODNIKU	87
6.1 Efektivní plánování využití seřizovače.....	88
6.2 Optimalizace potřeby počtu pracovníků	90
Závěr	94
Seznam použité literatury	96

Seznam obrázků

Obrázek 1:Klasifikační schéma metod měření a rozboru spotřeby času.....	24
Obrázek 2: Formy plýtvání v nevýrobní oblasti.....	33
Obrázek 3: Gemba dům.....	35
Obrázek 4: Logo společnosti.....	41
Obrázek 5: Závod Continental Automotive s.r.o Jičín.....	44
Obrázek 6: Brzdový posilovač.....	45
Obrázek 7: Elektrická vakuová pumpa.....	46
Obrázek 8: Motorové servo elektrické parkovací brzdy.....	46
Obrázek 9: OEE - produktivní/neproduktivní čas.....	53
Obrázek 10: Pareto analýza prostojů.....	55
Obrázek 11: Rozdělení výrobního úseku na segmenty.....	59
Obrázek 12: Podíl pracovních pozic na stavu výrobního personálu.....	72
Obrázek 13: Porovnání času přestavby s vlivem a bez vlivu na OEE.....	74
Obrázek 14: Vývoj OEE na sledovaných linkách v roce 2014.....	76
Obrázek 15: Pareto činností seřizovače.....	82
Obrázek 16: Skutečná potřeba výrobního personálu po směnách.....	84
Obrázek 17: Výkon linky v závislosti na počtu montážních pracovníků.....	86
Obrázek 18: Skutečná potřeba výrobního personálu po směnách segmentu TMC.....	86

Seznam tabulek

Tabulka 1: Plán směnnosti, OEE a počtu potřeby výrobních pracovníků.....	61
Tabulka 2: Plán výrobního personálu.....	63
Tabulka 3: Plán výrobního personálu s absencí.....	63
Tabulka 4: Plán obslužného personálu.....	64
Tabulka 5: Plán celkového počtu výrobního a obslužného personálu.....	65
Tabulka 6: Výpočet produktivity práce.....	65
Tabulka 7: Vývoj průměrného počtu přestaveb v roce 2014.....	78
Tabulka 8: Vývoj průměrné délky přestavby v roce 2014 (skutečná délka přestavby)	79
Tabulka 9: Pracovní vytížení seřizovače během směny.....	81
Tabulka 10: Pareto analýza činností seřizovače.....	82
Tabulka 11: Vyčíslení úspory pozice Mechanik - seřizovač.....	90
Tabulka 12: Přesčasová práce při výkyvech potřeby pracovníků.....	92

Seznam zkratek

BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví pracovníků
DMAIC	Define, Measure, Analyse, Improve, Control – Six Sigma
EPB	Electric Parking Brake
EVA	Economic Value Added
EVP	Elektric Vacuum Pump
IRR	Internal Rate of Return
MGU	Motor Gear Unit
MOST	Maynard Operation Sequence
MTBF	Main Time Between Failure
MTM	Method Time Measurement
MTM1	Method Time Measurement1
MTM2	Method Time Measurement2
MTTR	Midle Time To Repair
Nh	Normohodina
Nm	Normominuta
OEE	Overall Equipment Eficiency
OEM	Sériová výroba (z angl. Original Equipment Manufacturer)
OES	Výroba náhradních dílů (z angl. Original Equipment Supplier)
PDCA	Plan – Do – Control – Check
SMA	Standards de Manutention Analytiques
SMB	Standards de Manutention de Base
SMED	Single Minuta Exchange of Die
TFP	Total Factor Productivity
TMC	Tandem Master Cylinder

TMU	Time Measurement Units
TPM	Total Preventive Maintenance
TPS	Toyota Production System
USA	Universal Analysing System
VA	Value Added

Úvod

Vybraný výrobní závod působí dlouhá léta na poli automobilového průmyslu a je součástí nadnárodní společnosti zabývající se výrobou automobilových součástí s působením po celém světě. Produkuje brzdové posilovače, elektrické vakuové pumpy a elektrické parkovací brzdy pro přední výrobce osobních a užitkových automobilů.

V posledních letech se stal i automobilový průmysl sektorem, který svádí krutý konkurenční boj na světovém trhu. Konkurenční boj je mezi samotnými výrobci automobilů, kteří chtějí své výrobky prodávat za co nejdostupnější ceny svým koncovým zákazníkům, avšak na druhé straně dochází k postupnému zvyšování cen vstupních surovin, které vyvolává zvyšování nákladů dodavatelských firem. Právě dodavatelské firmy se musí snažit kompenzovat narůstající zvyšování vstupních nákladů snížením svých tzv. interních nákladů. Přirozeně největšími a personálně nejobsazenějšími jsou výrobní oddělení, do kterých je směřována pozornost ve směru řádného a efektivního řízení výrobních procesů. Efektivitu procesů výrobního oddělení je možné měřit pomocí ukazatele produktivity práce.

Autor práce se právě na tento ukazatel zaměřuje v první kapitole rešeršní části práce, vysvětluje pojem produktivity z všeobecného pohledu, popisuje druhy produktivit a jejich výpočet. Vyjmenuje nejpoužívanější metody měření spotřeby času a stanovení výkonových norem v případě přímých výrobních pracovníků i vybrané metody měření spotřeby času a stanovení výkonových norem u pomocných a obslužných pracovníků, kteří vykonávají tzv. režijní práci. V druhé kapitole se věnuje popisu pojmu štíhlé výroby v rámci Toyota Production System (TPS), který je všeobecně uznávaným základem pro zefektivňování výrobních i nevýrobních procesů v podnicích světové třídy. Popisuje důvody vzniku TPS, historii štíhlé výroby a základní pilíře při jejím budování v Japonsku po druhé světové válce. Pokračuje bližší specifikací druhů plýtvání ve výrobních i nevýrobních procesech a celou druhou kapitolu uzavírá popisem vybraných standardních nástrojů, které vyvinul TPS pro redukci či eliminaci plýtvání, při jejichž implementaci dochází k budování skutečné „štíhlé“ výroby, která je představitelem výroby s maximální produktivitou práce.

V druhé části práce popisuje skutečné plánování, měření a vyhodnocování parciální produktivity tj. produktivity práce v reálném výrobním provozu vybraného podniku. Vzhledem k vysokému stupni automatizace výrobních procesů závodu je věnována pozornost efektivitě strojního zařízení a jejímu měření v podobě všeobecně uznávaného ukazatele OEE. Produktivita práce je úzce spojená s výrobním plánem, proto je věnován velký prostor praktické části práce konceptu sestavení výrobního plánu. Z mikroekonomického pohledu jsou při řízení a rozhodování podniku velmi důležitá časová období pro možnost přizpůsobení výrobních kapacit na poptávku trhu. Proto autor práce detailně popisuje koncept výrobních plánů právě v závislosti na časových obdobích. Popisuje funkci dlouhodobého plánu v podobě rozpočtu za účelem naplánování potřebných výrobních kapacit představující fixní a variabilní vstupy. Dále popisuje krátkodobé operativní plány, které mají za úkol zjišťovat odchylky mezi výrobním objemem daným rozpočtem a skutečnou aktuální poptávkou ze strany zákazníků. Na jejich základě se upravuje právě v krátkém období variabilní část vstupů. Závěr této části diplomové práce je věnován slabým místům stávajícího procesu plánování a měření produktivity práce. Slabá místa jsou detailně popsána a autor práce navrhne opatření vedoucí ke zvýšení produktivity práce zejména v oblasti pracovníků v pozici mechanik - seřizovač.

Primárním cílem práce je navrhnout managementu firmy konkrétní opatření k optimalizaci dvou vybraných slabých míst, která vidí autor práce jako významná ve směru zvýšení produktivity práce ve výrobním úseku.

Sekundárním cílem diplomové práce je vytvoření uceleného dokumentu, který by mohl sloužit jako vzdělávací materiál zaměstnancům vybrané společnosti v pozicích prvního a druhého stupně výrobního managementu. V práci je definována produktivita, její výpočet na teoretické úrovni, ale i v praktické úrovni vybraného podniku, se kterou se pracovníci jmenovaných stupňů managementu výroby v jejích určitých podobách denně setkávají. Jsou vysvětleny pojmy přidaná hodnota, hodnotový řetězec, normy času výrobního personálu, měření produktivity režijní práce, podstata a nástroje štíhlé výroby – to vše by mělo čtenáři práce pomoci pochopit souvislosti dílčích oblastí produktivity, ale podat i ucelený náhled na jádro věci.

1. MĚŘENÍ PRODUKTIVITY V PODNIKU

Produktivita je všeobecně známý pojem užívaný zejména v ekonomickém prostředí. V následujících podkapitolách bude produktivita blíže definována, popsán její hlavní význam a členění dle míry jejího využití v podnicích a firmách.

1.1 Definice pojmu produktivita

Produktivita je „*míra, která vyjadřuje, jak dobře jsou využity zdroje při vytváření produktů*“ (Mašín, 2012, s. 244). Z nejobecnějšího pohledu se jedná o vyjádření poměru mezi výstupem procesu a potřebných zdrojů vstupujících do procesu. Na výstupu můžeme měřit jednotky nebo objemy jako např. výrobky, litry, kusy, kilogramy apod. Vstupy jsou zastoupeny např. pracovní silou, výrobním zařízením a stroji, materiálem nebo kapitálem (Mašín, 2012, s. 244).

Dle Klečky (2005-2011, s. 2) je produktivita „*účinnost (efektivnost), s jakou jsou výrobní faktory využívány ve výrobě. Produktivita se týká všech podniků, výrobních i nevýrobních, neboť výrobou v širším slova smyslu se rozumí transformace vstupů v užitečné výstupy – výrobky či služby.*“

Možnosti zvýšení produktivity dle Klečky (2005-2011, s. 2):

- roste-li hodnota výstupů při klesající hodnotě vstupů,
- roste-li hodnota výstupů při neměnné hodnotě vstupů,
- roste-li hodnota výstupu při pomaleji rostoucí hodnotě vstupů,
- nemění-li se hodnota výstupu při klesající hodnotě vstupů,
- klesá-li hodnota výstupů při rychleji klesající hodnotě vstupů.

1.2 Hlavní typy produktivity

Produktivitu je možné sledovat z mnoha různých pohledů (Klečka, 2005-2011, s. 2):

dle hodnotového rozměru:

- technická produktivita – je relací výstupu a vstupu poměřovaných v naturálních jednotkách,
- technickoekonomická produktivita – je relace výstupu a vstupu poměřovaných naturálními jednotkami v peněžním vyjádření.

podle stupně agregace:

- mikroekonomická produktivita – vztahuje se ke konkrétní výrobě nebo podniku,
- makroekonomická produktivita – je většinou zajišťovaná za národní ekonomiku.

podle komplexnosti uvažovaného vstupu:

- produktivita celková – s výstupem poměruje všechny použité vstupy (všechny výrobní faktory),
- produktivita parciální – poměruje relaci výstupu k určitému druhu použitého vstupu, příkladem může být produktivita práce.

Nejčastěji používaným typem produktivity v ekonomické praxi je produktivita parciální právě v podobě produktivity práce. V tomto případě se jedná o vztah mezi objemem výroby na straně výstupu a spotřebovanou prací na výrobu na straně vstupu ve sledovaném období. V současné době jsou právě dynamicky se rozvíjející technologie a technika těmi rozhodujícími faktory, které mají významný vliv na výši produktivity práce.

1.3 Výpočet produktivity

Za účelem výpočtu produktivity je nutné stanovit objekt výpočtu v podobě výrobního systému vymezeného jednotou výrobního výstupu, výrobního vstupu a výrobního procesu (Klečka, 2005, s. 98)

Obecné vyjádření produktivity

Produktivita vyjadřuje podíl objemu výroby a vynaložených nákladů.

$$\text{produktivita} = \frac{\text{(výrobní) výstup}}{\text{(výrobní) vstup}}. \quad (1)$$

Celková produktivita

Celkovou produktivitu vypočteme jako podíl finančně vyjádřených celkových výstupů a finančně vyjádřených celkových vstupů ve výrobním procesu.

$$\text{celková produktivita} = \frac{\text{celkové výstupy}}{\text{celkové vstupy}}. \quad (2)$$

Produktivita práce

Ukazatel produktivity práce je parciální produktivitou celkové produktivity se zaměřením na procesní pojetí a konkrétní výrobní faktor.

$$\text{produktivita práce} = \frac{\text{přidaná hodnota}}{\text{pracovníci, odpracované hodiny}}. \quad (3)$$

TFP – Total Factor Productivity

Tento sledovaný druh měření produktivity je univerzálním ukazatelem v případech operačního řízení, procesního řízení, řízení štíhlé výroby i řízení aktiv. Vyčísluje účinnost spotřeby i držení výrobních faktorů a je možné tento ukazatel efektivně využívat pro měření tvorby a vývoje tvorby ekonomické přidané hodnoty EVA (*Economic Value Added*).

$$\text{TFP} = \frac{\text{hodnota výstupu (tržby)}}{\text{ekonomické náklady spotřeby a vázání všech druhů vstupu}}. \quad (4)$$

1.4 Měření produktivity práce přímých výrobních pracovníků

Na konci 19. století začal Frederick W. Taylor zveřejňovat na základě vědeckého studování managementu své první výsledky díla, které formovalo časové a pohybové studie a stanovovalo společné standardy. Poté Frank Gilbreth přidal koncepci přerušované práce rozdělené do základních časových bloků a právě se počaly rozvíjet první myšlenky o eliminaci plýtvání a začaly vznikat první studie ohledně pracovních pohybů. V roce 1910 zprovoznil Henry Ford montážní linku a začal masově vyrábět standardizovaný automobil FORD Model T (Špičková, 2010, s. 233 - 234).

Takto se počaly vyvíjet první kroky ke zvyšování produktivity výrobních linek, protože montážní linka je místem, kde se vytváří hodnota, kde se nachází nejnákladnější místo z pohledu výrobních nákladů, intenzity práce a investic do provozu.

Analýza přidané hodnoty u operací a výrobních buněk

Při vykonávání práce v rámci výrobních operací je výše přidávané hodnoty závislá na intenzitě lidských pohybů, pomocí kterých je vykonávána požadovaná práce a v tomto případě lze lidské pohyby rozdělit do tří skupin (Mašín, 2003, s. 29):

- efektivní práce – všechny pohyby, při kterých přidáváme produktu hodnotu (např. přichycení šroubu do závitu matky),
- neefektivní práce – pohybem skutečně vykonaná práce, při které nevzniká přidaná hodnota produktu (např. přemístění výrobku do základacího přípravku),
- plýtvání – pohyby, při kterých nepřidáváme hodnotu produktu a nejsou nezbytně nutné pro výkon efektivní práce (např. zbytečná chůze pro materiál ke vzdálené bedně s díly).

Jedním z cílů činnosti efektivně fungujícího podniku je optimalizace práce, pracoviště i hodnotového toku tak, aby ve svých výrobních procesech dominovala jednoznačně efektivní práce. Neefektivní práci a plýtvání je třeba redukovat nebo eliminovat. Ke zjištění, jaký druh práce a v jakém poměru je ve skutečnosti zastoupen v podnikových procesech, nám slouží metody měření práce (*work measurement*) ve spojení s metodami štlhlé výroby spojenými s tzv. standardizovanou prací (*standard work*). Při použití

jmenovaných metod identifikujeme elementy práce a jejich časové ocenění, zjistíme kategorii daného druhu činnosti (práce/plýtvání) a čas pro vykonání dílčích elementů. Na základě zjištění těchto všech veličin jsme schopni určit poměr mezi činnostmi přidávajícími a nepřidávajícími hodnotu produktu. Průmyslové inženýrství v těchto případech používá tyto metody (Mašín, 2003, s. 29-30):

- přímé měření práce (časové studie),
- měření práce pomocí systémů předem určených časů,
- balancování pracovišť (buněk, linek).

Normy spotřeby času

Jak uvádí Tomek a Vávrová (2014, s. 139), „*Základním cílem normování práce je určit optimální spotřebu času na konkrétní pracovní operace, vykonávané na jednotlivých pracovištích za stanovených podmínek, tj. pro konkrétní typ zařízení, použité nástroje, přípravky a nářadí, stanovený technologický postup (operaci) a požadovanou kvalifikaci pracovníka*“. Z pohledu řízení výroby je třeba stanovit výkonové normy jakožto normy času, kterého je zapotřebí na provedení dané výrobní operace. Norma času je stanovena jednotkami normohodin (Nh) nebo normominutami (Nm). Pokud je známa norma času, pak je možné stanovit normu množství.

Vzhledem k široké škále možností pracovních podmínek, charakterů výkonů a nároků na práci, je potřebné a důležité použít pro stanovení správné normy více metod normování. Nejpoužívanější druhy metod (Tomek, Vávrová, 2014, s. 141 – 143):

- metody rozborově výpočtové,
- metody rozborově průzkumné,
- metoda rozborově porovnávací,
- metoda sumární,
- metoda statická,
- metoda odhadová.

Metody rozborově výpočtové jsou založeny na principu rozkladu celé operace na oddělené jednotlivé pracovní úkony a pohyby. K jednotlivým pracovním úkonům se přiřadí spotřeba času podle určených normativů času. Jednotlivé pohyby obvykle trvají velmi krátkou dobu a tím jsou obtížně měřitelné v běžně užívaných časových jednotkách, proto se pro měření používají speciální jednotky TMU (*Time Measurement Units*), která představuje 0,00001 hodiny, 0,0006 minuty a 0,036 sekundy (Tomek, Vávrová, 2014, s. 141).

Ve 40. letech minulého století vznikla metoda **MTM** (*Methode Time Measurement*), která na základě řady postupných modifikací jako **MTM1** a **MTM2** rozlišuje osm základních pohybů označených příslušnými symboly, které se opakují a slouží k přemísťování objektů a definují se v tzv. sumárních vzorcích jako např. sáhnout + uchopit + přemístit + umístit objekt. Jedná se o pohyby rukou, ramen, těla a dolních končetin, kde každý ze základních pohybů má definovanou časovou normu. Tímto procesem měřených pohybů složených do kompletu celé operace lze poměrně přesně stanovit normy času pro ruční a strojně – ruční operace. Použitím metody MTM vylučujeme zbytečné pohyby a definujeme normální výkon při běžné intenzitě a průměrné zručnosti pracovníka (Tomek, Vávrová, 2014, s. 141).

V 70. letech 20. století počaly začátky metody MOST (Maynard Operation Sequence Technique), která ruční práci rozkládá do základních pohybů, kterými je požadovaná práce prováděna. Metoda Most využívá předností metody MTM s tím, že seskupuje základní pohyby do předem definovaných sekvenčních modelu tzv. pevných řetězců. Díky tomuto principu má metoda MOST v porovnání s metodou MTM jednodušší strukturu, je rychlejší a v současnosti velmi rozšířená mezi průmyslovými inženýry zabývajícími se měřením produktivity práce po celém světě. Dle počtu vykonaných operací v časovém období jednoho týdne se používají různé úrovně metody MOST (Mašín, 2003, s. 34 – 35):

- basic-MOST – operace na střední úrovni – vykonání práce více než 150krát avšak méně než 1500krát za týden,
- maxi MOST – operace na nejvyšší úrovni – vykonání práce méně než 150krát za týden,
- mini-MOST – operace na nejnižší úrovni – vykonání práce více než 1500krát za týden.

Předností metody MOST je zajištění konstantních a velmi přesných časových náměrů, racionální postup práce a definování správné ergonomie pracoviště. (Šlaichová, 2013, s. 23).

Mimo výše dvou popsaných metod jsou průmyslovými inženýry využívány systémy (Šlaichová, 2013, s. 27-28):

- **UAS** (Universal Analysing System) – jednodušší sledování pohybů v tzv. sledech.
- **SMA** (Standards de Manutention Analytiques) – normování času pro manipulaci s materiálem, systém vychází ze základů metod MTM.
- **SMB** (Standards de Manutention de Base) – základem je MTM, avšak tento systém je 3krát rychlejší než systém UAS a 7krát rychlejší po stránce přímého rozboru než MTM při zachování dostatečné přesnosti.

Metody rozborově průzkumné jsou principem stejné jako metody rozborově výpočtové s tím rozdílem, že v případě rozborově průzkumných metod nepoužíváme normativy času, nýbrž časových studií v podobě snímku operace. Ten je možné provést technikou chronometráže v případě opakujících se složek ve sledovaných operacích. Pokud se jedná o operaci bez pravidelně se opakujících složek, použije se technika snímku průběhu práce. Snímek pracovního dne lze poříditi dvěma způsoby (Tomek, Vávrová, 2014, s. 143):

- plynulým pozorováním a měřením,
- technikou momentového pozorování.

Tento druh metody oproti výpočtové metodě bere v úvahu konkrétní podmínky u sledované operace.

Metoda rozborově porovnávací je používána, pokud ve sledovaném výrobním procesu nově nabíhá výroba produktů tvarově a technologicky shodnými se stávajícími výrobky. Pak je možné stanovit normu času porovnáním se stávajícími obdobnými časy výrobků odlišných velikostí, pro které byla již minulosti na základě např. rozborově výpočtovými metodami norma času stanovena.

Metoda sumární funguje na principu změření celkové spotřeby času kompletní operace bez jejího rozdělení na jednotlivé kroky – sekvence, které jsou separátně měřeny a analyzovány, jak tomu bývá u rozborově výpočtových metod.

Metoda statická vychází z průměrné spotřeby času na pracovní operaci, které dosahujeme v daném časovém období.

Metoda odhadová je metodou orientační založené pouze na zkušenostech normovače, který časovou normu stanoví na základě jeho stávajících zkušeností a znalostí sledované operace vycházejících z jeho dosavadní praxe.

1.5 Měření produktivity režijní práce

Dle Mašína (2012, s. 246) je režijní práce (indirect labour) „*1. práce, která nepřidává výrobku hodnotu (tj. nemění složení, stav nebo konstrukci výrobku), 2. práce, v rámci které je poskytován výrobě servis, ale jejíž náklady mohou být přesně přiřazeny jednotlivému výrobku nebo skupině různých oddělení, provozů a útvarů*“.

Výrobní procesy jsou v průmyslových závodech přímo řízené, kontrolované a podporované řadou obslužných a pomocných pracovních činností, které spadají do oblastí samotné výroby, údržby, logistiky, kvality.

Jedná se o režijní činnosti:

- **Seřizování** – zajištění změny nastavení strojů při změně výrobku, operativní diagnostiku a odstraňování poruch, technických problémů, provádění preventivní údržby.
- **Manipulace** s materiálem - příprava materiálu k výrobním linkám ze skladu, pravidelné doplňování materiálu výrobním buňkám, výměna materiálu při změně výrobku, sledování skladových zásob, skenování materiálu při jeho vstupu ke zpracování.
- **Údržba a opravy strojů** – zajišťování preventivní a prediktivní údržby strojního zařízení v rámci TPM (*Total Preventive Maintenance*), odstraňování závažnějších

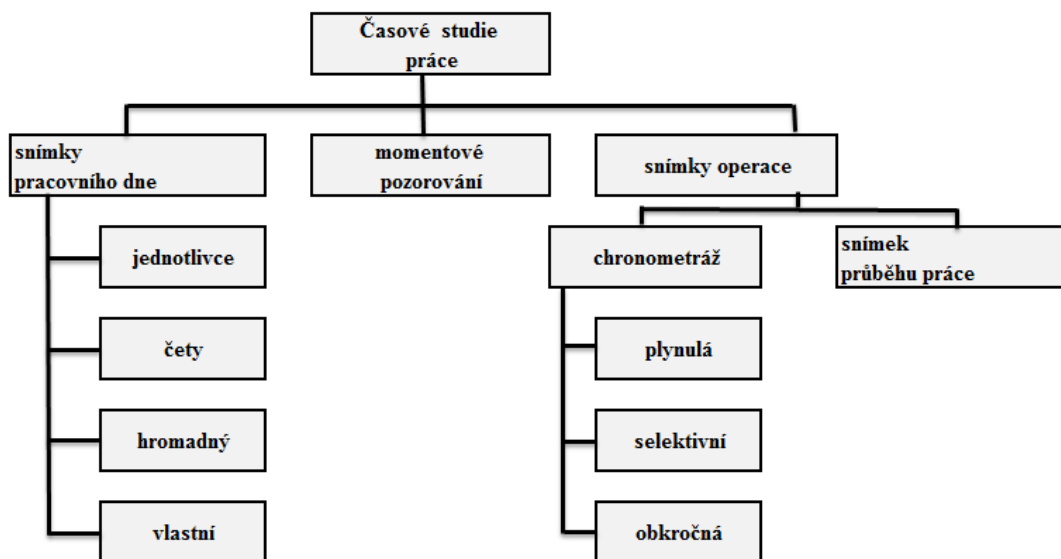
technických poruch výrobní linky, výměna poškozených a nefunkčních součástí strojního vybavení.

- **Kontrola kvality materiálu a kvality vyráběné produkce** – uvolnění výroby dle definovaných metodik při výrobě nebo výměně produktu, sledování rozměrů a parametrů výrobního materiálu a hotových výrobků dle zákaznických norem kvality, předpisů a nařízení, statistické sledování definovaných náměrů.

Oproti měření produktivity práce přímých výrobních pracovníků má sledování produktivity práce pomocných a obslužných pracovníků řadu úskalí. Přímí výrobní pracovníci pracují v daných předepsaných operacích, jejich činnost je stále se opakující sled úkonů, které jsou přesně změřené na základě časových studií jako např. MOST, MTM atd., mají určenou přesnou spotřebu času a tím pádem i stanovenou výkonovou normu.

V případě režijní práce se naopak jedná o složitý popis procesu obsluhy, protože pomocné a obslužné práce jsou vystavovány řadě neplánovaných a náhodných jevů, na které pracovníci musí operativně reagovat. To je důvod, proč je velmi těžké stanovit pro tyto pracovní činnosti normy. Avšak právě pomocné a obslužné práce mohou být zdrojem vysoké míry neefektivnosti, protože množství pracovníků pro tyto činnosti je většinou kalkulováno na základě odhadů nebo hrubých analýz. Většina průmyslových závodů působících v České republice si je vědoma problému se stanovením norem pro režijní práci. Je jim známa možná neefektivita v této oblasti, prozatím ale otálí s aktivitami vedoucími k normování této práce. Tím přichází o možnost zvýšit celkovou produktivitu práce. Díky stále rostoucímu tlaku na cenu výrobků, a tím pádem tlaku na redukcii vlastních nákladů, je však měření produktivity práce pomocných a obslužných činností dle průmyslových inženýrů jedním ze silných potenciálů pro úspory (Šlaichová, 2013, s. 8).

V následujících podkapitolách budou popsány metody měření a rozboru spotřeby času, ze kterých je možné následně stanovit normy režijní práce. Mezi tyto metody patří snímky pracovního dne jednotlivců, pracovních skupin, momentové pozorování a chronometrážní sledování (obrázek 1). Sledování a měření produktivity režijní práce je jedním z aspektů, který má přímý vliv na identifikaci a eliminaci činností, které nepřidávají hodnotu ve sledovaných hodnotových tocích.



Obrázek 1: Klasifikační schéma metod měření a rozboru spotřeby času
 Zdroj: Lhotský, 2005, s. 65

Snímky pracovního dne

Metoda snímku pracovního dne se zakládá na detailním a nepřerušném pozorování a měření spotřeby času pracujícího pracovníka během celé pracovní směny. Zaznamenané informace s cca minutovou přesností jsou dokumentované v pozorovacím listu, činnosti v časovém rozmezí do půl minuty se slučují. Tento záznam je z pohledu sledování zkoumaného pracovníka nejpřesnější, protože jsou zaznamenány veškeré vykonané činnosti sledovaného pracovníka během celé směny, avšak právě časová náročnost této metody může být naopak její nevýhodou. Výstupem této metody je podrobný popis vykonaných činností, jejich časová náročnost, čas nevyhnutelných a podmíněčně nutných přestávek i případné časové ztráty. Při analýze zjištěných informací lze stanovit, které ze sledovaných činností jsou efektivní, které naopak zbytečné a neefektivní. Dále lze nalézt prostoje založené na špatné organizaci práce, časy na přípravu a zakončení směny. Náměry efektivně vykonané práce pak lze použít pro konkrétní tvorbu normativů spotřeby času (Šlaichová, 2013, s. 13 - 14).

Snímek pracovního dne lze použít i pro měření spotřeby času pracovníků vykonávající činnost v rámci čety se společným příkazem, pro měření činnosti více pracovníků pracujících v samostatných pracovních úkolech. V případě vlastního snímku pracovního dne se měření spotřeby času provádí samotným pracovníkem (Šlaichová, 2013, s. 14 – 15).

Momentové pozorování

Metoda momentového pozorování vychází z klasické metody snímkování pracovního dne, rozdíl mezi metodami spočívá v délce sledování pracovní činnosti sledovaného pracovníka. V případě této metody se jedná o sledování pouze náhodně vybraných časových intervalů v celé směně a komplexní výstup je stanoven na základě teorie pravděpodobnosti a teorii náhodných výběrů. Ačkoli je k dosažení výstupu metody potřeba kratšího času sledování ze strany pozorovatele, výstup má stejnou vypovídající hodnotu jako klasický snímek pracovního dne (Šlaichová, 2013, s. 15).

Zonální a vícestranné pozorování

Předmětem pozorování je využití pracovníků na nestacionárních pracovištích. Jedná se zejména o pracovníky, kteří v průběhu svého pracovního výkonu přecházejí mezi různými pracovišti a na každém pracovišti vykonávají jinou práci, jiné pracovní operace. Pozorování se provádí opakovaně a u více pracovníků. Finální norma se stanoví na základě průměrných naměřených časů u všech sledovaných pracovníků na jednotlivých pracovištích (Šlaichová, 2013, s. 15 - 16).

Chronometráž

Chronometráž je využívána zejména pro popis dopředu zvolených a většinou nepravidelně se opakujících operací v případě pracovníků údržby a seřizovačů. Před provedením chronometrážního záznamu musí být sledovaný pracovník dopředu o záznamu informován a taktéž musí být dopředu o chystaném sledování seznámen i mistr výroby, který doplní ke stanovení normy času objektivní podklady. Pracovník pověřený stanovením normy času rozdělí sledovanou operaci na dílčí kroky nebo úkony a zanesse zjištěné informace do pracovního listu (Šlaichová, 2013, s. 16 - 17).

Chronometráž lze dle Šlaichové (2013, s. 17) rozdělit:

- plynulá chronometráž – zjištění skutečné spotřeby na dílčí úkony a celou operaci,
- výběrová chronometráž – zaznamenávání začátku a konce vybraných úkonů,

- snímková chronometráž – operace není možné předem stanovit, sledování času a účelu jeho použití.

V první kapitole práce byly blíže popsány způsoby měření a výpočtu všeobecné, celkové a parciální produktivity. Dále byly popsány metody měření produktivity práce přímých pracovníků a metody měření produktivity režijní práce. Následující druhá kapitola se zaměří na způsoby zvyšování produktivity podniků na základě aplikace moderních nástrojů tzv. Štíhlé výroby, které eliminují plýtvání a redukují neefektivitu.

2. ZVYŠOVÁNÍ PRODUKTIVITY PRÁCE

V následujících podkapitolách bude věnována pozornost pojmům štíhlé výroby, Toyota Production System a druhům plýtvání z pohledu jejich vlivu na zvyšování produktivity práce.

„Podniky, které chtějí přežít v podmínkách 21. století, se musí naučit řídit inovační proces stejně dobře, jako se naučily úspěšně řídit produktivitu ve výrobní oblasti ve 20. století,“ říká (Mašín, 2006, s. 169).

2.1 Štíhlá výroba

Dle Mašína (2012, s. 241) je štíhlá výroba *„metodologie komplexního zlepšování procesů, která zefektivňuje veškeré činnosti spojené s výrobou a eliminuje jejich plýtvání s cílem redukovat průběžnou dobu výroby, snížit rozpracovanost výroby i zásob, snížit náklady a zvýšit jakost pomocí technik a nástrojů průmyslového inženýrství“*.

Základy štíhlé výroby se začínaly budovat po druhé světové válce v Japonsku, kde Taiichi Óno a Šigeo Šingó vytvořili koncepcce „Just in Time“ (načasované dodávky materiálu), „Waste Reduction“ (minimalizace odpadu) a „Pull System“ (strategii tahu) pro firmu Toyota, která spolu s jinými technikami plynulého managementu výrobních toků vyústila ve výrobní systém Toyota (Toyota Production System - TPS). TPS se od té doby rozvíjí a zdokonaluje.

V roce 1990 James Womack shrnul tyto koncepcce tak, že vytvořil štíhlou výrobu. To bylo v době, kdy se japonské expertízy rozšířily na Západ a úspěchy TPS jako společnosti aplikujícími tyto principy a techniky se počaly stávat nezpochybnitelnými (Trilogiq, internetový zdroj).

Při zavedení štíhlé výroby jsou dle společnosti Trilogiq (odborníka na štíhlou výrobu) přínosem následující finanční, technické i komerční výhody.

Finanční výhody:

- Snížení oběžných prostředků (skladování materiálů a materiálů ve výrobě): snížení použitého kapitálu, zvýšení pokladní hotovosti, zlepšenou návratnost investic.
- Přispívá ke zvýšení produktivity a rentability: zlepšení celkového hospodářského výsledku díky snížení výrobních nákladů.

Technické výhody:

- nižší investice za stejnou úroveň výroby,
- zvýšení výroby při konstantních investicích,
- ekologická produkce, ucelenější provozovny,
- zlepšená kvalita.

Komerční výhody:

- vyrábí se ve fázi poptávky zákazníka,
- zkracují se dodací lhůty,
- nastává větší uspokojení zákazníků.

2.2 Pilíře základu TPS

TPS jako základní vzor štíhlé výroby vznikal důsledkem krize v roce 1950, kdy společnost Toyota byla ve finanční krizi kontrolována bankéři, její prezident Kiichiro Toyoda byl odvolán z vedení společnosti a v té době mělo pár liniových manažerů dojem, že je potřeba pro záchranu společnosti „rychle něco udělat“ a to (Mašín, 2012, s. 190):

- minimalizovat průběžný čas (potřeba okamžitě uvolnit hotovost),
- redukovat náklady z každého kroku v každém procesu,
- udělat to ihned (nebylo mnoho času).

Výše uvedené myšlenky byly od samého začátku prováděny na vědeckém a systematickém základu, jehož podstatou byly hlavní zdroje japonského managementu, kterými bylo

průmyslové inženýrství. Zejména na provozní činnosti jsou prováděné záznamy a analýzy výchozího stavu, problémy jsou vizualizované všem pracovníkům (*mieruka*), provádí se provozní testy a pokusy, důsledně se provádí měření výsledků a všechny poznatky jsou sdíleny s pracovníky provozu (*yokoten*) - (Mašín, 2013, s. 191). Na základu nových myšlenek vznikly dva nosné pilíře TPS:

- Just in Time (načasované dodávky materiálu,
- Jidoka (automatizace s lidskou inteligencí).

Just in Time

Jedná se o výrobní filozofii, dle které jsou výrobky vyráběny, transportovány a skladovány pouze v případě požadavku zákazníka. Znamená to tedy, že výrobky jsou produkovány v přesném množství a čase dodání podle požadavku zákazníka. Proto nedochází k zbytečně dlouhým výrobním sériím, naopak dochází k redukci objemu rozpracované výroby i zásob hotových výrobků, zkrácení průběžné doby a rychlejší odezvě na operativní požadavky ze strany zákazníků. Takovými kroky dochází k eliminaci plýtvání ve všech možných podobách (Mašín, 2012, s. 239).

Jidoka

Jidoka jakožto automatizace s lidskou tváří je funkce stroje, který sleduje výrobní proces, rozpozná kvalitní a nekvalitní výrobek a dle zadaných kritérií dokáže zastavit proces v případě, kdy skutečné množství nekvalitních výrobků ve sledovaném procesu přesáhne stanovený limit pro výši nekvality. Prvním náznakem systému Jidoky byl automaticky aktivovaný tkalcovský stroj postavený zakladatelem Toyota Motor Company Sakichi Toyodou v roce 1902, který se sám zastavil v případě přetržení nitě. Předtím musel být u každého tkalcovského stroje pracovník, který přetržení nitě neustále kontroloval a v případě skutečného přetržení nitě stroj musel ručně ihned zastavit, protože případná porucha znamenala několikahodinový výpadek (Bordás, internetový zdroj).

2.3 Plýtvání ve výrobních a nevýrobních procesech

Plýtvání (*muda*) definuje Mašín (2012, s. 186) jako „*vše, co nemění výrobek ve fyzikální či chemické podstatě nebo ho nepřibližuje zákazníkovi*“.

Právě plýtvání je jedním z faktorů, který má negativní vliv na výši produktivity. Plýtváním nemusí být jen zjevná neefektivní činnost, kdy není výrobku přidávána hodnota. V řadě případů se jedná o plýtvání, které je skryté v např. zbytečných pohybech operátora, zbytečném převážení materiálu, protože tyto činnosti mohou na první dojem působit jako činnosti užitečné a potřebné pro výrobu produktu. V tomto případě je možné skryté plýtvání redukovat či eliminovat zlepšením organizace práce nebo vylepšeným pracovním postupem. Dalšími příklady skrytého plýtvání mohou být výměna nástrojů, kontrola dílů, vybalování dílů, manipulace s díly, čekání na informace. V případě nevýrobního plýtvání můžeme mluvit např. o plýtvání lidskými zdroji, majetkem, procesem atd. Jednotlivé druhy plýtvání ve výrobních i nevýrobních procesech budou blíže popsány v následujících podkapitolách.

Identifikace plýtvání ve výrobních procesech:

TPS klasifikuje tyto druhy plýtvání (Mašín, 2012, s. 186 – 191):

- zbytečné pohyby,
- čekání,
- zbytečné manipulace,
- opravy,
- složité a nadstandardní pracovní postupy,
- vysoké zásoby,
- nadvýroba,
- nevyužívání schopností pracovníků.

Zbytečné pohyby můžeme nalézt na straně pracovníků i strojů v souvislosti s utvářením lidské práce a ergonomií. Špatná ergonomie na pracovišti představuje zbytečné pohyby,

nahýbání, otáčení operátora, snižuje jeho produktivitu práce, ohrožuje kvalitu a bezpečnost práce.

Čekání se projevuje např. v případě, kdy je pracovník nucen zastavit práci a čekat na opožděné dodání materiálu. K čekání dochází i tehdy, pokud pracovník pouze zakládá díly ke zpracování do stroje a během času opracování strojem pouze stojí a čeká na dokončení automatické operace. Čekání negativně ovlivňuje průběžnou dobu, která je velmi důležitým sledovaným parametrem v případě štlhlé výroby.

Zbytečná manipulace je příkladem plýtvání při zbytečné manipulaci např. s materiálem a dopravě, ke kterým dochází z důvodu špatného layoutu, špatně definovaných logistických toků, ale i např. přímo na pracovišti operátora, který je nucen přenášet díly a výrobky v prostoru svého pracoviště. Převážení materiálu ve výrobě je nutným krokem, avšak je třeba tento druh plýtvání omezit na nezbytné minimum.

Vady a opravy jsou spojené se vznikem neshodných dílů a výrobků, které vznikají v průběhu výrobního procesu. Tento druh plýtvání obsahuje náklady na opravu a přepracování (energie, materiál, lidská práce, čas). Jedná se o zdroj zvýšených interních nákladů. V tomto případě je třeba použít ve výrobních procesech nástroje pro plánování, řízení jakosti a nástroje pro předcházení chybám v podobě např. poka yoke.

Špatné nebo nestandardní postupy představují plýtvání v případě zbytečně přetechnizovaných technologií, které jsou zbytečně složité, náročné na obsluhu a údržbu a pro výrobu produktu by postačily technologie jednoduššího charakteru. Zároveň se může jednat o plýtvání v podobě nedodržování předepsaných pracovních a technologických postupů ze strany operátorů a obsluhy, kdy díky nestandardním postupům vznikají chyby a vady na výrobcích.

Zásoby ve zbytečně vysoké výši představují plýtvání spojené se správou a udržováním surovin, jednotlivých dílů i samotných hotových výrobků. Náklady spojené s udržováním zásob (plocha, režijní práce apod.) negativně ovlivňují produktivitu a zároveň i hodnotový tok.

Nadvýroba představuje řadu nákladových položek, které negativně ovlivňují dříve definovanou hodnotu ve formě poměru užítku k vloženým nákladům. (Mašín, 2012, s. 180) uvádí příklady nákladových položek:

- náklady na skladování,
- finanční prostředky na krytí úroků a úvěrů na zásoby,
- náklady na blokováné manipulační prostředky,
- náklady na vícepráce (např. čištění, likvidace),
- náklady na opravy,
- náklady na stroje nad rámec potřeb apod.

Nevyužívání znalostí se objevuje tam, kde se nepředávají zkušenosti a know-how mezi pracovníky uvnitř a mimo jednotlivá oddělení závodu, kde se dostatečně nevyužívají schopnosti jednotlivých pracovníků. Díky chybám v interní komunikaci, které mohou nabývat vertikální i horizontální směr, se brzdí tok myšlenek, zpomaluje se tvorba námětů na zlepšení a naopak se dostavuje pocit frustrace a demotivace ke snaze pracovníků dané věci a nedostatky zlepšit (Mašín, 2012, s. 186-191).

Identifikace plýtvání v nevýrobních procesech (Mašín, 2012, s. 186 – 191)

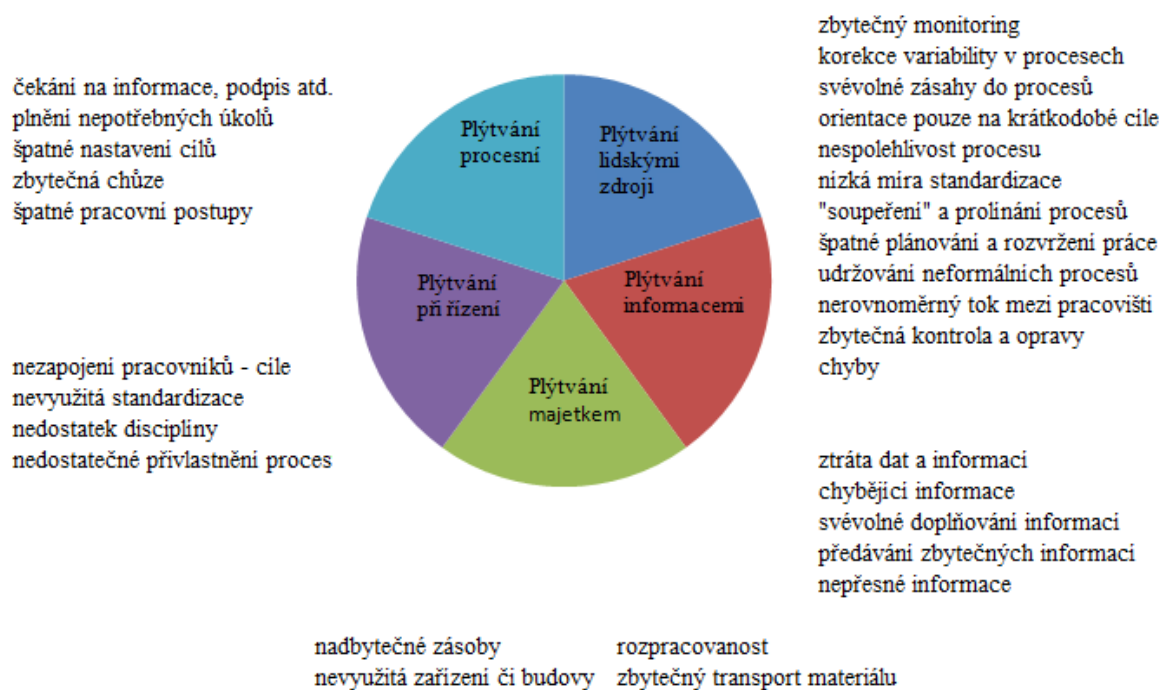
V nevýrobní oblasti shledáváme v současné době v mnoha společnostech deficit ve směru sledování produktivity práce, způsobený dle Mašína (2012, s. 191) tím, že *„většina aktivit spojených s plánováním a zlepšováním podnikových procesů je orientována na přímou jednicovou práci a výrobní procesy. Tento přístup byl determinován tím, že drtivá většina populace pracovala v minulém století „rukama“, ale i fakt, že v nevýrobní oblasti stojíme díky větší mlhavosti, komplexnosti i stochastické povaze zátěže spíše na začátku cesty k poznání“*.

Při identifikaci zdrojů plýtvání v nevýrobních procesech nám mohou na samém začátku pomoci poznatky tradičních forem plýtvání, které známe z výrobních procesů. Dalším krokem je odhalování specifických zdrojů plýtvání sledované nevýrobní oblasti dle následujících skupin (Mašín, 2012, s. 192 - 193) viz obrázek 2:

- tradiční formy plýtvání, jak je známe z výroby,

- specifické plýtvání spojené s přenosem informací,
- specifické plýtvání spojené s nevyužitím materiálních zdrojů,
- specifické plýtvání spojené s neefektivitou pracovních činností,
- specifické plýtvání spojené s vedením a řízením procesu.

FORMY PLÝTVÁNÍ V NEVÝROBNÍ OBLASTI



Obrázek 2: Formy plýtvání v nevýrobní oblasti
Zdroj: Mašín, 2012, s. 192

2.4 Principy štíhlé výroby

James P. Womac, profesor Massachusetts Institute of Technology, programátor štíhlých procesů a štíhlého myšlení, definuje štíhlou výrobu jako proces fungující na pěti principech (voscop, internetový zdroj):

Definice hodnoty z pohledu zákazníka – pouze to, za co je zákazník ochoten zaplatit, to je hodnota z pohledu zákazníka. Hodnotový management vypočítává hodnotu:

$$\text{hodnota} = \frac{\text{užitné vlastnosti produktu}}{\text{náklady}}. \quad (5)$$

Snahou výrobních závodů musí být snaha podporovat činnosti, které přidávají produktu hodnotu a naopak redukovat či eliminovat ty činnosti a procesy, které produktu hodnotu nepřidávají, protože v tomto případě dochází pouze k růstu nákladů a tím pádem poklesu produktivity (Mašín, 2012, s. 194)

Vymezení hodnotového toku – Mašín (2012, s. 195) definuje hodnotový tok jako „*souhrn všech aktivit v procesech, které vůbec umožňují vlastní transformaci materiálu na konkrétní zboží, jež má hodnotu pro zákazníka*“. Z pohledu výrobního podniku se jedná o aktivity přidávající i nepřidávající výrobku hodnotu. Cílem managementu hodnotového toku je mimo redukce aktivit nepřidávajících hodnotu výrobku také zkracování průběžné doby a snižování transformačních kroků (Mašín, 2012, s. 195 – 196).

Dosažení plynulého toku – k dosažení optimalizace výrobních procesů pomáhá průmyslovým inženýrům grafická metoda mapování hodnotového toku (*Value Stream Mapping*), která pomocí standardizovaných ikon mapuje souvislosti a vazby v materiálových a informačních tocích. Mapa tzv. současného hodnotového toku se následně analyzuje a hledají se v ní negativní stavy a vazby, které je nutné optimalizovat nebo integrovat. Po identifikaci slabých míst se vytváří nová tzv. budoucí mapa hodnotového toku. Ta vychází ze současné mapy, avšak je upravena o změny vedoucí k řetězci výrobních procesů a operací, které jsou propojeny se zákazníkem formou plynulého toku nebo tahovým systémem (Mašín, 2012, s. 195 – 205).

Aplikace tahového principu – tahový princip představuje vytvoření řetězce výrobních procesů a operací spojených se zákazníkem na základě principu tahového systému, který dle Mašína (2012, s. 204) funguje tak, že „*každý výrobní proces či operace dostává to, co momentálně potřebuje a dodává to, co je požadováno zákazníkem*“. Obecně řečeno se jedná o princip, kdy podnik nevyrábí dle svých odhadů prodeje (*Push system/ system tlaku*), ale vyrábí takové množství svých výrobků, které zákazník poptává (*Pull system/ systém tahu*). Tento princip přináší zlepšení základních parametrů hodnotových toků, jako např. (Mašín, 2012, s. 204):

- uspokojení zákaznických potřeb z pohledu plynulosti, kvantity a výrobního mixu,
- celková průběžná doba,
- stav zásob a obrátka zásob,
- rozpracovanost,
- velikost výrobních dávek,
- VA – index (VA – Value added).

Usilování o dosažení excellence – pokud jsou úspěšně implementovány všechny předešlé principy, neznamená to, že je dosaženo štíhlé výroby. Je třeba znovu a opakovaně procházet jednotlivé principy, hledat další možné zdroje plýtvání a ty eliminovat či redukovat. Tímto neustálým kontinuálním procesem zlepšování zvyšovat parametry hodnotových toků v reálném prostředí (gemba), kde probíhají reálné jevy, produkují se výrobky nebo se poskytují služby. Celý proces je tak řízen principy tzv. gemba managementu, který stojí jako dům na několika pevných základech (Mašín, 1999, s. 14 – 18).



Obrázek 3: Gemba dům
Zdroj: Mašín, 1999, s. 18

2.5 Vybrané metody štlhlé výroby

SMED

Metoda SMED (*Single Minute Exchange of Die*) stanovuje techniku pro redukci ztrátových časů při výměnách výrob pod deset minut na jednociferné číslo nebo času taktu. Technika je rozdělena do čtyř dílčích kroků:

- **Měření** – provede se změření a zaznamenání stávajících časů za účelem zjištění stávajícího stavu a získání vstupních dat, která bude možné porovnat s časy po zlepšení a tím bude možné vyčíslit výši úspory času při výměně nástrojů.
- **Rozdělení činností na interní/externí**
 - Externí operace jsou prováděné během provozu stroje (např. příprava výměnných dílů).
 - Interní operace nemohou být prováděné za provozu stroje.
- **Převod interních činností do externích** – jedním z prioritních kroků pro redukci ztrátových časů je nutné se snažit přesunout ty stávající interní operace, které je možné po úpravách převést mezi operace externí (např. kompletace všech součástí výměnného dílu před jeho vkládáním do zařízení).
- **Snížení času interních operací** – každou činnost zařazenou v této skupině je třeba důkladně analyzovat a hledat možnosti redukce času dané činnosti např. změna upnutí výměnného dílu (e-api.cz, internet. zdroj).

5S

Účelem metody 5S je vytvořit a udržet organizovaná, čistá, bezpečná a vysoce výkonná pracovní prostředí. Díky této metodě je možné rozlišit na první pohled normální a neobvyklé podmínky. 5S je základním článkem neustálého zlepšování, nulové chybovosti, snížení nákladů a bezpečného pracovního prostředí. Tato metoda za pomoci zájmu ze strany zaměstnanců podporuje systematický přístup ke zlepšení pracovního prostředí, procesů a produktů. Název 5S vznikl na základě pěti postupných kroků s japonskými

názvy začínajícím písmenem S, které je třeba na každé úrovni splnit, aby se mohlo přejít na další krok (George et al., 2005, s. 206):

SEIRI (třídění) – základní krok, ve kterém dochází k rozlišení potřebných a nepotřebných položek na sledovaném pracovišti, nepotřebné položky jsou odstraněny.

SEITON (setřídění) – položky definované v prvním kroku jako potřebné musí být uloženy na stanoveném místě za účelem snadného a okamžitého použití.

SEISO (lesk, čistota) – vybrané pracoviště musí být udržováno v čistotě a pořádku.

SEIKETSU (standardizace) – shrnutí předchozích tří kroků v podobě standardizovaných úklidů.

SHITSUKE (sebeovládání) – systematické a trvalé zvyknutí si a udržování zavedené procedury.

TPM (Total Preventive Maintenance)

Účelem TPM je snížení plánované a neplánované prostoje způsobenými technickými poruchami z typických 30% pod 5%. Metoda TPM se skládá ze čtyř dílčích fází založených na preventivní a prediktivní údržbě (George et al., 2005, s. 228):

- **Preventivní údržba** probíhá v pravidelných intervalech stanovených časovým obdobím např. 1krát za týden nebo stanovením spotřeby např. každých 10 000 ks.
- **Prediktivní údržba** je prováděna na základě jevů nebo diagnostických postupů, které vykazují symptomy poukazující na zhoršení stavu zařízení např. zvýšená teplota elektrického motoru.

1. Fáze - uvedení zařízení zpět do spolehlivého provozu

V této fázi dochází k vyčištění a odmaštění stroje, odstranění odpadů, výměně filtrů, maziv, řádnému ošetření pohyblivých částí a k odstranění nepotřebných nástrojů nebo součástí stroje. Dále se připraví tzv. TPM karty, které používají operátoři stroje při jeho

kontrole a čištění v případech, kdy zjištěná závada potřebuje k odstranění odstávku stroje nebo kvalifikovanější personál z údržby (George et al., 2005, s. 229 - 230).

2. Fáze – odstranění poruchy

Na základě zjištěných poruch a nedostatků v první fázi se ve druhé fázi odstraňují faktory přispívající k poruchovosti stroje. Je nutné zabezpečit a utáhnout všechny úchyty, spoje a šrouby na konstrukci a pohyblivých částech stroje, nahradit chybějící a opotřebované součástky a vyřešit všechny možné příčiny prosakování, vylití a stříkání. Finální částí druhé etapy je zlepšení přístupu k těm součástem stroje, které je třeba pravidelně čistit, mazat, upravovat a kontrolovat (George et al., 2005, s. 230 - 231).

3. Fáze – vytvoření databáze s informacemi o TPM

Ve třetí fázi se shrnou veškeré poznatky z prvních dvou fází do popsání procedur údržby v podobě preventivních a prediktivních předpisů. Ty popisují, co se má kontrolovat, jakým způsobem, jak často a kým. Předpisy preventivních kontrol se zaměřují na kontroly elektrických a mechanických součástí stroje, na rozvody a prvky pneumatických i hydraulických součástí strojního zařízení. Součástí vypracovaných předpisů je také dokument, do kterého se prováděné činnosti zaznamenávají (George et al., spol., 2005 s. 231).

4. Fáze – Odstranění defektu

V poslední fázi TPM se školí operátoři o předepsaných postupech preventivní a prediktivní údržby, zavádí se vizualizační nástroje v podobě piktogramů, označení přívodů energií jako plynu, stlačeného vzduchu, vakua, vody atd. Čistící a údržbové plány se harmonizují se systémem 5S, pokud je již 5S v provozu zavedeno. Provádí se pravidelné audity TPM, při kterých se kontroluje fungování TPM jako celku. (George et al., spol., 2005 s. 231 – 232).

TPM je nedílnou součástí štíhlé výroby zejména ve vysoce automatizovaných provozech, kde právě stroje a jejich činnost má velký vliv na produktivitu práce a kde právě stroje musí být po provozní a technické stránce ve výborném stavu. Výkonnost strojů je na

základě fungování TPM sledována pomocí metrik OEE, MTBF, MTTR (George et al., spol., 2005 s. 232):

- OEE – celková účinnost zařízení na základě využitelnosti, výkonnosti a kvality.
- MTBF – střední doba mezi poruchami.
- MTTR – střední doba do opravy.

Overall Equipment Efficiency (OEE) je index měření vyjadřující výkon strojního zařízení. Není to pouze výkaz počtu vyrobených produktů, ale také report skutečného času provozu zařízení a procenta produktů vyrobených v předepsané kvalitě. Ukazatel OEE může být považován jako indikátor „zdravotního stavu“ procesu stroje (Naderinenjad, 2011).

Právě index OEE je velmi důležitý pro správnou funkci TPM, protože ve sledovaných ztrátách efektivity stroje (neproduktivní čas) jsou sbírána data z pohledu technických výpadků. Z těchto údajů je možné získat velikost podílu ztrát technického rázu na výši OEE, vytvořit pareto poruch s největším vlivem na výši efektivity stroje. Následně dochází k identifikaci příčin vybraných poruch. Ne vždy platí, že ojedinělá technická porucha s dlouhou dobou k jejímu odstranění, je tím největším problémem. V řadě případů mají krátké technické výpadky v délce několika minut, avšak s vysokou četností, větší vliv na výši ztrátového času než ojedinělé poruchy v řádu hodin! Technické výpadky a jejich příčiny vzniku je nutné detailně analyzovat v rámci systému TPM. Výstupem analýzy je plán opatření k nápravě v podobě tzv. PDCA - cyklu (Plan - Do - Control - Check) (LJUNGBERG, 1998).

Poka Yoke

Předcházení chybám a zabezpečení proti chybám. Účelem metody je zabránění chybám před tím, než nastanou. Zabezpečení proti chybám znemožňuje výrobku s defektem postoupit do další výrobní operace v procesu. Zařízení, které zabrání postupu výrobku k dalšímu zpracování mohou být např. levné mechanické prvky, nebo software, který zabrání postupu vadného výrobku v procesu do doby, než nejsou do systému vloženy

informace, na jejichž základě dochází k uvolnění blokováného dílu (George et al, 2005, s. 232 – 233).

Systémy zabezpečení proti chybám:

- **Kontrolní/výstražný přístup** – při zjištění závady zařízení automaticky zastavuje proces, signalizuje neshodu operátorovi vizuální nebo zvukovou cestou,
- **Preventivní přístup** – využívá metody, které nedovolují vznik chyb, 100% odstranění chyb.

Six Sigma

Dle Mašina, je six sigma „*Strukturovaná metodologie zlepšování podnikových procesů, jejímž cílem je dosáhnout méně než 3,4 vady na jeden milion příležitostí. Je založena na systematickém studiu různých faktorů (nezávisle proměnných) na daný výstup z procesu (závisle proměnná) pomocí vhodných statistických i jiných metod a řízení těchto faktorů s cílem dosáhnout požadované způsobilosti procesu (C_p větší než 2)*“ (2012, s. 247).

Six sigma je také možné definovat jako manažerskou filozofii, která je založena na principech trvalého zlepšování v procesním řízení. Pro rozhodování jsou používána skutečně naměřená data. Metoda six sigma se skládá z pěti dílčích fází DMAIC (Co je six sigma?, internetový zdroj):

- Definovat - stanovení účelu a rozsahu projektu.
- Měřit – popsání a změření současného stavu, ověření, že metoda vyhovuje pro analýzu procesu.
- Analyzovat - nalezení příčiny problémů na základě naměřených dat.
- Zlepšit – ověření a realizace řešení problému.
- Řízení – změřit účinnost realizovaného řešení.

3. PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI CONTINENTAL

V následujících podkapitolách bude stručně představen celý koncern Continental, jednotlivé divize celé společnosti a následně obchodní jednotky, do kterých jsou jednotlivé závody celé společnosti začleněny. Po představení koncernu a jednotlivých divizí následuje krátký popis jičínského závodu s charakteristikou výrobního portfolia.



Obrázek 4: Logo společnosti

Zdroj: Interní zdroj

3.1 Historie společnosti Continental

Společnost Continental-Caoutchouc- und Gutta-Percha Compagnie byla založena 8. října roku 1871 v německém Hanoveru jako akciová společnost. Výroba v továrně ve Vahrenwalder ulici zahrnovala produkty z měkké pryže, pogumované látky a pevné pneumatiky pro kočáry a jízdní kola.

V roce 1898 začal hannoverský závod vyrábět automobilové pneumatiky a v roce 1904 začíná vyrábět první pneumatiky se vzorkem. V předválečné éře se stává významným výrobcem pneumatik pro osobní vozidla a zároveň začíná s produkcí pneumatik pro závodní automobily.

V padesátých letech začíná s výrobou bezdušových pneumatik. Vyvíjí a jako první firma na světě začíná vyrábět vzduchové odpružení podvozků pro nákladní automobily a autobusy. V roce 1960 masivně produkuje radiální pneumatiky a o rok později začíná s výrobou komponentů do automobilového průmyslu z tvářených plastů. Společnost staví nové závody v Německu a ve Francii. Na počátku 70. let začíná s výrobou brzdových hadic v závodě Korbach a startuje výrobu gumových pásů pro dopravníky. Společnost expanduje do světa a v 80. letech startuje Continental výrobu ložiskových součástí pro

tlumení vibrací a hluků na podvozcích lokomotiv. V roce 1993 společnost vstupuje do České republiky nákupem firmy Barum a na konci devadesátých let kupuje i společnost ITT, která v roce 1995 zakládá závod v Jičíně. V této době společnost Continental působí v 18-cti evropských zemích.

V 90. letech je založena centrála ve Frankfurtu nad Mohanem, všechny závody jsou zahrnuté do Automotive System divize a dochází k další expanzi mimo Evropu do Argentiny, Mexika, Jižní Afriky, Brazílie, Chile a Mexika. V roce 2008 Continental startuje výrobu v novém oboru, kterým je výroba lithiových baterií pro hybridní automobily v závodě Nüremberg.

V roce 2013 (stav k 31.12.2013) celá korporace Continental zaměstnávala téměř 178 tisíc zaměstnanců ve 49-ti zemích a dosáhla obratu téměř 33 miliardy €. Společnost Continental je v dopravním průmyslu významným světovým dodavatelem brzdových systémů, komponentů pro lokomotivy a podvozky, přístrojové techniky, zábavní a navigační elektroniky pro vozidla, pneumatik a technických elastomerů. Koncern Continental je rozdělen do dvou produktových skupin - AUTOMOTIVE GROUP a RUBBER GROUP a v rámci těchto skupin do pěti divizí dle vyráběného portfolia:

- Chassis & Safety – sekce Safety zahrnuje produkci prvků bezpečnostní výbavy osobních automobilů - řízení, brzd, asistentů řidiče, prvky pasivní bezpečnosti. Druhá sekce Chassis vyrábí komponenty podvozků pro užitková a nákladní vozidla.
- Powertrain reprezentuje inovativní a efektivní řešení systémů pro železniční lokomotivy.
- Interior slučuje všechny aktivity týkající se představení a managementu informací ve vozidle.
- Tires nabízí velmi kvalitní pneumatiky pro každé použití, od osobních vozidel skrz pneumatiky pro nákladní vozidla, autobusy až po pneumatiky pro speciální a závodní vozidla, motorky a jízdní kola.
- ContiTech – vyvíjí a vyrábí širokou škálu gumových komponentů a součástí především pro automobilový průmysl.

Vybraný závod Continental Automotive Jičín s.r.o. patří do divize Chassis & Safety. V následující podkapitole je představena divize v souhrnu základních informací.

3.2 Divize Chassis & Safety

Divize Chassis & Safety vyvíjí a produkuje komponenty a systémy v oblastech hydraulických a elektrických brzd, asistentů řidiče, pasivní bezpečnosti, senzory a dynamické podvozky. Vozidla, která jsou vybavena těmito systémy, pomáhají řidičům v složitých nebo kritických dopravních situacích. Divize Chassis & Safety vyvíjí a vyrábí inteligentní systémy pro automobilovou budoucnost, ve které bude život posádky vozidla více chráněn před zraněním, ke kterému dochází při autonehodách a dopravních kolizích. Popisovaná divize sdružuje produkci celého spektra aktivních a pasivních bezpečnostních systémů. Aktivní bezpečnostní systémy jako elektronické brzdění a systémy asistentů řidiče varující při hrozícím nebezpečím zasahují a pomáhají řidiči při řízení, brzdění a řízeném zastavení. Pasivní bezpečnostní systémy, jako jsou airbagy a systémy ochrany chodců před srážkou, poskytují tu nejlepší možnou ochranu v případech nehod. Portfolio produktů divize obsahuje také elektronické a hydraulické brzděné a stabilitu řídicí systémy, systémy asistentů řidiče, elektronické airbagy, elektronické systémy pro řízené brzdění a senzory.

Divize Chassis & Safety má 84 lokací ve dvaceti zemích s cca 36,5 tisíci zaměstnanci a generující prodeje ve výši téměř 7,3 miliardy € (stav k 31.12.2013). Skládá se ze čtyř obchodních jednotek:

- Dynamické podvozky.
- Hydraulické brzděné systémy.
- Pasivní bezpečnost & senzory.
- Pokročilé asistenční systémy řidiče.

3.3 Závod Jičín

Závod byl založen v roce 1995 v nově vytvořené průmyslové zóně za účelem výroby brzdových válců a posilovačů pro evropský trh (obrázek 5). Jednalo se vlastně o přesun technologie a montážních zařízení z Německa a Francie do České republiky z důvodu nižších výrobních nákladů a výbornému umístění nového závodu v srdci Střední Evropy. Výroba v novém závodě se rozběhla velmi dobře a rychle. Úspěšný nájezd výroby byl důvodem snahy o rozšíření produkce závodu, proto v letech 2000 – 2005 nastal prudký nárůst výroby sledovaného závodu. Rozšíření znamenalo nákup dalších nových montážních linek a přijetí nových zaměstnanců. Do roku 2010 byl hlavním vyráběným produktem brzdový posilovač s hydraulickým brzdovým válcem. V roce 2011 odstartovala výroba nového produktu a to elektrické vakuové pumpy. V prosinci 2014 se po třech letech technických příprav rozběhla výroba nového produktu v podobě elektrické parkovací brzdy. Tímto důležitým krokem se opět rozšířilo výrobní portfolio jičínského závodu. V současné době závod zaměstnává cca 1300 zaměstnanců. Své produkty vyrábí pro široké spektrum světoznámých koncernových producentů osobních automobilů. Mezi významné zákazníky patří například společnosti Volkswagen Group, Ford a Daimler. Do výrobního portfolia patří následující tři skupiny produktů.

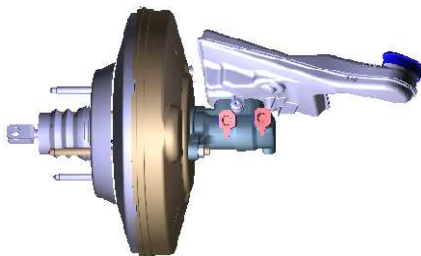


Obrázek 5: Závod Continental Automotive s.r.o Jičín
Zdroj: Interní zdroj

Brzdový posilovač

V závodě se vyrábí brzdové posilovače v různých produktových řadách a modifikacích dle potřeb zákazníků. Brzdový posilovač (obrázek 6) se skládá ze dvou hlavních částí. Samotného posilovače, který zesiluje cca 20x sílu, kterou vyvíjí řidič nohou na brzdový

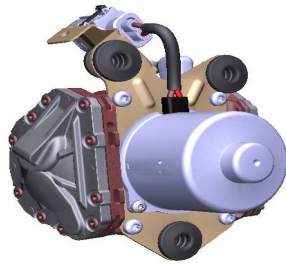
pedál. Takto zesílenou sílu přenáší na druhou část brzdového posilovače, kterou je dvojitých brzdový válec. Funkcí brzdového válce je stlačování brzdové kapaliny uvnitř válce v závislosti na vyvinuté síle řidiče na brzdový pedál. Stlačená brzdová kapalina je tlačena z vrtání brzdového válce TMC (Tandem Master Cylinder) přes brzdové vedení směrem k brzdovým třmenům, kde stlačená kapalina tlačí na brzdové pístky, ty se mechanicky tlačí na brzdové destičky, které svírají brzdové kotouče u kotoučových brzd nebo pakny a bubnových brzd. Tím dochází k brzdnému účinku. Tento již po řadu desetiletí fungující a zatím ve velkém rozsahu nepřekonaný systém brzd, je montován až na výjimky do naprosté většiny v současnosti vyráběných sériových osobních automobilů.



Obrázek 6: Brzdový posilovač
Zdroj: Interní zdroj

Elektrická vakuová pumpa

Elektrická vakuová pumpa (Electric Vacuum Pump – EVP) zobrazená na obrázku 7 je montována do automobilů s konvenčním spalovacím motorem v případech větších typů osobních aut, která potřebují zdroj vyššího vakua pro brzdové posilovače. Dále je produkt montován do automobilů s hybridním pohonem, kdy při vyřazení funkce spalovacího motoru a tím i zdroje vakua v podobě mechanické vakuové pumpy, je třeba mít záložní zdroj vakua pro funkci posilovače brzd za jízdy s elektrickým pohonem. Třetím typem automobilů, do kterých je montována jičínská vakuová pumpa jako jediný zdroj vakua pro funkci brzdového posilovače, jsou elektromobily.



Obrázek 7: Elektrická vakuová pumpa
Zdroj: Interní zdroj

Motorové servo elektrické parkovací brzdy

Motorové servo (Motor Gear Unit - MGU) pro elektrickou parkovací brzdu (Electric Parking Brake) se začalo sériově montovat v jičínském závodě koncem roku 2014. Jedná se o zařízení (obrázek 8), které nahrazuje klasickou ruční parkovací brzdu. Pokud je automobil vybaven tímto komponentem, řidič při použití parkovací brzdy netahá za brzdovou páku vedle sedadla řidiče, nýbrž stiskne tlačítko a to pošle elektrický signál k servům, která zabrzdí kola na zadní nápravě automobilu. Produkt byl montován v minulosti jako nadstandardní výbava do automobilů vyšších tříd, v současné době se začíná montovat do automobilů střední a nižší střední třídy. V brzké budoucnosti bude produkt běžně montován v rámci standardní výbavy do všech osobních vozidel a tím se předpokládá rychle rostoucí poptávka po MGU ze strany zákazníků potažmo producentů automobilů.



Obrázek 8: Motorové servo elektrické parkovací brzdy
Zdroj: Interní zdroj

4. PRODUKTIVITA PRÁCE V ZÁVODĚ CONTINENTAL

V rešeršní části diplomové práce byl popsán přímý vliv výše produktivity na ekonomický výsledek podniku. Čtvrtá kapitola bude pojednávat o konkrétním procesu výpočtu, plánování a sledování produktivity ve výrobním úseku sledovaného závodu, kterým je jičínský závod Continental Automotive s.r.o. Produktivita jakožto míra využití výrobních faktorů je jedním z klíčových ukazatelů jičínského závodu, které jsou pravidelně monitorovány a v předepsaných časových úsecích vyhodnocovány.

4.1 Koncept plánování produktivity práce ve výrobním úseku

Aby bylo možné produktivitu práce měřit a vyčíslit, je třeba definovat proces, kterým bude možné kvantifikovat hodnotu spotřebovaných vstupů pro výrobu odpovídajícího výrobního objemu na straně výstupu. V případě vybraného závodu je popisováno sledování produktivity práce výrobního a obslužného personálu na montážních linkách. Vstupem je skutečný odpracovaný čas všech pracovníků zúčastněných na výrobním procesu v podobě tzv. člověkohodin (suma počtu odpracovaných hodin). Výstupem bude počet vyrobených výrobků přepočtených na normohodiny, které udávají, v jakém čase a v jakém počtu pracovníků měl být vyrobený objem produktů realizován na základě kalkulací připravených oddělením přípravy výroby. Výsledná produktivita vychází z podílu plánovaného času a času skutečně stráveného na výrobě sledovaného množství výrobků. V následujících podkapitolách bude detailně popsán celý postup konkrétního výpočtu produktivity na základě již běžícího procesu vybraného závodu. Aby byl celý proces plánování, monitorování a vyhodnocení výše produktivity práce maximálně srozumitelný, bude popsán nejen samotný výpočet produktivity práce, ale i celá koncepce procesu plánování produktivity pro definovaná časová období. Mezi hlavní plány patří roční plán tzv. Budget (rozpočet), který je tím nejdůležitějším plánem v procesu plánování výroby s danou efektivitou. V rozpočtu se plánuje výše plánovaných výrobních objemů po jejich rozdělení na jednotlivá montážní zařízení a výrobní segmenty s definovanou produktivitou práce na měsíční bázi. K ročnímu rozpočtu se porovnává skutečný výsledek dosažené produktivity v hodnoceném období, tj. zda skutečný výsledek produktivity odpovídá plánované hodnotě nebo nikoli.

4.2 Plánování výrobních kapacit

Základním plánem pro stanovení produktivity práce je zmiňovaný rozpočet. Jedná se o dlouhodobý plán na roční bázi, který je sestaven v pololetí stávajícího roku na následující kalendářní rok. Vstupními daty pro plán jsou roční prodejní objemy s rozdělením po jednotlivých měsících od prodejního oddělení z centrály ve Frankfurtu nad Mohanem. Prodejní objemy jsou rozděleny na hotové sériové výrobky tzv. OEM (Original Equipment Manufacturer) – brzdové posilovače, brzdové válce, elektrické vakuové pumpy a motorová serva pro elektrickou parkovací brzdu. Dále se do plánu zanášejí taktéž náhradní díly v podobě tzv. OES (Original Equipment Supplier), které odebírají výrobci automobilů pro svá servisní střediska, tzv. After Market, to jsou náhradní díly zasílané přímo do servisní sítě jednotlivých výrobců automobilů. Roční prodeje jsou převedeny do výrobního plánu, kde je roční výrobní objem již přesně a plánovaně rozdělen do jednotlivých měsíců rozpočtovaného roku. Takto stanovené měsíční výrobní objemy jsou zaplánovány k jednotlivým výrobním zařízením – k montážním linkám. V tomto kroku se ověřuje, zda jsou stávající výrobní kapacity schopny pokrýt prodejní a potažmo výrobní plán v jednotlivých měsících při daném počtu pracovních dnů a dané efektivitě výrobních zařízení. Pokud jsou výrobní kapacity dílčích výrobních zařízení nižší než prodejní plán, začíná se s oddělením přípravy výroby připravovat plán na navýšení výrobní kapacity v podobě zvýšení výkonu montážních strojů, určení alternativní linky pro výrobu nebo nákup nového výrobního zařízení. V tomto případě je nutné upřesnit, že v dlouhodobém strategickém plánu výroby jsou již na několik let dopředu známé předpokládané prodejní objemy, které jsou se zákazníky sjednány, avšak ty se mohou v tom krátkodobějším horizontu mírně odlišovat. Proto jsou následně odchylky ve výrobních objemech detailně řešeny právě v ročním výrobním plánu. Pokud se jedná pouze o dílčí překročení výrobní kapacity v některých měsících kalendářního roku, do ročního plánu se zakomponuje tzv. předvýroba, tj. před kritickými měsíci se předvyrobí díly (výrobky na sklad). Daným krokem je zajištění dodávek zákazníkovi v požadovaném objemu výrobků právě v kritických měsících z pohledu nedostatečných kapacit.

Výrobní kapacity podniku jsou definovány těmito dílčími plány:

- Plán využití strojního zařízení s definovaným cílem efektivity montážních linek (OEE, směnnost).
- Plán potřeby výrobního a obslužného personálu pro výrobu s definovaným cílem produktivity práce.

V následujících podkapitolách budou blíže popsány pojmy efektivita strojního zařízení a produktivita práce. Na vzorových příkladech bude blíže představena metodika výpočtů potřebných k získání finálních výsledků efektivity strojů a produktivity práce.

4.2.1 Efektivita (využití) strojního zařízení

Strojním zařízením jsou myšleny montážní linky, které se skládají z několika jednotlivých montážních a testovacích stanic. Každá linka je řízena centrálním počítačem zajišťujícím komunikaci mezi jednotlivými počítači dílčích stanic a sekcí, jimiž je linka jako celek sestavena. Centrální počítač je tedy řídicím článkem linky jako celku. V tomto zařízení se taktéž shromažďují veškeré předepsané parametry k jednotlivým výrobkům a informace z průběhu výroby. Samotné stanice montážní linky lze rozdělit dle vykonávané činnosti na dvě skupiny. První skupinou jsou stanice, ve kterých operátor provádí manuální činnost. V těchto stanicích je velmi důležité, aby byl operátor zaškolený a zkušený, protože jeho pracovní tempo ovlivňuje rychlost cyklu stanice. Druhou skupinou jsou automatické stanice provádějící výrobní či kontrolní operace plně automaticky. V těchto stanicích je cyklus stabilní a operátor ho nemůže ovlivnit.

Efektivita strojního zařízení (montážní linky) je měřena pomocí ukazatele OEE (Overall Equipment Efficiency), tedy jako celková efektivita zařízení. Avšak v praxi jičínského závodu se výpočet jmenovaného ukazatele zakládá na řekněme derivaci všeobecně uznávaného a používaného výpočtu. V následující části práce bude popsán ukazatel OEE ve své klasické metodice výpočtu. V nejbližší době bude ve vybraném závodě upuštěno od monitorování a výpočtu OEE ve stávající podobě. Bude přistoupeno k výpočtu ukazatele ve standardní a všeobecně uznávané podobě právě proto, aby byly výsledky jičínského závodu porovnatelné s výsledky jiných závodů koncernu. Popis stávající metodiky výpočtu je popsán v kapitole 4.2.2.

Sledování OEE vzniklo na konci 80. let v Toyota Production System, který vytvořil v 60. letech Seiichi Nakajima ze společnosti Nippon Denso. Tento ukazatel je kvantitativním ukazatelem efektivnosti výrobních zařízení, který poskytuje měřitelné porovnání efektivnosti jednotlivých výrobních zařízení i celých výrobních podniků (mescentrum.cz, internetový zdroj).

Ukazatel efektivity (účinnosti) zařízení OEE se skládá ze tří dílčích ukazatelů Availability (vzorec 6), Performance (vzorec 7) a Quality (vzorec 8):

1. Availability (dostupnost) – poměr mezi výrobním časem a disponibilním časem.

$$\text{Availability} = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Loading Time}} \quad (6)$$

Operating Time – skutečná doba provozu zařízení

Loading Time – plánovaná doba provozu zařízení

2. Performance (výkon) – poměr mezi čistým výrobním časem a výrobním časem.

$$\text{Performance} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Potencial Output}} \quad (7)$$

Total Output – celkový počet vyrobených ks

Potencial Output – plánovaný počet vyrobených ks

3. Quality (kvalita) – poměr mezi užitečným výrobním časem a čistým výrobním časem.

$$\text{Quality} = \frac{\text{Good Output}}{\text{Total Output}} \quad (8)$$

Good Output – počet vyrobených kvalitních ks

Total Output – celkový počet vyrobených ks

Overall Equipment Efficiency

Finální výpočet efektivity stroje OEE (vzorec 9) je součinem všech tří dílčích sledovaných ukazatelů, kterými jsou Availability (dostupnost linky), Performance (výkon) a Quality (kvalita).

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality} \quad (9)$$

4.2.2 Metoda výpočtu OEE v jičínském závodě

Metodika výpočtu ukazatele OEE pracuje v jičínském pojetí se dvěma hodnotami. Délkou času, po který je zařízení v provozu a cyklem nejpomalejší stanice. Cyklus stanice je čas, během kterého je ve stanici montážní linky provedena montáž nebo kontrolní operace na jednom montovaném dílu. Čas se získá změřením doby, která uplyne od začátku sledované operace až do jejího konce. Měřený čas je obvykle v sériově výrobě o délce několika vteřin. Tento čas se převede na minuty a tím se získá standardizovaný údaj – čas cyklu označovaný tg (technologický čas). Postupný rozbor výpočtu OEE na níže uvedených příkladech bude dokazovat obsažení Availability (dostupnosti), Performance (výkon) a Quality (kvalita) ve stávající metodice výpočtu OEE, avšak v podobě dílčích ztrát z prostojů snižujících produktivní čas výroby uvedených v obrázku 10, strana 55.

Při výpočtu OEE se nejprve musí vypočítat plánovaný počet výrobků, který je schopné strojní zařízení vyprodukovat v definovaném období. V následujícím vzorovém příkladu bude počítáno s výrobní směnou v délce 8 hodin a času cyklu zařízení (tg) v délce 18 sec.

Analýza produktivního času

1. Výpočet maximálního výkonu stroje:

Délka směny je 8 hod = 8 x 60 min = 480 min.

Délka jednoho cyklu (tg) je 18 sec = 18 : 60 sec = 0,3 min.

$$\text{Plánovaný výkon} = \frac{\text{délka výrobní směny}}{\text{délka cyklu jednoho výrobku}} = \frac{480 \text{ min}}{0,3 \text{ min}} = 1600 \text{ ks.}$$

Tímto postupem je vypočítán plánovaný (maximální) výkon zařízení ve sledovaném čase.

2. Skutečný výkon stroje

Do skutečného výkonu zařízení se dosazuje počet skutečně vyrobených výrobků, které byly ve sledovaném čase vyprodukovány. Jedná se o celkový počet vyrobených výrobků po odečtení zmetků a dvojitých běhů. Zmetky (neshodné díly) jsou výrobky, které neprošly korektně celým výrobním procesem na montážní lince. Takové díly se šrotují nebo procházejí následným procesem přepracování v podobě dvojitého běhu. Dvojitým během se rozumí přepracování neshodného dílu, který je po přepracování opětovně poslán do linky k opakovanému zpracování – dochází ke ztrátě cyklu jednoho dílu.

Pro příklad dalšího výpočtu bude kalkulováno s počtem skutečně vyprodukovaných výrobků v délce směny o 480 min a časem cyklu montážní linky ve výši 0,3 min v celkovém počtu 1300 ks.

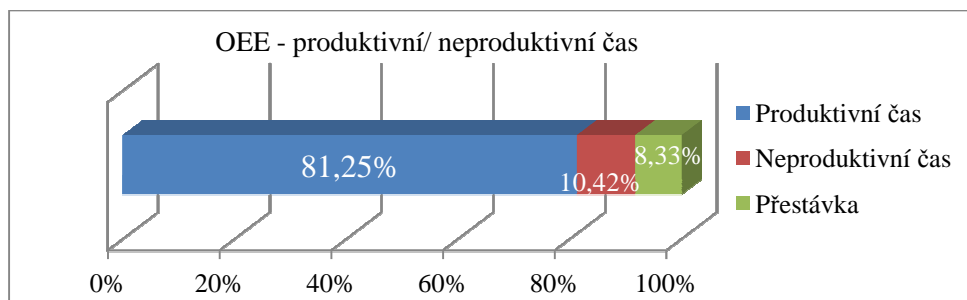
3. Výpočet efektivity stroje (OEE)

Vypočítané a zjištěné hodnoty se dosadí do vzorce:

$$OEE = \frac{\text{skutečný výkon zařízení}}{\text{plánovaný výkon zařízení}} = \frac{1300 \text{ ks}}{1600 \text{ ks}} = 81,25 \%$$

Při dosaženém výkonu 1300 ks je vypočteno OEE ve výši 81,25 %. Pokud celou výrobní směnu definujeme jako 100 % času pro výrobu, výsledek 81,25 % představuje tu dobu, během které bylo zařízení řádně využito. Zbýlých 18,75 % času představuje výrobní čas, během kterého bylo zařízení mimo řádný provoz. V této době je zahrnuta přestávka obsluhy linky v délce 40 min. Tento prostoj je dopředu plánovaný a podílí se ve výši 8,33 % na délce směny o 480 minutách. Po odečtení délky přestávky ve výši 8,33 % od celkové ztráty na OEE ve výši 18,75 %, zbývají prostoje ve výši 10,42 %. Jedná se o efektivně nevyužitou část výrobní směny představující ztrátu v podobě nevyužití kapacity strojního zařízení a nečinnosti výrobních operátorů. Prvořadým cílem každého výrobního podniku je tuto ztrátu maximálně redukovat, protože takový stav znamená pouze výrobní náklady na straně výrobního vstupu, aniž by na výstupu plynul nějaký přínos např.

v podobě hotových výrobků. Na obrázku 9 je graficky znázorněn produktivní a neproduktivní čas směny.



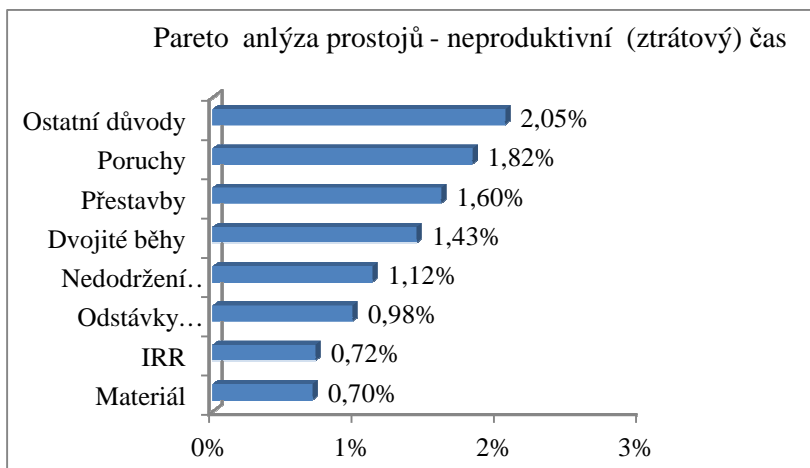
Obrázek 9: OEE - produktivní/neproduktivní čas
Zdroj: Vlastní zpracování

Analýza neproduktivního času

Pro účely redukce neproduktivního času je nutné znát jeho důvody. Jedná se vlastně o prostoje, při nichž je výrobní zařízení z nějakých důvodů mimo provoz. Proto je velmi důležité sbírat data o těchto prostojích a prostoje specifikovat. Ve sledovaném podniku má povinnost vedoucí linky, jakožto zodpovědný pracovník za chod výrobního zařízení a organizaci práce přidělených operátorů, vést dokumentaci o průběhu směny. Dokumentace se vede elektronickou cestou. Vedoucí linky v průběhu směny eviduje veškeré prostoje do tzv. Elektronické knihy mistrů. Do tohoto dokumentu uvádí mimo dalších údajů tato nejdůležitější data - číslo vyráběné zakázky (číslo produktu), počet vyrobených kusů, počet nekvalitních a kvalitních vyrobených dílů, v případě prostoje linky uvádí jeho důvod i délku a kroky vedoucí k odstranění prostoje. Na základě těchto evidovaných údajů je možné následně za určité sledované období (směna, den, týden, měsíc, rok) sestavit pareto prostojů, které byly příčinou neproduktivního času. Vzhledem k široké škále různých skutečných prostojů jsou definované určité skupiny výpadků, které obsahují a seskupují jednotlivé dílčí prostoje do celků dle shodného či podobného charakteru. Tím se získají data sloučená do základního a přehledu, který na první pohled zobrazuje výši podílu těchto skupin prostojů na celkovém neproduktivním čase sledovaného období (obrázek 10, strana 55). Pro následnou analýzu je pareto velmi důležité, protože jsou z něho patrné oblasti mající největší podíl na výši neproduktivního času. Pro účely podrobnější analýzy je však

nutné přesně definovat, jaké dílčí typy výpadků jsou k jednotlivým skupinám výpadků přiřazeny:

- **Ostatní důvody** – jedná se většinou o dopředu plánované prostoje v podobě např. zaškolování operátorů na montážní lince, různá školení BOZP (bezpečnost a ochrana zdraví pracovníků), školení kvality, plánované úklidy montážních linek (5S) a údržba linky v podobě nástroje TPM, nedostatek pracovníků pro montáž atd.
- **Poruchy** – prostoje v podobě neplánovaných technických poruch. Poruchy softwarové, elektrické, mechanické, pneumatické, hydraulické.
- **Přestavby** – při změně zakázky se mění typ vyráběného produktu. Produkty se mezi sebou liší ve skladbě materiálových součástí, rozměrů, funkčních parametrů. Při přestavbě se jednotlivé stanice montážní linky softwarově a mechanicky přenastavují z právě produkovaného na nový typ výrobku.
- **Dvojitě běhy** – ztráta cyklu montážní linky při opětovném zpracování nekvalitního dílu.
- **Nedodržení cyklu** – operátor v ruční nebo poloautomatické stanici není schopen při montáži držet předepsané tempo – důvody např. problémy při montáži, nový operátor ve stanici v zaškolovacím režimu.
- **Odstávky, vzorky** – plánovaný prostoje. Před sériovým nájezdem nového produktu je nutné linku přizpůsobit softwarově a mechanicky novému produktu ve spolupráci s oddělením přípravy výroby. Pro přípravu linky a testování montáže nového produktu se montážní linka plánovaně odstavuje ze sériové výroby a dává se prostor pro tyto činnosti. Vzorky – během života produktu dochází k jeho modifikacím a změnám na jednotlivých komponentech produktu, tyto změny jsou iniciovány stavbou vzorků s novými či upravovanými komponenty za účelem testování.
- **IRR (Internal Rate of Return)** – nekvalitní díly, které již nelze přepracovat – díly se šrotují.
- **Materiál** – problémy s nekvalitním materiálem, opožděné dodávky materiálu způsobující zastavení nebo zpomalení linky.



Obrázek 10: Pareto analýza prostojů
Zdroj: Vlastní zpracování

V kapitole 4.2.2 byl nastíněn rozdíl mezi výpočtem OEE ve všeobecně používané metodice a výpočtem používaným a výše popisovaným v jičínském závodě. Z popisu předešlých skupin prostojů je patrné, že i stávající interní výpočet ukazatele sledovaného závodu obsahuje plánované prostoje, které však v tomto případě snižují výši OEE a nejsou tedy kalkulovány v podobě Availability (dostupnost) linky, jako tomu je ve všeobecném výpočtu. Ukazatel Quality (kvalita) je v interním výpočtu zohledněn ve skupinách prostojů IRR a Dvojité běhy, avšak ne jako dílčí ukazatel všeobecné metodiky, ale jako součást řady dalších prostojů.

Plánování OEE pro skupinu strojů ve výrobním úseku

V praxi i odborné literatuře průmyslového inženýrství je možné se dočíst, že reálné dlouhodobé využití strojů v dobře fungujícím podniku je na úrovni mezi 70 až 85 %. V ročním rozpočtu sledovaného podniku je počítáno s průměrným OEE za celé výrobní oddělení ve výši okolo 80 %. Autor práce záměrně používá termín průměrné OEE, protože ve výrobním úseku je větší počet montážních linek. Každá z linek dosahuje reálně různé výše tohoto ukazatele právě z důvodu rozdílných podmínek díky plánovaným a neplánovaným přerušením, skladbě výrobního sortimentu atd. Výše plánovaného OEE v ročním plánu je jedním z nejdůležitějších faktorů, protože při nižší plánované hodnotě ukazatele dojde k neefektivnímu využití strojního zařízení, tím se zvýší náklady na výrobu produktu. Obdobná situace nastane i v případě stanovení příliš vysokého cíle jmenovaného

ukazatele, protože v případě nedosahování stanoveného vysokého cíle se musí přidat dodatečný a v ročním plánu nekalkulovaný výrobní čas za účelem výroby chybějící produkce. Taková skutečnost opět směřuje k dodatečným vícenákladům v podobě přesčasové práce při mimořádných směnách a také riziku směrem k zákazníkovi v neschopnosti pokrýt jeho požadavky v požadovaném čase a množství.

4.2.3 Metoda výpočtu potřeby výrobního personálu

Druhou výrobní kapacitou plánovanou v ročním rozpočtu je výrobní personál. V tomto případě musí být vypočítán počet pracovníků potřebných pro montáž k již naplánovanému času využití zařízení (OEE) v závislosti na výrobních objemech. Stejně jako u výpočtu OEE, bude i stanovení potřebných výrobních pracovníků kalkulováno na základě matematického výpočtu.

Výpočet plánovaného času výroby (normy)

V případě výpočtu potřebného výrobního personálu bude jedním ze základních parametrů opět čas cyklu. Druhou hodnotou bude tzv. TE minuta. Tato hodnota udává, kolik práce a času je nutné vynaložit na výrobu jednoho výrobku na montážní lince. TE minuty jakožto normovaný čas pro výrobu jednoho kusu výrobku stanovuje oddělení přípravy výroby na základě metod popisovaných v podkapitole 1.4 (např. MTM, MOST). TE minuta na výrobu jednoho kusu výrobku se vypočítá součinem času cyklu nejpomalejší stanice sledované montážní linky a počtem pracovníků (vzorec 10), který je potřebný k výrobě daného produktu:

$$TE = \text{čas cyklu} \times \text{počet pracovníků} \quad (10)$$

Příklad postupu výpočtu plánovaného času výroby:

Čas cyklu (tg): 18 sec = 18/60 = 0,3 min

Personální obsazení linky: 10 montážních pracovníků

Sledované období: měsíc o 23 pracovních dnech

Plánovaný objem: 85 000 ks

1. Výpočet TE minuty (normy času na jeden výrobek):

Prvním krokem je výpočet potřeby normovaného času na výrobu jednoho kusu výrobku.

$$TE = \text{čas cyklu} \times \text{počet lidí} = 0,3 \times 10 = 3 \text{ min.}$$

Výše potřeby lidské práce na jeden kus výrobku jsou 3 minuty.

2. Výpočet plánovaného času (normy času) pro výrobu 85 000 ks:

V druhém kroku se vypočítá potřeba celkového normovaného času na výrobu celého požadovaného množství výrobků.

$$\text{Plánovaný výrobní čas} = \text{počet výrobků} \times \text{čas cyklu} =$$

$$85\,000 \times 3 = 255\,000 \text{ min} = 4250 \text{ hodin.}$$

Pro výrobu 85 tisíc kusů výrobků je potřebný čas 4250 hodin.

3. Výpočet potřebné směnnosti na příkladu

Nejdříve výpočet směnného výkonu při tg 0,3 min a plánovaném OEE ve výši 82 %.

$$\text{Směnný výkon} = \frac{\text{délka směny}}{\text{čas cyklu}} = \frac{480 \text{ ks}}{0,3 \text{ min}} = 1600 \text{ ks} \times 82 \% = 1312 \text{ ks/směnu.}$$

Při plánovaném 82% OEE bude dosažen směnný výkon 1312 ks/směnu. V dalším kroku se vypočítá počet potřebných směn při plánovaném směnném výkonu 1312 ks/směnu a plánu vyrobit 85 000 ks výrobků.

$$\text{Potřebný počet směn} = \frac{\text{plánovaný objem výroby}}{\text{směnný výkon}} = \frac{85000 \text{ ks}}{1312 \text{ ks}} = 65 \text{ směn.}$$

Při plánovaném objemu 85 000 ks za měsíc a 82% OEE bude třeba instalovat 65 výrobních směn za účelem výroby požadovaného množství v plánované efektivitě montážní linky.

Posledním krokem je výpočet směnnosti pro výrobu potřebných 65 směn v měsíci s 23 pracovními dny.

$$\text{Denní směnnost} = \frac{\text{plánované směny}}{\text{počet pracovních dnů}} = \frac{65 \text{ směn}}{23 \text{ dnů}} = 2,82 \text{ směny/den}$$

Montážní linka bude vyrábět v měsíci s 23 pracovními dny ve třísměnném provozu, aby byl pokrytý požadavek instalovaných 65 směn.

Operativní (skutečný) čas výroby - příklad

Na základě výpočtu TE minut (časové normy) pro výrobu 85 000 ks výrobků je stanoven plánovaný čas pro výrobu ve výši 4250 hod. Po celou dobu výroby pracovalo 10 montážních pracovníků na montážní lince, kteří se podíleli na montáži vyráběných produktů. Linka po celou dobu výroby dosahovala OEE ve výši 82 %. Skutečný počet hodin všech pracovníků podílejících se na výrobě požadovaného množství výrobků se vypočítá:

Skutečný čas výroby = počet směn x počet pracovníků x délka směny

Skutečný čas výroby = 65 x 10 x 7,5 = 4875 hod.

Na výrobě 85 000 ks výrobků bylo spotřebováno celkem 4875 hodin.

Výpočet produktivity práce

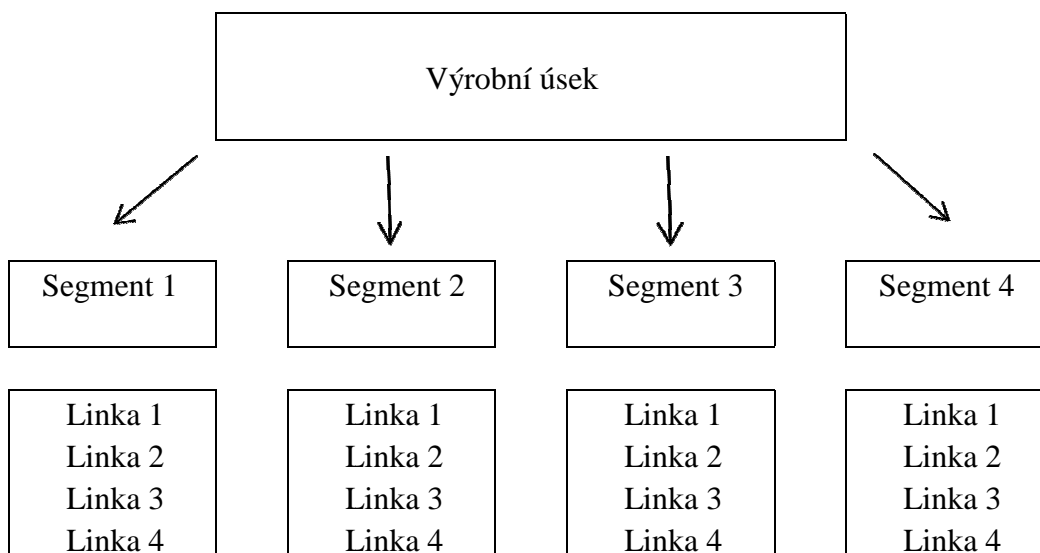
Vlastní výpočet produktivity práce je podílem plánovaného času (normy) a skutečného času potřebného k výrobě požadovaného množství výrobků:

$$\text{Produktivita práce} = \frac{\text{plánovaný čas výroby}}{\text{skutečný čas výroby}} = \frac{4250 \text{ hod}}{4875 \text{ hod}} = \mathbf{87,2 \%}$$

Dosažená produktivita práce při výrobě požadovaného množství výrobků v počtu nainstalovaných směn je ve výši 87,2 %.

4.3 Sestavení a funkce ročního výrobního plánu

V CT Jičín se vyrábí stovky různých variant vyráběných produktů - brzdové posilovače, hydraulické brzdové válce, elektrické vakuové pumpy a motorová serva pro elektrickou parkovací brzdu. Výrobní úsek je proto rozdělen do čtyř výrobních segmentů podle typu vyráběného produktu (obrázek 11). Dva výrobní úseky se nazývají Segment 1 a Segment 2. V těchto úsecích jsou vyráběny brzdové posilovače v různých technických modifikacích na řadě montážních linek. Třetím výrobním úsekem je Segment 3 pro montáž hydraulických brzdových válců. Poslední výrobní úsek Segment 4 byl vytvořen v loňském roce za účelem montáže elektrické vakuové pumpy a nového produktu, kterým jsou motorová serva pro elektrickou parkovací brzdu.



Obrázek 11: Rozdělení výrobního úseku na segmenty

Zdroj: Vlastní zpracování

Samotný roční plán zahrnuje detailní rozpad výroby na jednotlivé montážní linky. Následuje samostatný výpočet a plán OEE, produktivity a personálu pro výrobu samostatně pro každý výrobní segment. Následně jsou získaná data ze všech výrobních segmentů sumarizována do celkového výrobního plánu za celý výrobní úsek, který obsahuje celkový plán vytížení zařízení (OEE) a produktivitu práce. Ta stanovuje plán potřeby produktivně využitých pracovníků na montáž a obslužný personál pro servis

montážních linek na celý výrobní úsek. V následující části čtvrté kapitoly budou popsány jednotlivé kroky při sestavování celého ročního plánu.

Stanovení a výpočet základních výrobních parametrů

Při sestavování plánu pro celý výrobní úsek se kalkuluje se všemi vyráběnými produkty. To představuje stovky a stovky typů modifikovaných produktů vyráběných na montážních linkách s odlišnými časy cyklů a počty potřebných pracovníků. V zásadě je v tomto kroku plánování nutné vypočítat plánovaný čas pro výrobu každého výrobku dle plánovaných výrobních objemů (postup výpočtu plánovaného času byl popsán v podkapitole 4.2). Pokud je tímto způsobem vypočítána suma plánovaného času na výrobu požadovaného objemu jednotlivých typů produktů, pak je možné vypočítané sumy plánovaných časů dílčích produktů sečíst do jedné celkové sumy plánovaného času na výrobu celého výrobního objemu a pro celé výrobní portfolio produktů. V tabulce 1, strana 61 je zobrazen příklad výpočtu plánu TE minut na několika výrobních linkách s různými časy cyklů a rozdílnou potřebou počtu montážních pracovníků pro výrobu. Ve sloupci s názvem tg je možné nalézt časy cyklů vyráběných produktů, ve vedlejším sloupci TE je stanovená TE minuta pro vyrobení jednoho kusu výrobku, která vlastně zahrnuje součin času cyklu tg a počtu potřebných pracovníků. Průměrný počet pracovníků pro typy montované na dané lince je stanoven ve sloupci s názvem MP (montážní pracovník). Dále jsou v tabulce uvedené plánované výrobní objemy (sloupec s názvem objemy). Suma celkových TE minut (normovaného času) pro výrobu plánovaného objemu ke každé výrobní lince je uvedena ve sloupečku TE - linka .

Tabulka 1 na straně 61 obsahuje další důležité údaje mezi nimi je výše OEE. Plánované vytížení strojního zařízení je plánováno ve sloupci s názvem OEE – plán. Pro kontrolu, zda je reálné dosáhnout plánovanou výši ukazatele, je v tabulce ve sloupci s názvem OEE skutečnost uvedena skutečná výše ukazatele za poslední ukončené sledované období. Při plánování výše OEE je nezbytné se přesvědčit, že plánovaná výše efektivity strojního zařízení koreluje s doposud skutečně dosahovanou výší ukazatele a tím je plán pro sledované období reálný.

Dle plánovaného OEE se vypočítá počet potřebných výrobních směn pro plánované období na jednotlivé montážní linky. Při sestavování rozpočtu je sledovaným obdobím kalendářní rok s rozdělením plánu na jednotlivé měsíce. Poté se vypočítá směnnost, tedy směnný režim, který zahrnuje počet potřebných směn v měsíci. V tabulce 1 je na příkladu uvedená kalkulovaná směnnost ve sloupci s názvem směnnost.

Dosavadními výpočty je stanoveno plánované OEE, od toho odvozený směnný výkon v tabulce 1 (sloupec výkon). Je znám počet potřebných směn pro výrobu požadovaného objemu v definovaném OEE, z toho vyplývá potřebná směnnost. Průměrný počet potřebných pracovníků pro montáž v tabulce 1 (sloupec MP) je kalkulován na základě průměrné TE minuty. Pro další postup procesu plánování jsou kvantifikované všechny potřebné údaje. Pokud ve výpočtu směnnosti je vypočítaná směnnost např. 3,2 (tabulka 1, linka AB11), samotný třisměnný provoz nepokryje potřebnou výrobu a převis 0,2 směny musí být řešen mimořádnými směnami. Jedná se o přesčasovou práci v dodatečně instalovaných směnách během víkendu. Naopak, pokud směnnost vychází 2,7 směny viz příklad v tabulce 1 linka TD5, požadovaná výroba je pokrytá při menším počtu směn než instalovaný třisměnný provoz nabízí. V tomto případě dochází naopak k redukci počtu směn, kdy se v některých týdnech dle potřeby směny plánovaně odvolávají – výroba se pozastavuje a výrobní personál je přesouván na jinou montážní linku.

Tabulka 1: Plán směnnosti, OEE a počtu potřeby výrobních pracovníků

Linka	Objemy	TE - linka	tg	TE	Výkon	OEE-plán	OEE-skut.	Směny	Směnnost	MP
TD4	46 000	248 370	0,40	8,06	1000	84,0%	84,3%	41,5	2,0	14,3
TD5	53 000	305 000	0,52	11,42	700	65,7%	44,7%	57,4	2,7	19,0
TD6	97 000	410 000	0,30	7,27	1400	83,5%	83,2%	68,5	3,3	15,9
AB6	38 000	300 000	0,40	9,15	1000	85,7%	84,7%	37,5	1,8	17,4
AB10	60 000	400 000	0,35	8,70	1200	85,9%	85,8%	53,4	2,5	15,8
AB11	90 000	400 000	0,38	5,47	1300	80,1%	79,4%	67,1	3,2	16,5
Suma	384 000	2 063 370						325,5	15,5	265,1

Zdroj: Vlastní zpracování

Popisovaným procesem se vytvoří plán potřebného počtu výrobních pracovníků (montážní pracovník, balič) potřebných pro montáž plánovaného objemu na všechny výrobní linky. Výrobní personál se skládá z pracovních pozic:

Montážní pracovník (operátor) – provádí montáž dle předepsaných montážních předpisů v taktu a kvalitě v manuálních nebo poloautomatických stanicích montážní linky. Montážní pracovník je přímo podřízen vedoucímu linky.

Balič – typ montážního pracovníka se specializací na 100% vizuální kontrolu hotového výrobku na konci procesu montáže a následné zabalení výrobku do definovaného typu balící jednotky.

Při seskupení montážních linek do výrobního úseku vypočteme sumarizací TE minut všech montážních zařízení celkový počet operátorů, který je potřebný pro výrobu plánovaných výrobních objemů na všech výrobních linkách v rámci výrobního úseku viz tabulka 1 na straně 61- suma ve sloupci s názvem MP (montážní pracovník).

Stanovení plánovaného a operativního času výroby

V dalším procesu plánování produktivity se pracuje ve dvou rovinách. První rovinou jsou sumarizované TE minuty (suma normovaného času) viz TE – linka (tabulka 2, strana 63). V sumě TE minut pro plánovanou výrobu všech typů výrobků na montážní lince je zahrnutý průměrný počet potřebných pracovníků. Průměrný počet pracovníků se vypočítá podílem sumy TE minut a plánovaným počtem výrobků. Toto průměrné číslo nevychází většinou na celého pracovníka, ale vychází např. 14,3 pracovníka na instalovanou směnu. Důvodem tohoto výsledku je právě rozdílnost počtu potřebných pracovníků na výrobu různých typů výrobků. Avšak v praxi není možné pracovníky dělit na menší části, než jsou jednotky, proto při plánování skutečného obsazení montážních linek se musí počítat s celými pracovníky. Počet plánovaných (normovaných) pracovníků vycházejících z TE minut je nutné zaokrouhlit na celé číslo směrem nahoru (tabulka 2, sloupec počet MP plán). Pokud takto ošetříme počty plánovaných pracovníků v týmech pro všechny kalkulované montážní linky, počty vynásobíme plánovanou směnností, počtem pracovních dnů měsíce a délkou výrobní směny v minutách, získáme operativní (předpokládaný) čas výroby v minutách. Při finálním výpočtu produktivity budou hrát klíčovou roli právě tyto dva údaje (sloupec TE – linka) pro plánovaný čas a pro předpokládaný čas (sloupec TE – plán prac.).

Tabulka 2: Plán výrobního personálu

Linka	TE - linka	MP - tým	Počet MP plán	Směnnost	MP - suma	TE - plán prac.
TD4	248 370	14,3	15,0	2,0	29,7	280 276
TD5	305 000	19,0	19,0	2,7	51,9	490 451
TD6	410 000	15,9	16,0	3,3	52,2	493 135
AB6	300 000	17,4	18,0	1,8	32,2	304 122
AB10	400 000	15,8	16,0	2,5	40,7	384 793
AB11	400 000	16,5	17,0	3,2	54,3	513 427
Plánovaný počet MP	2 063 370		101,0		261,0	2 466 202

Zdroj: Vlastní zpracování

Plánování pracovní absence v plánu výrobního personálu

Nezbytným krokem v plánování počtu výrobního personálu je stanovení plánované absence. Dopředu je nutné plánovat počet nemocných pracovníků a počet pracovníků čerpajících dovolenou, které bude nutné ve výrobním procesu při jejich pracovní absenci nahradit. Je velice důležité kontrolovat ve sledovaném období, zda plánované stavy pracovníků s absencí jsou naplňovány nebo ne. Pokud je počet pracovníků v absenci vyšší než plánovaný, pak budou chybět fyzicky pracovníci pro montáž a bude se muset taková situace řešit např. přesčasy v práci přítomnými pracovníky. Pokud bude stav opačný, počet pracovníků v absenci bude nižší, pak budou pracovníci na pracovištích přebývat a nebudou se aktivně podílet na výrobě. V takovém případě hrozí neproduktivita a musí se daný případ řešit např. udělováním dodatečných dovolených. V tabulce 3 je uveden příklad plánu výrobního personálu s předpokladem absence.

Tabulka 3: Plán výrobního personálu s absencí

Personál	Plánovaný počet v %	Plánovaný počet MP
Základní vyr. personál		261,0
Plánovaná nemocnost	6,0%	15,7
Plánovaná dovolená	3,0%	7,8
Výrobní personál s absencí		284,5

Zdroj: Vlastní zpracování

Plánování obslužného personálu v plánu výroby

Mimo operátorů pro montáž je nutné plánovat i dvě obslužné pozice, kterými jsou vedoucí linky a mechanik - seřizovač.

Vedoucí linky je pracovník zodpovědný za výrobu na přidělené montážní lince v předepsaném množství a kvalitě. Vede svěřený tým operátorů při montáži výrobku. Vedoucí linky je přímým nadřízeným operátorů i seřizovače.

Mechanik - seřizovač je technickou podporou vedoucímu linky. Pomáhá mu při odstraňování technických závad během výroby a při tzv. přestavbách, kdy se provádí předepsaná výměna nástrojů a mechanických součástí linky pro nový vyráběný produkt. Na každou instalovanou směnu se fixně plánuje k týmu montážních pracovníků a baličů jeden vedoucí linky a jeden seřizovač. V tabulce 4 je uveden příklad přehledu plánu počtu vedoucích linek a seřizovačů dle plánované směnnosti.

Tabulka 4: Plán obslužného personálu

Linka	Plán na směnu		Počty dle směnnosti		
	Vedoucí linky	Seřizovač	Směnnost	Ved. linky	Seřizovač
TD4	1	1	2,0	2	2
TD5	1	1	2,7	3	3
TD6	1	1	3,3	3	3
AB6	1	1	1,8	2	2
AB10	1	1	2,5	3	3
AB11	1	1	3,2	3	3
Plánovaný počet MA	6	6		15,5	15,5

Zdroj: Vlastní zpracování

Plán celkového počtu pracovníků výrobního úseku

Plán celkového potřebného počtu pracovníků výrobního úseku zahrnuje finální počet pracovníků všech pracovních pozic, který je potřebný pro pokrytí výrobního plánu na montážních linkách daného výrobního úseku v definovaném časovém rámci. V plánu (tabulka 5, strana 65) jsou započítáni montážní pracovníci včetně baličů pro obsluhu montážních linek, vedoucí linek i seřizovači jako obslužný personál pro zajištění provozu linek a pracovníci v plánované absenci (dovolená, nemoc + ostatní).

Tabulka 5: Plán celkového počtu výrobního a obslužného personálu

Pracovní pozice	Počet
Počet výrobních pracovníků MP	261,0
Počet vedoucích linek	15,5
Počet seřizovačů	15,5
Plánovaná absence - nemoc	15,7
Plánovaná absence - dovolená	7,8
Celkový počet potřebného personálu	315,5

Zdroj: Vlastní zpracování

Finální stanovení produktivity výrobního úseku

Finální výpočet produktivity je proveden na základě vypočítaného plánovaného (normovaného) času a operativního (skutečného) času dle výpočtu produktivity práce na straně 58. V předchozích kapitolách byl detailně popsán výpočet plánovaného (normovaného) času a operativního (skutečného) času. V tabulce 6 je uveden příklad výpočtu produktivity. Vychází z dat používaných v předchozích tabulkách. Účelem je vysvětlení metodiky výpočtu dílčích podkladů pro výpočet finální produktivity. Výsledné číslo plánované produktivity stanovuje, kolik práce a času výrobního a obslužného personálu bude skutečně zapotřebí k výrobě požadovaného objemu výroby při využití faktoru práce v definované výši produktivity. Pokud bude docházet ve sledovaném období k navýšení spotřebovaného času (např. zvýšení neproduktivního času stroje) na produkci plánovaného množství výrobků, bude to znamenat navýšení hodnoty na straně vstupů bez zvýšení strany výstupů. Proto nastane snižování produktivity práce směrem dolů. Naopak bude-li plánovaný objem výroby realizován s menší spotřebou času ze strany výrobního a obslužného personálu (např. vyšší OEE), bude to znamenat ponížení vstupů ve výrobním procesu (např. zvýšení produktivního času stroje) při stejné výši výstupů. Dojde tedy ke zvýšení produktivity oproti plánu.

Tabulka 6: Výpočet produktivity práce

Výrobní čas	Čas v min
Plánovaný čas	2 063 370
Operativní čas	2 466 202
Plánovaná produktivita práce	83,67%

Zdroj: Vlastní zpracování

Finální podoba ročního plánu je po stanovení efektivně využitého výrobního a obslužného personálu hotová. Tato verze rozpočtu se prezentuje managementu závodu. Při jeho projednávání a následném schvalování se detailně zkoumají jednotlivé části plánu. Jedná se hlavně o plánované prodejní objemy na měsíční bázi, výrobní plán s rozdělením do jednotlivých měsíců, pokrytí prodejního plánu výrobní kapacitou, cíle využití strojního zařízení (OEE), počet potřebného fixního a variabilního výrobního personálu včetně plánu nemocnosti, dovolené a plánované přesčasové práce. V samotném závěru schvalovacího procesu se představí plánovaný cíl produktivity práce jakožto finální a klíčový ukazatel vyplývající z celého plánu. Při prezentaci návrhu ročního rozpočtu je diskutován jeho obsah, řeší se připomínky a případně korekce. Po připomínkování a případných korekcích je schválen ze strany vrcholového managementu. Taková verze rozpočtu se stává závazným plánem na období jednoho roku.

4.4 Význam krátkodobých výrobních plánů

Výrobní rozpočet popisovaný v předchozích podkapitolách je připravovaný na období jednoho kalendářního roku. Z pohledu výrobního plánování se jedná o tzv. dlouhé období, ve kterém je možné přizpůsobovat a plánovat k požadovaným výrobním objemům variabilní a fixní část vstupů. V případě výrobního plánu a produktivity práce je variabilní složkou hlavně výrobní a obslužný personál, fixní složkou vstupů je technické a technologické vybavení výrobního úseku, tedy montážní linky a jejich kapacity.

V následující části podkapitoly 4.4 bude popsána důležitá funkce krátkodobých plánů. Ty jsou trvale zakomponovány v koncepci plánování výroby s danou produktivitou práce ve sledovaném podniku. Jednou z nejvýznamnějších funkcí krátkodobých plánů je reakce na aktuální situaci trhu. Na základě odvolávek našich zákazníků vzniká ve výrobních objemech odchylka oproti původnímu rozpočtu a je nutné korigovat naplánované vstupy v podobě výrobního personálu a kapacit výrobního zařízení.

Čtvrtletní plán

Čtvrtletní plán se vytváří v průběhu již rozběhnutého ročního plánu na dané období. Jeho hlavním úkolem je prověřit, zda prodejní a z toho plynoucí výrobní objemy odpovídají

ročnímu plánu. V případě větší difference mezi ročním plánem a čtvrtletním plánem se musí ověřit zjištěné rozdíly a stanovit opatření k uzpůsobení výrobních procesů, stavu výrobního a obslužného personálu k aktuálním potřebám. Zejména v posledních letech po poslední celosvětové ekonomické recesi se stal tento čtvrtletní plán velmi důležitým. Situace na poli automobilového průmyslu je rozkolísaná a výrazně se projevuje rozdíl mezi ročním rozpočtem a čtvrtletním plánem. Proto je velmi důležité umět přizpůsobit výrobu momentálnímu stavu požadavků trhu. V závodě CT Jičín se na tomto plánu staví krátkodobá strategie. Operativně se pracuje zejména s variabilní částí výrobního personálu, který je udržován přesně na potřebách vyplývajících právě z tohoto plánu.

Příprava plánu je podobná sestavování ročního rozpočtu s tím rozdílem, že vychází z kratšího časového období. Jsou do něho vkládána vstupní data v podobě přímých a aktuálních odvolávek ze zákaznických databází. Při jeho předkládání vrcholovému managementu firmy se diskutuje zejména difference čtvrtletního prodejního a výrobního plánu oproti ročnímu plánu na základě momentálního vývoje automobilového trhu. S tím jsou spojená případná opatření ve směru redukce nebo navýšení výrobního personálu a stavu zásob hotových výrobků dle rostoucí nebo klesající poptávky po našich výrobcích ze strany výrobců automobilů, tedy našich zákazníků.

Měsíční forecast

Jak vyplývá z posloupnosti celkového plánování, jedná se o plán na velmi krátké období. V něm se velmi detailně na měsíc dopředu prověřují plánované prodejní a výrobní objemy a jejich odchylka od ročního a čtvrtletního plánu. Tento druh plánu je prvním, který se po ukončení daného měsíce oficiálně hodnotí. Za uplynulý měsíc se shromáždí data ke klíčovým ukazatelům, ta se vypočítají a jejich výsledky se porovnávají proti plánovaným hodnotám OEE a produktivity práce. Pokud nejsou splněny cílové ukazatele jmenovaných klíčových ukazatelů stanovené v ročním plánu, okamžitě se celá situace analyzuje a stanovují se opatření směřující k návratu výše sledovaných ukazatelů do tzv. „zelených“ čísel. Daný postup má za úkol podpořit plnění výše dvou jmenovaných ukazatelů na úroveň stanovenou ročním rozpočtem. Hlavním úkolem měsíčního plánu je tedy dílčí kontrola dosahování cílů klíčových ukazatelů plynoucích z ročního rozpočtu.

Týdenní plán a denní sledování jeho plnění

Stejně jako měsíční plán, jsou týdenní a denní plány určeny k tomu, aby byl proveden rozpad měsíčního plánu na kratší období s detailním rozplánováním až na denní bázi s jasným definováním každodenní činnosti výroby. Detailní plán je v takové podobě vnímán i jako kontrolní mechanismus. Pokud je měsíční plán rozčleněn až do denního plánování, pak je dosaženo jedinečné příležitosti s krátkým odstupem pravidelně kontrolovat stav daného měsíčního plánu k aktuální situaci a k aktuálním výsledkům dosahovaných při výrobě. Pokud v této fázi bude autor práce mluvit ze svých vlastních zkušeností, bude chtít vyvrátit tvrzení, že když se připraví dobrý plán, tak je tím vše vyřešeno a plán se splní. Dle jeho názoru jsou klíčem k úspěchu řádného plnění plánu dvě cesty. Jednou z cest je sestavit dobrý a reálný plán, druhou a ještě důležitější cestou je tento plán úspěšně realizovat. Úspěšně realizovaný plán znamená, mít ho v každém okamžiku pod kontrolu. Dílčími kontrolami si stále prověřovat řádné plnění plánu, nebo tím samým nástrojem odkrýt již od prvopočátku odchylky v plnění plánu. V tomto případě pak okamžitě analyzovat situaci a stanovit taková opatření, aby se k jeho naplňování opět navrátilo a do konce sledovaného období byl plán úspěšně splněn.

Pravidelná kontrola plnění výrobního plánu v případě závodu CT Jičín funguje na bázi denního reportu, který si zodpovědný vedoucí pracovník výrobního úseku stahuje z interního informačního systému. Do databáze informačního systému jsou ukládány vedoucími linek on-line informace z jednotlivých výrobních linek. Jedná se o počty vyrobených kusů po jednotlivých typech, počty pracovníků podílejících se na montáži produktů, délka výrobní směny, počtu pracovníků na nemoci nebo dovolené, ale i popis průběhu směny. V popisu průběhu směny jsou zaznamenány případné organizační nebo technické výpadky, které zpomalovaly výrobu na montážní lince. Získaná data umožňují zjistit při nedodržení plánu, kde jsou příčiny jeho neplnění a definovat opatření ke zlepšení. Data v podobě počtu vyrobených kusů jednotlivých typů zase generují vstupní data v podobě TE minut, TG minut a počtu pracovníků na směně. Systém z nich automaticky vypočítává OEE a produktivitu práce, tj. klíčové ukazatele pro zhodnocení, zda je nebo není aktuální kumulovaný výsledek výrobního plánu v cíli. Pokud naznačují denní výsledky v průběhu týdne, že aktuální stav výrobního plánu je v daný den ve skluzu oproti měsíčnímu plánu, začínají se plánovat v případě nutnosti mimořádné směny. Mimořádné

směny jsou víkendové přesčasy, kterými se snižuje aktuální ztráta oproti měsíčnímu plánu, avšak za cenu vícenákladů v podobě přesčasových hodin a příplatků pracovníků. Paralelně s organizováním mimořádných směn se však řeší příčiny odchylky výroby oproti plánu a stanovují se opatření k jejich odstranění, aby nebylo nutné plánovat další dodatečné mimořádné směny v následujících týdnech.

Ve čtvrté kapitole autor práce velice detailně popsal fungování procesu plánování objemů výroby a tomu odpovídající počet potřebného výrobního personálu s definovaným cílem OEE v případě strojního zařízení. Následně i cíl produktivity při sledování efektivity práce jednotlivých pracovníků podílejících se na výrobě. Plánování a sledování produktivity práce bylo popsáno s rozpadem od ročního až po měsíční a týdenní plán. Z tohoto popisu vyplývá, že se produktivita práce systematicky a metodicky počítá a plánuje s předem definovanými předpoklady. Byl zmíněn rozpad plánování a monitorování na čtvrtletí, měsíc i týden z důvodu rozkolísaného trhu. Potřeba rychlé reakce směrem k zákazníkovi v případě zvýšených prodejů se musí rychle odrazit ve zvýšení výrobních objemů oproti ročnímu plánu. Při poklesu poptávky po automobilech ze strany zákazníků je tomu naopak, musí dojít k redukci výrobních objemů sledovaného závodu.

Celý koncept plánování, sledování a vyhodnocení výroby a produktivity práce je velice propracovaný a odzkoušený v praxi jičínského závodu. Hlavní funkcí celého konceptu je řízená výroba aktuálně požadovaných objemů s definovanou produktivitou práce. Ta je přirozeně, díky vysokému stupni automatizace montáže jičínských výrobků, přímo závislá na efektivním využití strojního zařízení v podobě montážních linek.

Autor práce byl v letech 2008 - 2013 zodpovědný ve výrobním úseku za sestavování všech popisovaných plánů, sledování OEE a produktivity práce. Na základě získaných pětiletých poznatků, dovedností a zkušeností s celým konceptem plánování výroby a produktivity, zná důkladně celý systém a zná i jeho slabá místa. Vybraná slabá místa odkryje v následující kapitole, blíže je specifikuje a doporučí konkrétní opatření s cílem zvýšit produktivitu práce ve výrobním úseku sledovaného podniku.

5. ANALÝZA SLABÝCH MÍST A OPTIMALIZACE PROCESU ZA ÚČELEM ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY

V rešeršní části práce byla popsána řada nástrojů tzv. Štíhlé výroby. Tyto nástroje pomáhají dlouhodobě podnikům a firmám na cestě zvyšování jejich produktivity. Přirozeně jsou tyto nástroje již řadu let intenzivně používány i CT Jičín, kterému napomáhají zvyšovat produktivitu práce, redukovat plýtvání, efektivně využívat strojní zařízení a redukovat počty reklamací u svých zákazníků. Aplikované a využívané nástroje jako např. 5S, TPM, Jidkoka, SMED, Poka - Yoke, Six Sigma, Yokoten a Gemba napomáhají jičínskému záводу být velmi úspěšným v silném konkurenčním boji na automobilovém trhu. Pomáhají dokázat našim zákazníkům, že CT Jičín patří mezi závody tzv. Světové třídy, které se mimo jiné vyznačují produkcí technicky vyspělých produktů velmi vysoké kvality.

Autor práce se v této kapitole zaměří na možnost zvýšení produktivity práce díky drobným změnám právě v procesu plánování výroby. Využije svých individuálních znalostí získaných za dobu jeho několikaleté praxe. Zaměří se na potenciál v oblastech, které jsou dlouhodobě známé ve směru možnosti hledat v nich úspory, avšak doposud nebyl vytvořen nějaký koncept řešení.

Celý popsaný koncept plánování, sledování, měření a vyhodnocování produktivity práce je používán již několik let v jičínském závodě. Za dobu své existence proces byl a průběžně je upravován a vylepšován s cílem zvyšovat produktivitu práce ve výrobním úseku. Právě výrobní úsek čítající cca 1000 pracovníků v pracovních pozicích montážní dělník, balič, mechanik – seřizovač a vedoucí linky je největším útvarem celého podniku. Autor práce v následujících dvou podkapitolách popíše dvě vybraná a dle jeho názoru nejvíce slabá místa v procesu plánování produktivity práce a samotné organizaci a řízení pracovní síly ve směnách.

Prvním ze slabých míst je ne zcela efektivní plánování a využití pozice mechanik - seřizovač ve stávajícím fungování procesu výroby na montážních linkách. Druhou slabinou je zabezpečení potřebného výrobního personálu pro denní výkyvy potřeby pracovníků na výrobu v průběhu jednotlivých směn.

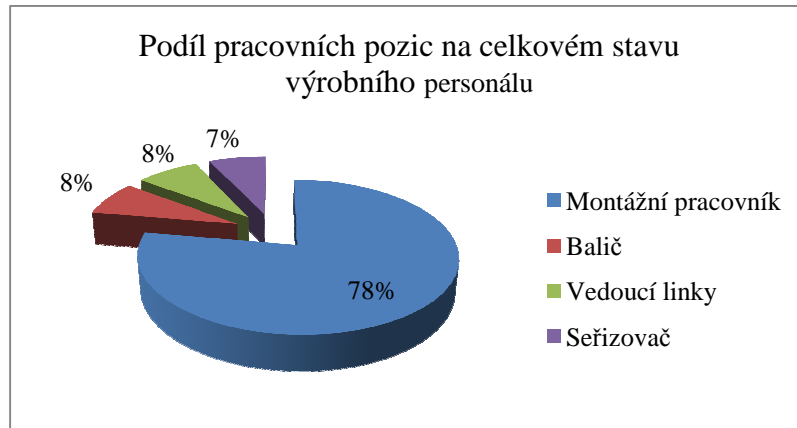
5.1 Plánování potřeby pozice mechanik – seřizovač

Metoda výpočtu potřebného stavu výrobního personálu pro každý vyráběný typ je postavena základě definovaných normovaných časů (TE). Pro každý typ výrobku je stanoven normovaný čas cyklu stroje a přiřazen potřebný počet montážních pracovníků. Takovým postupem je získána norma celkového času potřebného na výrobu jednoho kusu produktu. Potřebný počet pracovníků v pozicích montážní pracovník a balič se k plánovanému výrobnímu objemu počítá na základě normovaného času v podobě TE minut, tedy k celkovému objemu výroby celkovou sumou TE minut. Avšak pracovní pozice vedoucí linky a mechanik - seřizovač jsou plánovány jako fixní počet hlav ke každé instalované výrobní směně. Tedy na každou výrobní směnu jeden vedoucí linky a jeden seřizovač. Postup plánování těchto pozic byl detailně popsán v podkapitole 4.3. Obě pozice zastávají funkci technického a organizačního servisu přidělené montážní linky. Za účelem analýzy slabých stránek je popsána znovu pracovní náplň zmiňovaných profesí.

Vedoucí linky je pracovník zodpovědný za výrobu na přidělené montážní lince v předepsaném množství a kvalitě. Vede svěřený tým operátorů při montáži výrobku. Vedoucí linky je přímým nadřízeným operátorů i seřizovače.

Mechanik - seřizovač je technickou podporou vedoucímu linky. Pomáhá mu při odstraňování technických závad během výroby a při tzv. přestavbách, kdy se provádí předepsaná výměna nástrojů a mechanických součástí linky pro nový vyráběný produkt. Po přestavbě čistí, kontroluje a ukládá výměnné díly do určených odkládacích a skladovacích ploch. Seřizovač je zodpovědný za vykonávání předepsaných kontrol v rámci preventivní údržby, podílí se na řešení plánovaného odstraňování nalezených neshod v systému TPM.

Na obrázku 12 (strana 72) je graficky znázorněn podíl jednotlivých pracovních pozic ve výrobním úseku na celkovém počtu výrobního personálu.



Obrázek 12: Podíl pracovních pozic na stavu výrobního personálu
Zdroj: Vlastní zpracování

Z grafu je patrný podíl ve výši 78 %, který zaujímá pracovní pozice montážního pracovníka. Podíl ve výši 8 % patří pozici baliče. Obě pozice se podílejí na montáži výrobku a tím tedy přidávají výrobku hodnotu. Obě pracovní pozice s celkovým podílem ve výši 86 % výrobního personálu se plánují při sestavování výrobního plánu s definovanou výší produktivity práce na základě normovaného času v podobě TE - minut. Takto plánovaný personál je jednoznačně potřebný pro výrobu, jeho počet je přesný a efektivně vynaložený. Pokud se zaměříme na zbylé pozice vedoucí linky a mechanik - seřizovač, v tomto případě se každá pozice podílí na celkovém stavu výrobního personálu ve výši 8 %, v součtu tedy 16 %. Jak bylo již popsáno v předchozích kapitolách, obě pozice jsou plánovány pevně k instalovaným směnám v počtu jeden vedoucí linky a jeden mechanik - seřizovač ke každé instalované (plánované) směně. Oproti pozici montážního pracovníka v současném procesu plánování efektivitu využití vedoucích linek a seřizovačů neměříme. Jediným kritériem pro zaplánování vedoucího linky a seřizovače je instalovaná směna bez ohledu na druh montážní linky, typ vyráběného produktu nebo jiná předem definovaná kritéria.

Na instalované směně musí být vždy přítomen vedoucí linky, který za celou výrobu během směny přímo zodpovídá, který řeší operativní záležitosti, je ve spojení s odděleními kvality, logistiky, přípravy výroby, údržby ve věci bezproblémového chodu jemu svěřené linky. Dle autora práce je třeba se zaměřit na skutečnost, zda je nutná přítomnost mechanika - seřizovače během celé výrobní směny po boku vedoucího linky na každé

výrobní lince. Autor práce navrhuje situaci dopředu zmapovat na každé výrobní lince a definovat určité činitele, na základě kterých by bylo plánování seřizovače objektivně kalkulováno a tím byl pracovník v této pozici v průběhu výrobních směn efektivněji využitý.

Prvním a hlavním měřítkem využití seřizovačů jsou ukazatelé počtu přestaveb nebo délky výrobní dávky. Ukazatel počtu přestaveb vyčísluje, kolikrát za směnu se na sledované lince provádí přestavba. Výpočet délky výrobní série se zakládá na podílu celkového vyrobeného množství výrobků a počtu realizovaných přestaveb. Počet přestaveb např. za směnu se vypočítá podílem celkového počtu přestaveb za sledované období děleným počtem instalovaných směn. Z pohledu přestaveb je důležitým ukazatelem průměrná délka přestavby. Délka přestavby je časové rozmezí, během kterého je prováděna přestavba linky za účasti vedoucího linky a seřizovače. Délka přestavby je sledována ve dvou pohledech:

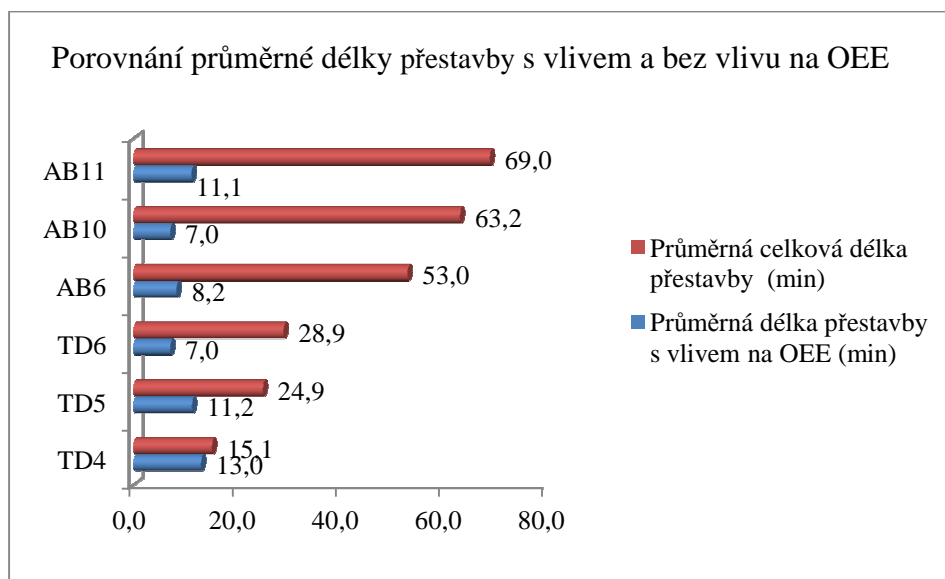
- Skutečná délka přestavby.
- Délka přestavby s vlivem na OEE.

Skutečná délka přestavby je celkový čas, po který je přestavba linky prováděna. V tomto případě začíná přestavba navolením odpovídajícího čísla nového typu produktu v centrálním počítači a následně mechanickou přestavbou výměnných dílů od první stanice montážní linky. Přestavba končí v momentu, kdy je dokončena mechanická přestavba v poslední stanici montážní linky, dochází k rozjezdu celé linky jako celku a výrobě prvních hotových dílů nového produktu. Pro další analýzu potřeby seřizovače bude právě údaj skutečné délky přestavby jedním z klíčových ukazatelů.

Délka přestavby s vlivem na OEE je čas, jehož základnou je skutečný čas přestavby popsany v předchozím odstavci. Od takto naměřeného času se však odečte doba, po kterou linka ještě produkovala kusy předešlého produktu. Přestavby na montážních linkách mají tzv. kontinuální charakter. Při přestavbě linky, konkrétně tedy při přestavbě prvních stanic linky dochází k tomu, že zbytek linky a zbylé montážní stanice ještě montují a testují najeté výrobky předchozí výrobní série. Proto konec linky ještě produkuje hotové kusy výrobků. To je důvodem skutečnosti, kdy se linka od prvních stanic přestavuje a tím běží skutečný čas přestavby. Ale linka jako celek ještě není zastavená a produkuje na svém

konci výrobky. Souběžně běží dva procesy přestavby, nájezd nové série a výroba (výjezd) staré výrobní série. Jakmile je vyprodukován poslední kus výrobků staré série, dochází teprve k zastavení linky jako celku. Výhodou principu kontinuální přestavby je redukce délky přestavby a možnost na lince jako celku v jednom okamžiku přestavovat a zároveň ještě vyrábět.

Z pohledu efektivity výroby je důležitějším ukazatelem délka přestavby s vlivem na OEE, protože tento ukazatel vykazuje dobu, po kterou nebyla linka jako celek právě z důvodu přestavby v provozu – jedná se o neproduktivní čas. Jak bylo již řečeno, pro účely další analýzy bude počítáno s časem skutečné délky přestavby. Čím je čas skutečné přestavby delší, tím stráví seřizovač a vedoucí linky více času aktivní prací na činnostech potřebných k vykonávání přestavby montážní linky. Na obrázku 13 je znázorněn poměr mezi skutečnou délkou přestavby a délkou přestavby s vlivem na OEE v případě jednotlivých montážních linek vybraného výrobního segmentu. V současné době je pravidelně a detailně sledován hlavně ukazatel vlivu přestavby na OEE, protože po tuto dobu je linka skutečně v neproduktivním stavu. Ukazatel má přímý vliv na míru celkového využití strojního zařízení, v tomto případě montážní linky.



Obrázek 13: Porovnání času přestavby s vlivem a bez vlivu na OEE

Zdroj: Vlastní zpracování

5.1.1 Montážní linka - status náběhu nebo série

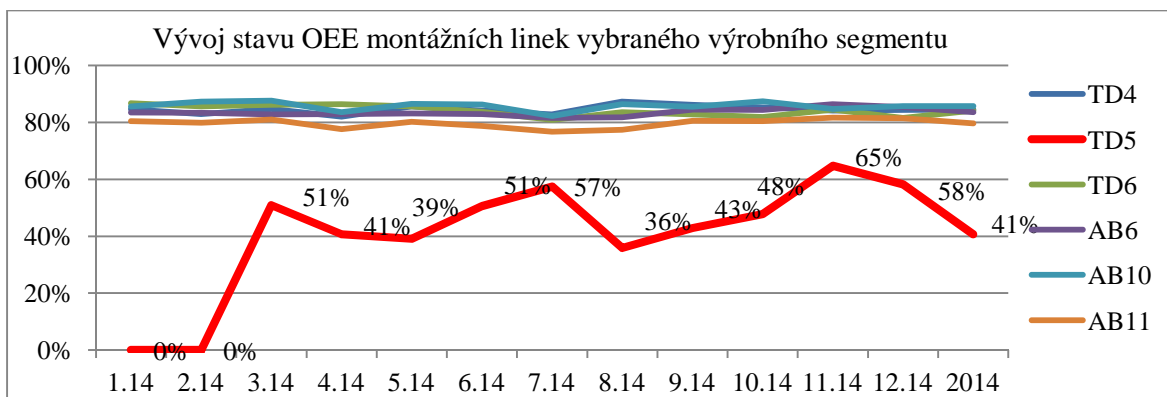
Dalším důležitým kritériem pro plánování mechanika - seřizovače je režim provozu montážní linky. Při režimu provozu v případě nové montážní linky, linky po rekonstrukci nebo linky s novým typem výrobku, je nezbytné plánovat obsazení vedoucím linky a seřizovačem. Důvodem obsazení obou pracovníků je odladování linky, jednotlivých automatických stanic při rozjezdu výroby. Oba musí řešit technické a konstrukční nedostatky s oddělením přípravy výroby, které se začnou ve větší míře projevovat až s náběhem prvních větších výrobních sérií. V takovém případě je plánování seřizovače na konkrétní linku nezbytné právě z důvodu vyšších nároků na nezbytné činnosti obslužného personálu.

V příkladu montážních linek (obrázek 14, strana 76) je uvedena linka TD5. Linka je nově postavená a instalovaná do výrobního segmentu. Navíc se na lince začíná vyrábět zcela nový typ produktu. Výsledkem je nízká výše dosahovaného OEE právě z důvodu řešení problémů a obtíží s nájездem nového produktu na zcela nové montážní lince. Právě taková situace vyžaduje velké pracovní úsilí ze strany obslužného personálu a v dané situaci je nutná přítomnost vedoucího linky i seřizovače.

5.1.2 Výše OEE jako ukazatele „zdravotního“ stavu linek

Ukazatel efektivity strojního zařízení je dalším důležitým kritériem pro plánování potřeby seřizovače. Montážní linky s ukazatelem OEE ve výši nad 80 % jsou po technické stránce odladěné, vyráběné produkty zaběhlé. Takový stav je v dlouhodobém pohledu důkazem zdravé výkonnosti. Montážní linky s vysokým OEE dosahují vysokého produktivního času, minimální poruchovosti z technického pohledu, minimálního IRR i dvojitých běhů z pohledu kvality. Linky nepotřebují po celou výrobní směnu intenzivní potřebu úkonů ze strany obslužného personálu. Ve vybraném výrobním segmentu je instalováno šest linek. Měsíční vývoj dosahovaného OEE v roce 2014 je zobrazen na obrázku 14 (strana 76). Montážní zařízení TD4, TD6, AB6, AB10 a AB11 odpovídají statusu linek v sériové výrobě s vysokou a stabilní výkonností dosahující minimálně 80% efektivity. Montážní zařízení TD5 je v náběhu po výstavbě linky, začíná s výrobou nového typu produktu.

Takový stav vyžaduje v tomto konkrétním případě plánování obslužného personálu v plném stavu, tedy vedoucí linky a seřizovač na každé plánované výrobní směně.



Obrázek 14: Vývoj OEE na sledovaných linkách v roce 2014

Zdroj: Vlastní zpracování

5.1.3 Činnosti mechanika – seřizovače před a po přestavbě

Délka samotné přestavby linky má jeden ze zásadních vlivů na výši OEE, jelikož se jedná o prostoj. Snahou je přestavbu maximálně urychlit a tím zkrátit délku nuceného prostoje. Pro stanovení rychlého, řízeného a organizačně zvládnutého průběhu přestavby je v podnicích používán nástroj v podobě SMED, který jako jeden z nástrojů TPS je popisován v rešeršní části práce. Jednou ze základních technik nástroje SMED je rozdělení činností při přestavbě na externí a interní. Interní činnosti jsou takové, které se provádí během přestavby např. vyjmutí výměnného dílu ze stanice a montáž nového dílu. Externími činnostmi jsou např. příprava výměnných dílů ze skladovacích ploch k montážním stanicím linky. Tyto činnosti lze provést před samotným zahájením přestavby a napomáhají ke zkrácení času přestavby, protože potřebné díly má obslužný personál připravené a nemusí se tedy zdržovat jejich hledáním. Právě pro zajištění externích činností před samotnou přestavbou je nutná přítomnost seřizovače.

Po samotné přestavbě linka vyžaduje ještě po jistou dobu tzv. jemné seřizování. Řadu provedených nastavení a seřízení během přestavby je nutné po nájedu linky a výroby několika kusů výrobků jemně doseřídít. Tím se redukuje krátkodobě se opakující prostoje způsobené nepřesným seřízením. V tomto okamžiku je nutná přítomnost seřizovače,

protože vedoucí linky není schopen všechny technické potíže řešit na rozlehlých linkách sám. Navíc je nezbytné okamžitě po přestavbě a najetí linky novým typem provést tzv. uvolnění linky. Jedná se o seznam kontrolních měření a ověření definovaných oddělením kvality. Účelem je ujištění, že je linka po přestavbě řádně a korektně nastavená a vyráběné hotové výrobky odpovídají specifikacím uvedeným ve výkresech produktů. Posledním krokem spojeným s nutnou činností opakující se po každé přestavbě je čištění a předepsaná kontrola výměnných dílů vyjmutých z montážní linky během uskutečněné přestavby. Pro činnosti s nakládáním výměnných dílů po přestavbě je vytvořený návod předepisující způsob čištění a kontroly výměnných dílů a jejich částí před uložením do skladovacích prostor. Jedná se o nezbytnou a důležitou činnost zajišťující uskladnění výměnných dílů v řádném stavu. Ty jsou pak připraveny pro další použití při příští přestavbě.

I v tomto případě je nezbytná přítomnost seřizovače na montážní lince, aby mohla proběhnout efektivní a řízená příprava na přestavbu, samotná přestavba, rozjezd po přestavbě a předepsané činnosti po přestavbě. Chyby vzniklé nedostatečným vykonáním výše uvedených oblastí způsobují prostoje, které mají přímý vliv na OEE a kvalitu procesu výroby. Linky s větším počtem přestaveb za směnu potřebují tedy větší podporu ze strany mechanika - seřizovače.

Proto je nutné kalkulovat činnosti seřizovače spojené s přestavbami na základě dvou parametrů:

- Počet přestaveb za směnu.
- Skutečná délka přestavby.

Dle skutečné délky přestaveb je možné vypočítat délku času, kterou stráví seřizovač činnostmi při přestavbě společně s vedoucím linky. Na základě počtu přestaveb za směnu se vypočítá další důležitý údaj. Jedná se o četnost a délku externích činností, které musí být provedeny obslužným personálem před a po samotné přestavbě montážní linky. V tabulce 7 (strana 78) je uveden průměrný počet přestaveb na montážních linkách přiřazených k vybranému výrobnímu segmentu na měsíční bázi v roce 2014. Ze získaných dat v tabulce plyne, že na každé lince dochází v průměru 1,5 přestavbě za směnu. Minimální počet přestaveb s průměrnou hodnotou 1,2 přestavby/směnu v celém

roce 2014 je na linkách TD4 a TD5. Naopak maximální počet přestaveb s průměrnou hodnotou ve výši 2,3 přestavby za směnu v roce 2014 je na lince TD6. Na všech linkách celého výrobního segmentu byla provedena přestavba cca 9x během jedné výrobní směny.

Tabulka 7: Vývoj průměrného počtu přestaveb v roce 2014

Linka	1.14	2.14	3.14	4.14	5.14	6.14	7.14	8.14	9.14	10.14	11.14	12.14	2014
TD4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,2	1,3	1,2	1,0	1,1	1,1	1,7	1,3	1,2
TD5	0,0	0,0	0,0	1,5	0,7	3,2	3,1	0,0	1,9	1,6	1,1	1,0	1,2
TD6	2,1	1,9	2,1	2,2	2,5	2,5	2,5	2,7	2,1	2,0	2,1	2,7	2,3
AB6	1,5	1,3	1,2	1,5	1,2	1,3	1,4	0,9	1,3	1,2	1,0	0,8	1,2
AB10	2,0	1,8	1,7	1,9	2,4	2,3	2,2	1,3	1,7	1,6	1,8	1,5	1,8
AB11	1,7	1,9	1,6	1,6	1,8	1,7	1,7	1,5	1,3	1,5	1,5	1,5	1,6
Suma	8,6	8,1	7,8	9,8	9,8	12,2	12,1	7,4	9,3	9,1	9,1	8,6	9,3

Zdroj: Vlastní zpracování

Z doposud získaných dat je známá průměrná četnost přestaveb na každé sledované montážní lince během jedné výrobní směny a skutečná délka přestavby. Data mají vysokou vypovídající schopnost, protože byla stažena za dlouhé období jednoho roku. Z přehledu je možné sledovat průběh celého roku 2014 s vyhodnocením po jednotlivých kalendářních měsících. Lze pak zjistit, zda se trend četnosti přestaveb zvyšuje nebo snižuje. Přirozeně zvyšující se četnost přestaveb představuje z již popsaných skutečností vyšší přímou přítomnost seřizovače po boku vedoucího linky na montážní lince právě z důvodu nutnosti provést přestavbu v co nejkratším čase. Zároveň však z důvodu zajištění externích činností před a po samotné přestavbě linky. V následující tabulce 8 (strana 79) je vypočítaná suma času potřebného na přestavbu linky v závislosti na průměrné skutečné délce přestavby a průměrné četnosti přestaveb po jednotlivých kalendářních měsících roku 2014. Jedná se vlastně o součin počtu přestaveb (tabulka 7) a skutečné délky přestavby (obrázek 13, strana 74). Z vypočítaných hodnot vyplývá, že nejkratší skutečné délky přestaveb jsou na linkách TD4 a TD5 v délce 15 až 25 min. Naopak nejdelší časy jsou na linkách TD6 a AB11 v délce 63 až 69 min. Na linkách TD6 a AB11 jsou časy přestaveb jednoznačně vyšší v porovnání s linkami TD4 a TD5. Důvody jsou dva: prvním důvodem je náročnost samotné přestavby. Na linkách TD6 a AB11 se při přestavbě mění více výměnných dílů a rozdílnost vyráběných typů je veliká. Je to dané velikostí posilovače, materiálovým složením, počtem produktových modifikací, počtem montážních a automatických stanic. Druhým důvodem

je právě četnost přestaveb. Z tabulky 7 (strana 78) je patrný vysoký počet přestaveb na lince TD6 v porovnání k ostatním linkám.

Tabulka 8: Vývoj průměrné délky přestavby v roce 2014 (skutečná délka přestavby)

Linka	1.14	2.14	3.14	4.14	5.14	6.14	7.14	8.14	9.14	10.14	11.14	12.14	2014
TD4	27	26	26	23	25	27	31	14	20	22	31	26	25
TD5	0	0	0	20	6	29	32	0	16	30	26	21	15
TD6	54	50	52	60	67	71	72	70	60	64	59	80	63
AB6	63	63	47	62	58	52	59	55	49	42	41	46	53
AB10	34	28	27	31	37	33	33	20	31	21	26	26	29
AB11	79	76	73	72	73	72	74	64	55	65	61	63	69
Suma	257	243	226	268	266	284	302	223	231	245	244	262	254

Zdroj: Vlastní zpracování

5.1.4 Každodenní pracovní činnosti mechanika - seřizovače

Ve výše provedené analýze je vypočítaný čas strávený mechanikem - seřizovačem na montážní lince při činnosti spojené s přestavbou linky. Nyní bude pozornost věnována dalším pracovním činnostem, které má ve své náplni práce a vykonává je denně během celé výrobní směny. Aby bylo možné vyčíslit čas strávený seřizovačem na prováděných úkonech, použil autor práce metodu snímkování dne. Ta je jednou z metod pro sledování produktivity režijní práce a je detailněji popsána v rešeršní části 1.5. Z důvodu periodicky se opakujících úkonů seřizovače, použil autor práce metody momentového pozorování. Zaměřil se vždy na jeden pracovní úkon a ten opakovaně sledoval. Za účelem maximální objektivity se jednalo o skryté pozorování, tedy sledovaný pracovník nevěděl o měření svého pracovního úkonu ze strany pozorovatele. Jeho pracovní výkon tak odpovídal běžným podmínkám, za kterých je denně prováděn. Prvním výsledkem pozorování je vytvoření přehledu nejčastěji a periodicky prováděných činností sledované pracovní pozice:

- **A** - Přímá činnost při přestavbě - po celou dobu přestavby vedoucí linky a seřizovač provádí přestavbu montážní linky. Jedná se o výměnu mechanických výměnných dílů, demontáž starých a montáž nových výměnných dílů dle přestavbových plánů. Dále pak softwarová přestavba - přepis typu v centrálním počítači a tím aktivace předepsaných testů a natažení definovaných parametrů k vyráběnému produktu. Nájezd montážní linky po jednotlivých stanicích a seřízení jednotlivých součástí stanic

na vyráběný produkt. Jedná se o kontinuální přestavbu, linka na svém konci produkuje díly a na jejím začátku se začíná s přestavbou. Celkový čas přestavby se finálně krátí o počet vyrobených dílů během samotné přestavby. Výsledkem je vykazování času přestavby s vlivem na OEE (obrázek 15). Předem jsou pro každý typ přestavby definované časy přestaveb (SMED), které se snaží ved. linky a seřizovač dodržovat při samotném provádění přestavby linky.

- **B** - Doseřízení po přestavbě - po každé přestavbě při nájezdu prvních výrobků se musí některé stanice ještě jemně dotřídit. Při rychlé přestavbě se některá seřízení přesně nenastaví, musí dojít k donastavení na sérii několika výrobků.
- **C** - Uvolnění linky po přestavbě - po každé přestavbě musí dojít k uvolnění linky dle předpisu od oddělení kvality. Jedná se o testy červenými díly pro kontrolu, zda vybrané stanice jsou schopné odhalit při měření a testech simulované vady, dále o rozměrové uvolnění, kdy se na náhodně vybraných dílech z produkce dle předpisu kontrolují definované rozměry, těsnosti, utahovací momenty, váha maziva atd.
- **D** - Operativní činnosti – seřizovačem jsou průběžně odstraňovány vzniklé poruchy na montážní lince.
- **E** - Činnost při přepracování výrobků - přepracování NOK dílů ve stanici přepracování.
- **F** - Činnost před a po přestavbě linky - jedná se o přípravu výměnných dílů na nový typ výrobku dle přestavbových plánů. Po provedené přestavbě je to zase vyčištění vyjmutých dílů z předešlého typu, jejich kontrola dle daného předpisu a poté uložení čistých a zkontrolovaných výměnných dílů do přepravených prostor.
- **G** - TPM - provedení předepsaných preventivních kontrol stanic montážní linky, řešení vystavených TPM karet na nalezené neshody, které jsou koordinátorem TPM přiděleny k řešení právě seřizovači linky.

Druhým krokem bylo změření délky času stráveného seřizovačem při popsáných činnostech. I v tomto případě bylo měření délky jednotlivých činností prováděno v rámci momentového pozorování. Pro účely diplomové práce proběhlo pozorování pouze v případě dvou seřizovačů. Naměřené výsledky jsou zprůměrované a přiřazené k jednotlivým definovaným činnostem. V případě činností vázaných k četnosti a délce přestaveb jsou naměřené výsledky přepočítány podle těchto dvou parametrů. Ostatní

činnosti, které jsou standardními na všech montážních linkách, a nemá na ně vliv typ linky, jsou použity v tabulce 9 jako fixní časy a ty jsou použity u všech linek vybraného výrobního segmentu. Po sečtení naměřených a vypočítaných hodnot definovaných činností seřizovače získáme sumu minut produktivního času, během kterého se aktivně seřizovač podílí na výrobě dané linky. Provedené výpočty proběhly na malém vzorku sledovaných pracovníků, avšak jsou dostačující pro demonstraci metody výpočtu produktivity práce seřizovačů. Sledované činnosti jsou označeny ve sloupcích tabulky velkými písmeny. Tato písmena jsou taktéž uvedena v předchozím popisu činností a slouží jako spojovací klíč mezi tabulkou a popisem činností.

Tabulka 9: Pracovní vytížení seřizovače během směny

Linka	A	B	C	D	E	F	G	suma	vytížení
TD4	24,9	37,2	37	75	15	37	30	256,5	58,3%
TD5	15,1	34,9	35	75	15	35	30	239,6	54,5%
TD6	63,2	68,1	68	75	15	68	30	387,5	88,1%
AB6	53,0	36,4	36	75	15	36	30	282,1	64,1%
AB10	28,9	55,1	55	75	15	55	30	314,3	71,4%
AB11	69,0	48,4	48	75	15	48	30	334,3	76,0%
Průměr	42,4	46,7	46,7	75,0	15,0	46,7	30,0	302,4	68,7%

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro finální výpočet produktivity seřizovače se suma minut produktivní činnosti vydělí délkou instalované výrobní směny. Z tabulky 9 je patrné nejnižší vytížení seřizovače na linkách TD4 a TD5 ve výši necelých 60 %, naopak nejvyšší efektivitu dosahuje seřizovač linky TD6. Dle předchozích analýz a známých fakt vyplývá, že vysoká produktivita práce seřizovače na lince TD6 je hlavně díky vyšší četnosti přestaveb v porovnání k ostatním sledovaným linkám.

5.1.5 Analýza podílu jednotlivých činností seřizovače

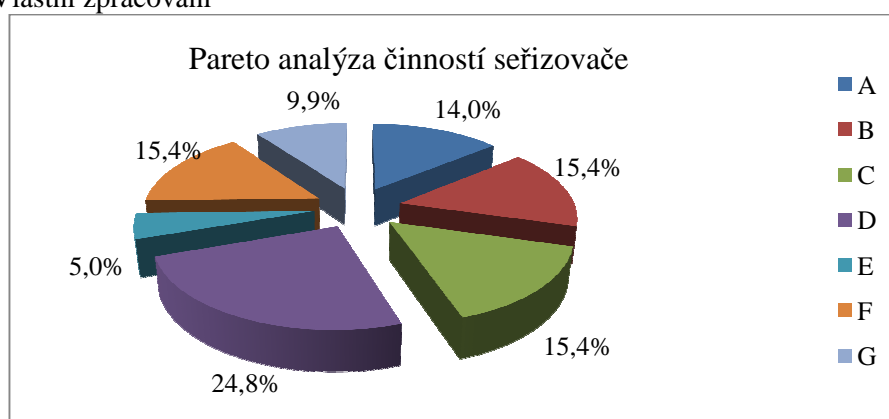
Za účelem získání rychlého přehledu standardních činností průměrného seřizovače jsou použita data z tabulky 9. Dílčí hodnoty z každé jednotlivé činnosti na všech sledovaných výrobních zařízeních se zprůměrují. Výsledkem je průměrná délka dané činnosti za celý

vybraný výrobní segment. Tímto způsobem se zprůměrují všechny definované činnosti seřizovače. Finálním výsledkem postupu je Pareto analýza podílu pravidelně se opakujících a zároveň nejvýznamnějších činností seřizovače na montážní lince v průběhu výrobní směny v rámci efektivně využitého času (tabulka 10 a obrázek 15). Nejvyššího podílu na produktivním čase seřizovače dosahují operativní činnosti. Mezi operativní činnosti patří hlavně odstraňování nahodile vzniklých technických poruch a výpadků. Na druhém místě s přibližně stejně velkým podílem jsou činnosti spojené právě s přestavbami. Jedná se o přímou účast na samotné přestavbě, dosažení po přestavbě, uvolnění linky po přestavbě a příprava přestavby společně s čištěním a kontrolou výměnných dílů po přestavbě.

Tabulka 10: Pareto analýza činností seřizovače

Činnosti	Popis činností	min	%
A	přímá činnost na přestavbě	42,4	14,0%
B	dosažení po přestavbě	46,7	15,4%
C	uvolnění linky po přestavbě	46,7	15,4%
D	operativní činnost seřizovače	75,0	24,8%
E	práce na přepracování dílů	15,0	5,0%
F	příprava přestavby/čištění a kontrola VD	46,7	15,4%
G	TPM - provádění předepsaných kontrol	30,0	9,9%
Suma		302,4	100,0%

Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 15: Pareto analýza činností seřizovače

Zdroj: Vlastní zpracování

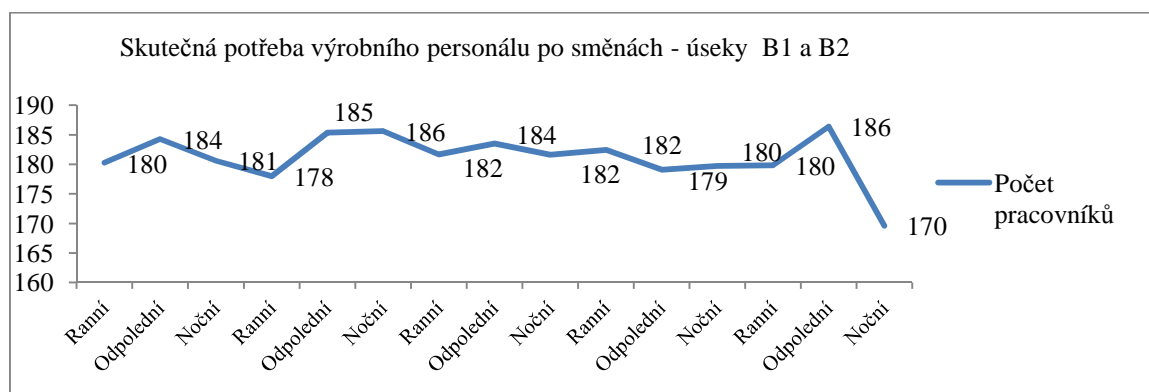
Řada činností přiřazená v analýze do produktivního času seřizovače je sdílena během výrobní směny s vedoucím linky. Pro účely prezentace myšlenky, jakou metodikou měřit produktivitu práce seřizovače a dle její výše plánovat seřizovače k instalovaným směnám, je počítáno s variantou, že zejména externí činnosti spojené s přestavbou vykonává pouze seřizovač. Vedoucímu linky jsou ponechávány „volné ruce“ v případě této analýzy pro další činnosti, které jsou na lince prováděny a zajišťovány, ale nejsou v této analýze zahrnuty – komunikace s logistikou, údržbou, vedení administrativy, řízení a organizace týmu atd. Proto je ve výsledku provedené analýzy jistá rezerva a výsledná produktivita je patrně i nadhodnocena. Pro přesnější výpočet by muselo být zohledněno více detailů, více pozorování, více sebraných dat. Avšak pro účel dané analýzy je tento postup dostatečný.

Autor práce vidí jako užitečné vytvoření přehledu využití práce skupiny pracovníků s 8% podílem na celkovém stavu výrobního personálu. Pokud by se jeho jednoduchá metoda pro stanovení potřebného počtu seřizovačů využila, je možné snížit počet seřizovačů na montážních linkách, využít je pro jiné činnosti, nebo s nimi počítat v případě dalšího rozvoje výrobního úseku.

5.2 Optimalizace potřeby počtů pracovníků

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, v celém výrobním úseku jičínského závodu pracuje cca 1000 pracovníků. Převážná část montážních linek vyrábí ve třisměnném provozu po celou část pracovního týdne. Po celý týden je tedy ve všech třech směnách přibližně stejné rozvrstvení pracovníků. Na všech třech směnách jsou v provozu montážní linky. Na nich probíhá výroba dle předem stanoveného plánu, který připravuje oddělení logistiky na základě odvolávek od zákazníků. Pro zajištění výroby je dopředu plánován potřebný výrobní personál na základě již popsaného konceptu plánování ve čtvrté kapitole. Avšak takový plán je založený na kalkulaci celého plánovaného množství na období celého měsíce, na všech plánovaných produktech, stanovenou produktivitou a výpočtem udávajícím průměrnou potřebu pracovníků. Při každodenní výrobě však dochází k tomu, že se vyrábí v celém výrobním úseku stovky typů produktů s různými potřebami počtu montážních pracovníků. Každý den a každou směnu dochází k odlišné potřebě aktuálně přesného počtu pracovníků pro výrobu. Linka od linky, produkt od

produktu se mohou lišit v počtech potřebného personálu v řádu několika procent. Při běžných sestavách výrobních plánů to je odchylka cca 2 až 5 %. Při směně o cca 200 pracovnících pak 5% odchylka znamená variaci potřebného personálu cca 10 pracovníků. Za uváděných běžných podmínek to je 2% odchylka a ta představuje diferenci cca 4 pracovníků. Na obrázku 16 je zobrazena potřeba výrobního personálu ve dvou výrobních segmentech ve vybraném týdnu.



Obrázek 16: Skutečná potřeba výrobního personálu po směnách

Zdroj: Interní zdroj

V minulosti již byla snaha řešit operativní potřebu výrobního personálu. Jednou z možností byla optimalizace výrobního plánu ze strany logistiky. Cílem bylo vytvořit takovou skladbu výrobního plánu na jednotlivé výrobní linky, aby byla po celou dobu difference v potřebě výrobního personálu minimální cca 1 %. Z pohledu sestavení plánu nebyl takový problém danou podmínkou splnit, avšak v průběhu týdne byl dobře sestavený plán neustále narušován problémy s nedodaným nebo pozdě dodaným materiálem od dodavatelů, neplánovanými výpadky technického nebo organizačního rázu, které si vynucovaly další a další změny ve skladbě výrobního plánu.

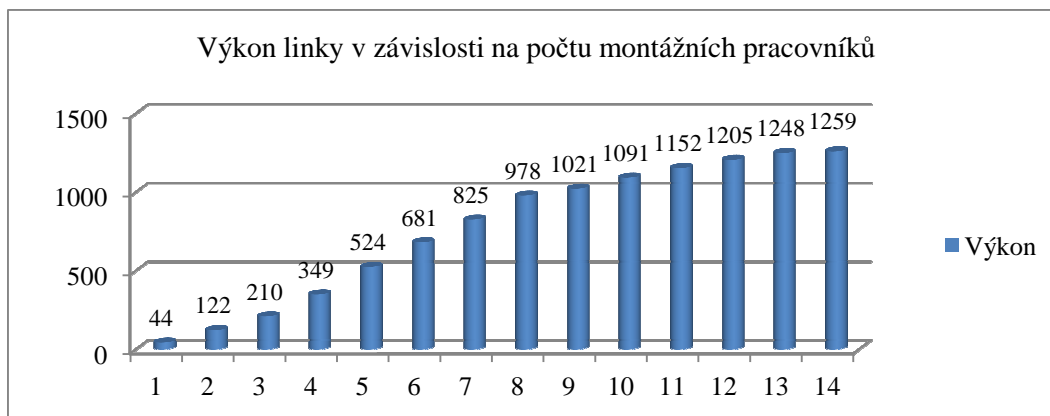
V současné době se řeší difference v počtech potřebného výrobního personálu formou balancování počtu pracovníků hlavně leasingovými firmami. V jičínském závodě je výrobní personál obsazen kmenovými pracovníky, jedná se o zaměstnance společnosti Continental a leasingovými pracovníky, kteří jsou zaměstnanci leasingových agentur. Ty si jičínský závod najímá pro práci ve výrobním úseku v pozicích montážních pracovníků. V případě potřeby zvýšeného počtu výrobního personálu na vybraných směnách se

oslovují právě leasingoví pracovníci, kteří zůstanou z předešlé směny do doby, kdy je zvýšená potřeba pracovníků pro montáž na výrobních linkách. Nebo naopak přijde leasingový pracovník o potřebný čas dříve před začátkem jeho řádné směny. Většina leasingových pracovníků má trvalé bydliště daleko od Jičína, přechodně žijí na ubytovnách a proto jsou ochotni a připraveni využít přesčasové práce. Avšak to není ideální stav, přesčasová práce znamená vyšší náklady na mzdy.

Návrh optimalizace

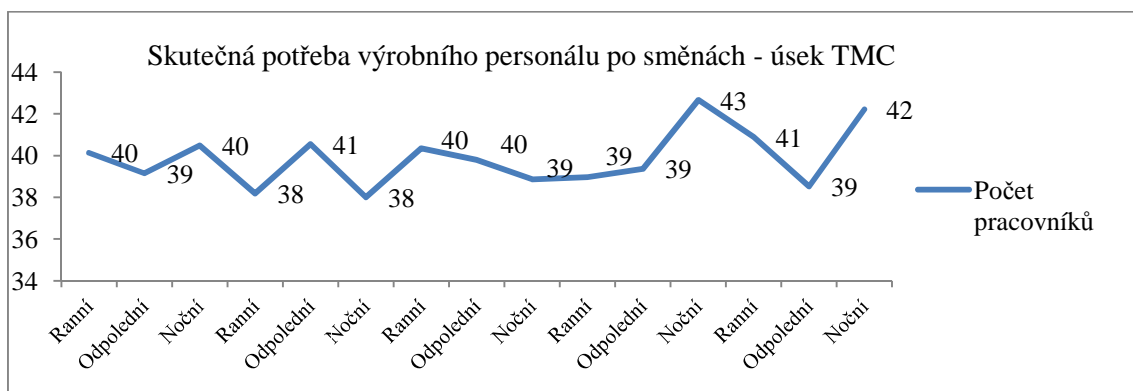
Vytipovat linku, která vyrábí v jednom až dvousměnném provozu. Linka není kapacitně vytížená a proto je reálná možnost rozložit potřebný výrobní objem do zbylých směn. V současné době je takovou možností např. linka TD4. Ta vyrábí v jednosměnném provozu. Pro danou linku je možné nastavit výrobní plán ve třisměnném provozu s tím, že se v současné době plánovaný výrobní objem rozplánuje do třisměnného provozu s poníženým směnným výkonem. Ve třisměnném provozu by bylo personální obsazení v podobě pouze vedoucího linky a redukováným týmem. Plný výrobní tým čítá 14 pracovníků. Směnný výkon linky je při plném personálním obsazení cca 1250 ks. Návrh je plánovat trvale tým s vedoucím linky a pěti montážními pracovníky. Takto složený tým na každé směně by mohl vyrobit cca 30 % plného výkonu a tím by se ve třech směnách vyrobil požadovaný výrobní objem plánovaný za normálních podmínek pro jednu směnu. V případě potřeby doplnit jiné linky by se tým oslaboval a naopak v případě přebytku pracovníků na zbylých výrobních linkách by se tým doplňoval. Oslabený tým by produkoval méně, posílený tým zase naopak. Tímto procesem by se řízeně a organizovaně přesouval výrobní personál dle potřeby mezi linkou TD4 a zbylými linkami. Tímto postupem by se vyvažovaly vzniklé potřeby nebo přebytky pracovníků na všech třech směnách celého výrobního úseku.

Pro linku TD4 by se zavedl tento speciální režim s tím, že by se vytvořily výkonnostní normy pro linku. Ty by stanovily, jaký výkon linky má být dosažen s daným počtem pracovníků. Na obrázku 17 (strana 86) je zobrazen návrh studie závislosti výkonu na počtu montážních pracovníků.



Obrázek 17: Výkon linky v závislosti na počtu montážních pracovníků
Zdroj: Interní zdroj

Tento postup by mohl vyřešit optimalizaci využití pracovníků v celé výrobě. Pokud by tento postup nestačil, je možné provést takové opatření i ve výrobním segmentu TMC na lince TMC60. V samotném výrobním úseku TMC dochází taktéž k výkyvům potřeby výrobního personálu (obrázek 18). Linka TMC60 produkuje zejména náhradní díly, vyrábí v jednosměnném provozu. Proto by mohla splnit stejný úkol i s možností tzv. skákajících týmů během přestávek na přetížené linky produkující produkt Plunger II. I v tomto případě by byla linka TMC60 obsazena pouze vedoucím linky. Ten by např. se dvěma stálými pracovníci vyráběl požadovaný objem výroby s vypůjčováním nebo zapůjčováním pracovníků z ostatních linek v závislosti na jejich potřebách výrobního personálu.



Obrázek 18: Skutečná potřeba výrobního personálu po směnách segmentu TMC
Zdroj: Interní zdroj

6. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ A DOPORUČENÍ VYBRANÉMU PODNIKU

Závod CT Jičín je v současné době jedním z ekonomicky nejúspěšnějších závodů divize Chassis & Safety. Jeho ekonomicky úspěšné působení je založeno na širokém portfoliu technicky vyspělých a v provozu spolehlivých brzdových komponentů, které se vyznačují vysokou kvalitou. Dalším důležitým faktorem je personál s dlouholetým působením v daném oboru, s hlubokými znalostmi i zkušenostmi s produktem a používanými technologiemi. Pracovníci závodu se rychle učí novým věcem, změnám, inovacím a jsou schopni samostatně řešit nově vzniklé technické problémy při výrobě. Proto je CT Jičín i technickou podporou ostatním závodům v koncernu vyrábějícím stejné brzdové komponenty v ostatních světových lokacích. Z pohledu samotné výroby jsou ve výrobních procesech používané všechny známé a užitečné nástroje štíhlé výroby, efektivní proces plánování výroby, řízení a organizace pracovníků. Výrobní plán se neustále uzpůsobuje aktuálním potřebám a situaci na trhu automobilového průmyslu. Právě automobilový průmysl je pod velkým konkurenčním tlakem a tlakem trhu vyrábět brzdové komponenty v maximální kvalitě, efektivní a procesně řízené výrobě splňující vysoké nároky dle daných norem i specifikací pro automobilový průmysl. Aby mohlo být dosaženo takových požadavků, musí závod disponovat skutečně jasně definovanými a efektivně využívanými procesy. V této práci je zúžen pohled na široké téma produktivity hlavně na výrobní procesy. Speciálně na proces plánování efektivní výroby. Výše byly popsány vybrané silné stránky závodu, které se společně s dalšími silnými stránkami CT Jičín podílí na dlouhodobě velmi úspěšném působení jičínského závodu.

V páté kapitole byly detailně popsány dvě autorem práce vybrané oblasti se slabými stránkami. Záměrně si autor vybral takové oblasti, které jsou do jisté míry specifické pro typ výroby závodu. Vyplývají z nastavených interních procesů a jsou možná i mnohým pracovníkům závodu neznámé. Charakterizoval a nastínil řešení pro jejich optimalizaci, která v případě úspěšné aplikace do praxe přinese zvýšení produktivity ve výrobním úseku. V druhém případě slabého místa se navíc jedná o zlepšení organizace a zajištění chodu výrobních směn při neustále se měnící potřebě výrobního personálu.

6.1 Efektivní plánování využití seřizovače

Ve čtvrté kapitole byl popsán celý proces plánování výroby a výrobního personálu v případě dlouhodobého plánu (roční rozpočet) i v případě krátkodobějších variant - čtvrtletní, měsíční, týdenní plán. Plánování výrobního personálu je založeno na výpočtu celkového počtu potřebného personálu pro výrobu na základě normy času: Na základě této metody je plánovaný počet pracovníků efektivně využitý. V oblasti obslužného personálu, pozice vedoucí linky a mechanik – seřizovač, je situace odlišná. Potřebné počty těchto pracovních pozic jsou plánovány fixním přidělením každé z pozic k instalované směně. V tomto případě autor práce nabývá přesvědčení, že nejsou na každé směně a každé montážní lince obě pozice efektivně využité. Proto není dle jeho názoru nutná přítomnost seřizovače po celou délku výrobní směny na každé montážní lince pro výrobu posilovačů. Přítomnost vedoucího linky je již z popisovaných důvodů ve čtvrté kapitole na montážní lince nezbytná bez ohledu na jeho využití během směny. Avšak v případě seřizovače autor práce popsal návrh metody pro výpočet využití seřizovače na základě aktuálních ukazatelů. Těmi jsou četnosti přestaveb, celkové délky přestavby, výše využití montážní linky v podobě OEE, předepsaných činností spojených s každodenním výkonem práce seřizovače. Důležitým ukazatelem je také status provozu linky. Jedná se o stav, zda je linka v náběhu nového typu produktu, nebo po technické modernizaci. Na základě doporučené metody by se mohl plánovat počet potřebných a efektivně využitých seřizovačů. Nikoliv ke každé lince jako doposud, avšak v rámci celého výrobního segmentu.

Ve výrobním úseku TMC jsou instalovány montážní linky pro výrobu hlavních brzdových válců. Linky jsou z pohledu jejich rozlehlosti v porovnání k linkám vyrábějícím brzdové posilovače několikrát menší, výrobní týmy jsou na těchto linkách s menším počtem pracovníků. Proto byl v minulosti redukován počet pracovníků pozice seřizovače v daném výrobním segmentu z důvodu menší velikosti linek a menšího počtu pracovníků v týmech. Pro dvě montážní linky byl plánován jeden seřizovač. Avšak právě díky změně výrobního portfolia daného výrobního segmentu, tím nárůstem technických a kvalitativních problémů, byli seřizovači k některým linkám opět přiřazeni. V současné době se začíná opět diskutovat o redukcii seřizovačů v tomto úseku. Avšak autor práce si myslí, že to není dobrý nápad. Problémový produkt je sice ve fázi bezproblémové výroby, avšak do segmentu bylo instalováno mnoho dodatečného výrobního zařízení v podobě

různých předmontážních linek a stanic. Ty byly svěřeny do zodpovědnosti stávajícím vedoucím linek na hlavních linkách, a proto vedoucí linek potřebují přítomnost seřizovačů k obsluze svých linek a předmontáží. I v tomto případě doporučuje autor práce provést obdobnou metodou výpočet vytížení seřizovačů. Objektivně vypočítat jejich efektivitu a poté na základě provedené analýzy danou situaci řešit.

Ve svém stávajícím pohledu autor práce popsal sledování efektivitu v jednom vybraném výrobním segmentu. Ve výrobním úseku se nachází ještě druhý výrobní segment s obdobným počtem pracovníků, počtem i velikostí výrobního zařízení a vyráběným produktem. Pro daný segment analýza provedena nebyla. Stávající rozsah analýzy je dostačující pro účely práce v jednom úseku, jako ukázka návrhu metody výpočtu efektivně využitých seřizovačů. V případě zájmu realizovat doporučení je možné použít metodu pro všechny výrobní segmenty. Avšak jedná se o velký zásah do po řadu let provozovaného systému, kdy zejména odpůrci inovací budou vymýšlet řadu argumentů proti připravenému návrhu. Návrh změny se týká zejména vedoucích segmentů, směnových mistrů, vedoucích linek a seřizovačů. Pokud by došlo k realizaci opatření, zvýšil by se tlak právě na jmenované pracovní pozice. Bylo by nutné zvýšit komunikaci mezi nimi, zvýšit nároky na organizaci a vzájemnou spolupráci. V případě aplikace metody je nutné celý projekt rozdělit do několika fází:

- Fáze přípravy změny (workshopy s výše uvedenými pracovníky).
- Fáze přípravy struktury, organizace a řízení v novém modelu.
- Aplikace modelu na jednom segmentu (zkušební provoz).
- Aplikace na zbylých výrobních úsecích.

Právě první dvě fáze doporučuje autor práce nepodceňovat a řádně je připravit, protože bez nich bude těžké celý projekt úspěšně realizovat.

Ekonomické vyhodnocení v případě efektivního využití seřizovače

V rámci výrobního segmentu B1 působí řada seřizovačů. Při redukci jednoho seřizovače na směnu v rámci výrobního segmentu se jedná se o úsporu 3 seřizovačů. Tato varianta redukce bezpečně odpovídá výsledkům provedené analýzy měření efektivitu seřizovačů.

Jednalo by se o ponížení stavu seřizovačů ve výrobním segmentu o 20 %. Navrhovaná redukce představuje zvýšení produktivity o cca 0,9 % v rámci segmentu a cca 0,3 % v rámci celého výrobního úseku (tabulka 11). Při předpokladu mzdových nákladů na pozici mechanik – seřizovač ve výši cca 500 tisíc Kč za rok se z ekonomického pohledu jedná o úsporu 1,5 milionu korun za jmenované období (tabulka 11). Avšak s důležitou podmínkou, že samotná redukce počtu seřizovačů nebude mít vliv na OEE, potažmo produktivitu celého výrobního segmentu, ve kterém by se změna aplikovala. Při rozšíření metody na další výrobní segmenty by se jednalo přirozeně o další nárůst produktivity a i úpory při stejné podmínce.

Tabulka 11: Vyčíslení úspory pozice Mechanik - seřizovač

Mechanik - seřizovač	Finanční úspora	Zvýšení produktivity
1. směna	500 000 Kč	0,1%
2. směna	500 000 Kč	0,1%
3. směna	500 000 Kč	0,1%
Celkem	1 500 000 Kč	0,3%

Zdroj: Vlastní zpracování

6.2 Optimalizace potřeby počtu pracovníků

V páté kapitole byla řešena problematika plánování výrobního personálu na montážní linky. Přesněji řečeno problematika výkyvů potřeby výrobního personálu v průběhu výrobních směn. Ve čtvrté kapitole bylo celé plánování výrobního personálu velmi detailně popsáno. To v případě dlouhodobého plánu, tak i v plánech krátkodobých. Z popisu konceptu plánování vyplynulo, že se v dlouhodobém i krátkodobém plánování počítá s průměrnými počty pracovníků. Ti jsou denně potřební ke splnění výrobního plánu po celé sledované období. Průměrné počty potřebných pracovníků je třeba znát, aby byl dopředu zajištěn zaškolený personál a naplněny potřebné stavy pracovníků. Avšak v těch nejkratších časových horizontech na úrovni týdenních, denních a směnných plánů, se musí zajišťovat výrobní personál v přesných počtech. Ty musí odpovídat přesně potřebám jednotlivých směn právě dle aktuální skladby produktů. V průběhu týdenního výrobního cyklu dochází denně a přímo na jednotlivých směnách k variaci potřebného počtu výrobního personálu (podkapitola 5.2). Pokud je skladba plánu dobře připravena ze strany

pracovníků oddělení logistiky a plány nejsou narušovány neplánovanými technickými, organizačními, materiálovými a jinými výpadky, pak je běžná variace potřeby pracovníků na směnách okolo 2 %. Tedy při počtu zhruba 200 pracovníků na směně je to variace cca 4 pracovníků. Pokud je plán narušován neplánovanými vlivy a není možné ho ze strany logistiky z důvodu nutných expedic a materiálového zabezpečení optimalizovat, pak dochází k variaci okolo 5 %. V tomto okamžiku se jedná o variaci počtu cca 10 pracovníků. V předchozí kapitole byl uveden konkrétní případ pro ukázkou výkyvů personálu v průběhu jednoho týdne (obrázek 16, strana 84).

Při analýze problematiky byla nastíněna řešení, kterými byla snaha problém řešit. Necht' to byla snaha optimalizace procesu plánování ze strany logistiky, nebo v současné době řešení v podobě přesčasových hodin zejména leasingového personálu. Avšak daná řešení nejsou dlouhodobě z různých popsaných důvodů udržitelná. Proto autor práce navrhl svou vlastní koncepci řešení v podobě využití montážních linek s nenaplněnou kapacitou. Směny na vybrané lince obsadit menším počtem pracovníků, linku plánovat ve třísměnném provozu. Dle momentální potřeby výrobního personálu v rámci výrobních segmentů pracovníky z vybrané linky odebírat nebo přidávat. Dle stavu personálu by byly stanovené normy a odpovídající výkony, které by linka dle počtu obsazení produkovala. Výhodou tohoto opatření je nezávislost na skladbě výrobního plánu v celém výrobním úseku. Při výkyvech v podobě nadbytečných pracovníků se nechají využít pracovníci právě na personálně oslabené lince. V opačném případě, při zvýšené potřebě pracovníků, je možné vybranou linku personálně oslabit. Navrhovaný model počítá s prací v běžné pracovní době, proto by se redukovaly oproti stávajícímu stavu přesčasové hodiny. Myšleno přesčasy pracovníků, kteří v současné době zůstávají po své řádné pracovní době na směně. Na personálně oslabené lince byl přítomen pouze vedoucí linky, který by se podílel i na samotné montáži. Mechanik není v tomto modelu výroby potřeba trvale na směně u montážní linky. V případě potřeby např. přestavby lze využít seřizovače z vedlejší linky. Tímto opatřením by se vyrovnal počet potřebných tří vedoucích linek na pokrytí všech tří směn vůči potřebě jednoho vedoucího linky a seřizovače při směně s plným výkonem. Nevýhodou tohoto systému jsou zvýšené náklady na energii, protože linka by byla v provozu tři směny. Avšak v odstavených směnách je linka v pohotovostním režimu. Odebírá i tak elektrickou energii. Jednalo by se tedy o rozdíl mezi spotřebou v pohotovostním režimu a spotřebou za běžného provozu.

Samotný ekonomický přínos je obtížné vyčíslit přímo v konkrétní sumě. Doporučení hlavně řeší organizační stránku výroby, výkon linek by se patrně zvýšil nepatrně, protože ve stávajícím modelu i v navrhovaném modelu je linka obsazena potřebnými pracovníky. Navrhovaný model by mohl mít určitý vliv na růst produktivity. V navrhovaném modelu je každý pracovník řádně pracovním vytížen. Mezi montážními linkami je přesouván na přesně stanovenou a hlavně potřebnou dobu. V současnosti tomu tak není. V případě zvýšené potřeby personálu např. po cca jedné hodině od začátku směny, je nutné pracovníka z předchozí směny využít na potřebnou přesčasovou práci již od začátku nové směny. Na mezidobu o délce jedné hodiny mu musí vedoucí směny přidělit náhradní práci na jiném pracovišti.

Z pohledu přesčasové práce je základem výpočtu průměrný výkyv potřeby výrobního personálu na 2% úrovni. Tato hodnota odpovídá výsledkům na obrázku 16 (strana 84). Z obrázku je patrný výkyv při cca 200 pracovních aktivních pracovnících výrobních úseků B1 a B2 v počtu čtyř pracovníků. Polovina výkyvu jsou dva pracovníci. Budou-li počítáni právě tito dva pracovníci na práci přesčas pro pokrytí alespoň 50% části směny, získáme výsledek v podobě 2 x 240 min potřebné přesčasové práce., tj. 8 hodin za směnu. Bude-li kalkulován třísměnný provoz a běžný měsíc s 21 pracovními dny, jedná se o 504 hodin přesčasové práce za měsíc. V případě pohledu ročního období se po zohlednění letních měsíců výše přesčasové práce pohybuje okolo cca 5000 hodin. Úspěšná aplikace navrhovaného modelu tedy přinese možnou roční úsporu nákladů za příplatky k přesčasové práci ve výši 5000 hod (tabulka 12).

Tabulka 12: Přesčasová práce při výkyvech potřeby pracovníků

Pracovník/přesčas	Den	Měsíc	Rok
Průměrný výkyv potřeby pracovníků	2%	2%	2%
Střední hodnota	1%	1%	1%
Počet pracovníků v úseku ve směně	200	200	200
1 % pracovníků z úseku	2	2	2
Pokrytí 50 % směny (pracovník)	1	1	1
Pracovní doba (hodin)	8	168	1680
Třísměnný provoz (hodin)	24	504	5040

Zdroj: Vlastní zpracování

Autor práce předpokládá nárůst produktivity výrobního úseku ve výši 0,1 % při kalkulaci s průměrným 2% výkyvem potřeby výrobního personálu, zohledněním efektivních přesunů pracovníků přesně dle potřeby a tím právě efektivně využitých pracovníků na směně.

Důležitý přínos navrhovaného modelu je řízená organizace pracovníků ve směně. Všichni přítomní pracovníci jsou na směně řádně využiti a pracovní síla je v dostatečném množství právě tam, kde je jí potřeba. Přebyteční pracovníci jsou ve výrobě přesouváni na linku s redukováným týmem. Naopak v případě potřeby navýšit personál na zbylých linkách výrobního úseku, je využit k přesunu pracovník daného týmu. I v tomto případě jsou kladeny vyšší nároky na organizaci práce a koordinaci ze strany směnových mistrů a vedoucích linek.

Závěr

Diplomová práce se věnuje problematice zvyšování produktivity jakožto míry využití vstupů ve výrobě podniků. V úvodní části byly popsány hlavní druhy produktivity a metody jejího výpočtu. Z mikroekonomického pohledu jsou vstupními faktory práce, půda a kapitál. Faktor práce je v případě výrobního úseku zastoupen výrobním personálem a personálem obslužným. Jedná se o přímé výrobní pracovníky na montážních linkách vykonávající samotnou montáž a finální kontrolu vyráběného produktu. Nepřímí pracovníci v pozicích mechanik – seřizovač a vedoucí linky provádí servis svěřenému montážnímu zařízení. Jsou zodpovědní za jeho efektivní využití v průběhu výrobní směny. Kapitálem jsou montážní linky instalované do výrobního úseku a technologie, kterými jsou výrobní zařízení vybavena. Posledním vstupním faktorem je půda, avšak tento druh vstupu není v práci nějak rozváděn, protože není předmětem řešené problematiky. Právě díky výraznému vlivu faktoru práce na produktivitu, byla věnována velká pozornost měření produktivity práce výrobních pracovníků v první kapitole. Byla popsána charakteristika přidané hodnoty u operací a výrobních buněk. Dále byla popsána celá řada metod, jak měřit produktivitu práce přímých pracovníků na základě stanovení norem spotřeby času. V případě režijní práce byly popsány vybrané metody určené pro měření právě tohoto druhu práce, která přináší výrobě důležitý servis, avšak nikoli přidanou hodnotu.

Druhá kapitola práce byla věnována zvyšování produktivity v podnicích, redukcí plýtvání ve výrobních i nevýrobních procesech, základům štihlé výroby a TPS (Toyota Production System). Právě TPS je zakladatelem skupiny metod, při jejichž aplikaci do výrobních i nevýrobních procesů dochází k redukci plýtvání. Byly popsány dva nosné pilíře TPS Just in Time a Jidoka. Dále autor práce popsal principy štihlé výroby, uvedl nejužívanější metody štihlé výroby napomáhající optimalizovat výrobní procesy a zvyšovat produktivitu podniků.

Ve třetí kapitole byla představena společnost Continental z pohledu celého koncernu, popsána historie až po současnost s nejdůležitějšími milníky. Rozdělení koncernu do produktových divizí a stručně charakterizováno jejich produktové portfolio. Následoval detailnější popis divize Chassis & Safety, do které je začleněn jičínský závod. Úkolem čtvrté kapitoly bylo popsat konkrétní proces sestavení výrobního plánu ve výrobním úseku

sledovaného podniku na základě kvantifikovaného cíle pro hospodárné využití faktoru práce na vstupu výroby. Právě hospodárnost je měřena dvěma ukazateli - OEE a produktivitou. Ukazatel OEE je indikátorem efektivity strojů, tedy přesně řečeno jejich efektivního využití při plánovaném provozu. Produktivita práce indikuje využití naplánovaného množství pracovní síly. Vzhledem k vysokému stupni automatizace výrobních procesů je produktivita úzce spojená s ukazatelem OEE. Všechny tyto klíčové závislosti byly popsány ve čtvrté kapitole, podloženy metodami výpočtů produktivity i OEE a doplněny ukázkami příkladů pro lepší orientaci ve výkladu. Z důvodu vlivu časového období na plánovanou produktivitu bylo popsáno sestavení ročního plánu, ve kterém se plánuje faktor práce (počet pracovníků pro výrobu) i faktor kapitálu (potřebná technická zařízení). Dále byla popsána funkce krátkodobých operativních plánů v podobě čtvrtletního a měsíčního plánu. Jejich úkolem je korigovat stav výrobního personálu dle aktuálních podmínek trhu, tj. řeší hlavně faktor práce na straně vstupů výroby.

Pátá kapitola byla zaměřena na analýzu slabých míst stávajícího procesu plánování efektivně využitých pracovníků ve výrobě. Autor práce se na základě popisu celého konceptu plánování rozhodl vybrat jeho slabá místa, ta analyzovat a předložit návrh opatření koncepčního charakteru. Ten bude možné v případě zájmu managementu společnosti aplikovat do stávajícího procesu plánování výroby. Prvním návrhem je redukovat stav obslužného personálu v roli servisu na základě provedené metody Pareto analýzy činností mechanika - seřizovače. Jmenovaný pracovník se přímo nepodílí na přidané hodnotě výrobku, ačkoliv je pro řádný chod montážní linky důležitý. Zajišťuje její řádný provoz a tím odpovídající efektivitu stroje. Druhým opatřením je vylepšení organizace pracovníků na směně. Jedná se o pružné a efektivní zajištění potřeby výrobního personálu při jeho každodenních výkyvech v závislosti na aktuální skladbě typů výrobků.

Cíl práce je shrnutý v šesté kapitole v podobě ekonomického vyhodnocení. Obě navržená opatření v daném rozsahu představují možnost zvýšení produktivity ve výrobním úseku vybraného podniku v celkové výši cca 0,6 %. Podmínkou je jejich úspěšná realizace a předpoklad, že se neobjeví v současné době neznámé obtíže mající negativní vliv na realizaci opatření. Autor práce je v tomto směru přesvědčen o skutečném potenciálu pro zvýšení produktivity výrobního úseku.

Seznam použité literatury

Tištěné zdroje:

GEORGE, M. L., et al. 2005. *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook*. 1 st. ed. New York: McGraw-Hill, 2005. ISBN 978-0,07-150573-3.

KLEČKA, J. a M. MATĚJKA, 2005. *Nové podnikové systémy. Materiály ke cvičením*. 1. vyd. Praha: Oeconomica, 2005. ISBN 80-245-0702-1.

MAŠÍN, I. A M. VYTLAČIL, 1999. *Dynamické zlepšování procesů – Programy a metody pro eliminaci plýtvání*. 1 vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999. ISBN 80-902235-3-2.

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

MAŠÍN, I. A L. ŠEVČÍK, 2006. *Metody inovačního inženýrství – Inovace, plánování, a navrhování výrobku*. 1 vyd. Liberec: Institut technologií a managementu s.r.o., 2006. ISBN 80-903533-0-4.

MAŠÍN, I., et al. 2012. *Collaborative Engeneering v inovačním procesu*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. ISBN 978-80-7372-925-7. ISBN 978-80-247-4486-5.

ŠLAICHOVÁ, E, 2013. *Výzkum vybraných metod měření produktivity práce*. 1. vyd. Liberec: Geoprint s.r.o., 2013. ISBN 978-80-7494-007-1.

TOMEK, G. a V. VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby, Od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2014.

Interní dokumentace společnosti Continental – intranetové korporátní stránky.

Internetové zdroje:

BORDÁS, R. Lean company. *Co je to lean?* [online]. 2006 [vid. 2014-11-10]. Dostupný z: <http://www.leancompany.cz/historie.htm>

E-API.CZ, Průmyslové inženýrství, štíhlá výroba, SMED. [online]. 2005 [vid. 2014-11-13]. Dostupný z: <http://e-api.cz/page/68400.smed/>

KLEČKA, J. Nová teorie ekonomiky a managementu organizací a jejich adaptační procesy: *Produktivita a její měření – nové přístupy* [online]. 2005 – 2011, s. 3 [vid. 2014-11-07]. Dostupný z: <http://search.seznam.cz/?q=m%C4%9B%C5%99en%C3%AD+produktivity+pr%C3%A1ce+kle%C4%8Dka&sourceid=szn-HP&sgId=xZ1aDAPzQSCznb9eDnQAXOwokSZMziqjTnpMYGpvkL%3D%3D&oq=m%C4%9B%C5%99en%C3%AD+produktivity+pr%C3%A1ce+kle%C4%8Dka&aq=-1&thru=&su=e>

KUDĚLKOVÁ, P. Voskop.cz. *Spolupráce při realizaci štíhlé výroby*. [online]. 2010 [vid. 2014-11-11]. Dostupný z: http://www.voskop.cz/downloads/conpoint_clanek_stihla_vyroba.pdf

MESCENTRUM. CZ, OEE. [online]. 2013 [vid. 2015-03-28]. Dostupný z: <http://mescentrum.cz/90-mes/clanky/mes-mom/133-oe>

SIXSIGMA-IQ.CZ, Co je SIX SIGMA. [online]. 2010 [vid. 2014-11-13]. Dostupný z: <http://www.sixsigma-iq.cz/COJESIXSIGMA.aspx>

ŠPIČKOVÁ, M. Produktivita práce. *Produktivita práce od dob Frederica Winslowa Taylora až po současnost* [online]. 2010, s. 223 - 234 [vid. 2014-11-07]. Dostupný z: http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/38527/1/SpickovaM_ProduktivitaPrace_2010.pdf

TRILOGIQ CZ, Štíhlá výroba, *Filozofie štíhlé výroby*. [online]. 2012 [vid. 2014-11-11]. Dostupný z: <http://trilogiq.cz/cz/stihla-vyroba/>

Elektronická databáze článků ProQuest (knihovna.tul.cz).

NADERINENJAD, M., et al. 2011. Comparison of Overall Equipment Effectiveness in Continous Production Line of Isomax unit of Esfahan Oil Refining Company (EORC) with World Class Manufacturing. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research In Business* 3.6, 3(6), pp. 466-482. Dostupné z: <http://search.proquest.com>

LJUNGBERG, O., 1998. Measurement of overall equipment effectiveness as a basic for TPM activities. *International Journal Journal of Operations & Production Management*, **18**(5), pp. 495-507. Dostupné z: [http:// http://search.proquest.com](http://search.proquest.com).