

**Analýza produktivity na multifunkčním
blistrovacím stroji ve společnosti MEDIAP, spol.
s r.o.**

Michal Krajíček

Bakalářská práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal Krajčec**
Osobní číslo: **M11003**
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Řízení výroby a kvality**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Analýza produktivity na multifunkčním blistrovacím stroji ve společnosti MEDIAP, spol. s r.o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zhodnoťte teoretické podklady využitelné pro analýzu produktivity ve výrobě.

II. Praktická část

- Proveďte analýzu současné produktivity na multifunkčním blistrovacím stroji ve společnosti.
- Zhodnoťte současnou produktivitu práce na tomto stroji.
- Na základě provedené analýzy navrhňte doporučení pro zvýšení produktivity v této společnosti.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

KOŠTURIAK, Ján a Milan GREGOR. Jak zvyšovat produktivitu firmy. 1. vyd. Žilina: inFORM, 2002, 432 s. ISBN 80-968-5831-9.
MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902-2356-7.
SALVENDY, Gavriel. Handbook of industrial engineering: technology and operations management. 3rd ed. New York: Wiley, 2001, 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.
TUČEK, David a Roman BOBÁK. Výrobní systémy. 2. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-731-8381-1.
VYTLAČIL, Milan a Roman BOBÁK. Podnik světové třídy: geneze produktivity a kvality. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1997, 276 s. ISBN 80-902-2351-6.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Eva Juříčková, Ph.D.
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání bakalářské práce: 22. února 2014
Termín odevzdání bakalářské práce: 16. května 2014

Ve Zlíně dne 22. února 2014

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka



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

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²;
- podle § 60³ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

¹ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlášení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

² zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohou užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem bakalářskou/diplomovou práci zpracoval/a samostatně a použité informační zdroje jsem citoval/a;
- odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 4.5.2014



⁴ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

- (2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíží k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá analýzou produktivity na multifunkčním blistrovacím stroji ve společnosti MEDIAP, spol. s r.o. Je rozdělena na dvě části. V teoretické části práce jsou uvedeny základní teoretické poznatky z oblasti měření produktivity, layoutu, druhů plýtvání a dalších metod průmyslového inženýrství použitých v praktické části. Praktická část bakalářské práce je věnována analýze současného stavu produktivity práce na multifunkčním blistrovacím stroji. Následně je navrženo několik možných řešení pro zvýšení produktivity práce na tomto stroji, vypočítán přínos uvedených řešení a jejich možné uvedení do praxe.

Klíčová slova: měření produktivity, produktivita práce, procesní analýza, plýtvání, layout, výkonová norma

ABSTRACT

Bachelor's thesis deals with the analysis of productivity on the multifunction blister machine in the MEDIAP, spol. s r.o. company. It is divided in two parts. The theoretical part provides basic theoretical knowledge of measurement of productivity, layout, kinds of wastes and other industrial engineering methods used in the practical part. The practical part of the bachelor's thesis is concerned about the analysis of the current state of labor productivity on the multifunction blister machine. Subsequently there are suggested several possible solutions in order to increase productivity on this machine, calculated benefits of mentioned solutions and its possible implementation in practice.

Keywords: measurement of productivity, labor productivity, process analysis, wastes, layout, work standard

Chtěl bych poděkovat vedoucí své bakalářské práce Ing. Evě Juříčkové, Ph.D. za její čas, podporu a poskytnutí cenných rad, které mi věnovala při zpracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat vedení společnosti MEDIAP, zejména Ing. Luděkovi Novákovi za umožnění zpracovat bakalářskou práci v této firmě a Bc. Davidu Novákovi za aktivní pomoc, konzultace a poskytování firemních informací.

V neposlední řadě zde chci poděkovat celé své rodině a přítelkyni za podporu, pochopení a trpělivost během celého mého studia.

„Žít neúspěšný život vyžaduje stejné množství úsilí a času, jako žít život vítěze.“

- John L. Mason -

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PRODUKTIVITA	13
1.1 DRUHY PRODUKTIVITY	13
1.1.1 Totální produktivita	13
1.1.2 Parciální produktivita	14
1.1.3 Multifaktorová produktivita	14
1.1.4 Celková produktivita	14
1.1.5 Standard produktivity	15
1.1.6 Index produktivity	15
1.2 CO OVLIVŇUJE PRODUKTIVITU	15
1.3 ZVYŠOVÁNÍ PRODUKTIVITY	16
1.4 VÝPOČET VYUŽITÍ ČASU PRACOVNÍ SMĚNY	17
2 PLÝTVÁNÍ	19
2.1 DRUHY PLÝTVÁNÍ	19
2.1.1 Čekání	19
2.1.2 Nadprodukce	20
2.1.3 Nadměrné zásoby	21
2.1.4 Zmetky	21
2.1.5 Zbytečný pohyb	22
2.1.6 Přeprava	23
2.1.7 Nadpráce	23
2.1.8 Nevyužití potenciálu pracovníků	24
3 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	25
3.1 SMED	25
3.2 7 KLASICKÝCH NÁSTROJŮ ŘÍZENÍ KVALITY	27
3.2.1 Stratifikace	27
3.2.2 Datová frekvenční tabulka	28
3.2.3 Histogram	28
3.2.4 Paretova analýza	28
3.2.5 Diagram příčin a následků	28
3.2.6 Analýza rozptylu a trendu	28
3.2.7 Kontrolní regulační diagram	29
3.3 LAYOUT	29
3.3.1 Předmětné uspořádání	29
3.3.2 Technologické uspořádání	30
3.3.3 Buňková výroba	31
II PRAKTICKÁ ČÁST	32
4 O SPOLEČNOSTI	33
4.1 MEDIAP, SPOL. S R.O.	33
4.2 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA	34
4.3 VÝROBNÍ CENTRUM SLUŠOVICE	34
5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBY	36

5.1	BLISTROVACÍ MULTIFUNKČNÍ STROJ	36
5.2	VÝROBNÍ PROCES	37
5.2.1	Formování	37
5.2.2	Výměna formy	37
5.2.3	Svařování.....	38
5.2.4	Výměna formy na vysekávací	38
5.2.5	Vysekávání	38
5.2.6	Shrnutí	38
5.3	ANALÝZA SOUČASNÉ PRODUKTIVITY	39
5.3.1	Produktivita za směnu	39
5.3.2	Lokální měření produktivity	41
6	ANALÝZA PRVKŮ OVLIVŇUJÍCÍCH PRODUKTIVITU.....	44
6.1	LAYOUT PRACOVIŠTĚ	44
6.1.1	Minisklad materiálu pro výrobu.....	45
6.1.2	Místo pro materiál před zpracováním	45
6.1.3	Blistrovací stroj	45
6.1.4	Odkládací místo pro hotové výrobky	45
6.1.5	Minisklad pro hotové výrobky	46
6.2	FREKVENČNÍ TABULKA	46
6.3	PLÝTVÁNÍ.....	46
6.3.1	Čekání	47
6.3.2	Přetypování	47
6.3.3	Nadbytečný pohyb	47
6.3.4	Zmetky	50
7	NÁVRHY PRO ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY.....	51
7.1	VÍCE PRACOVNÍKŮ V KRITICKÉM PROCESU	51
7.2	ODSTRANĚNÍ PLÝTVÁNÍ	51
7.2.1	Včasné zapínání stroje.....	51
7.2.2	Plán přetypování.....	51
7.2.3	Zákaz mobilních telefonů na pracovišti	52
7.3	NÁVRH NOVÉHO LAYOUT PRACOVIŠTĚ.....	52
7.3.1	Návrh č. 1	52
7.3.2	Návrh č. 2	53
7.4	VÝKONOVÉ NORMY	54
7.4.1	Odměňování při produkci nad normu	54
7.4.2	Postih za nedodržení normy	54
8	OČEKÁVANÉ PŘÍNOSY PO APLIKACI NÁVRHŮ.....	55
8.1	LAYOUT	55
8.1.1	Zvýšení počtu navršených blistrů pro přenos.....	55
8.1.2	Zkouška doby přesunu	56
8.2	VÍCE PRACOVNÍKŮ V KRITICKÉM PROCESU.....	59
8.3	ODSTRANĚNÍ PLÝTVÁNÍ	60
8.3.1	Zapnutí stroje	60
8.3.2	Plán přetypování.....	61

8.4	STANOVENÍ VÝKONOVÉ NORMY	61
8.4.1	Norma pro proces blistrování	61
8.4.2	Norma pro proces svařování	62
8.4.3	Norma pro proces vysekávání	63
8.4.4	Odměňování při produkci nad normu	63
8.5	ZHODNOCENÍ OČEKÁVANÝCH PŘÍNOSŮ PO APLIKACI NÁVRHŮ	64
ZÁVĚR		67
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		69
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		72
SEZNAM OBRÁZKŮ		73
SEZNAM TABULEK.....		74
SEZNAM GRAFŮ		75
SEZNAM PŘÍLOH.....		76

ÚVOD

Jedním z prosperujících a stále se rozvíjejících průmyslových oborů, jež mají velkou perspektivu do budoucna, je bezesporu farmacie. Světové farmaceutické společnosti podporují vývoj a výrobu stále nových léků. Proto také existuje mnoho firem pro jejich balení a expedici. I mezi těmito firmami však panuje konkurenční boj o zakázky. Chtějí-li být na trhu úspěšní, musejí stále zvyšovat produktivitu a výkonnost celého výrobního procesu.

Cílem bakalářské práce je zanalyzovat produktivitu práce na multifunkčním blistrovacím stroji, jež je jedním z nejdůležitějších pracovních strojů v procesu primárního balení farmaceutických produktů ve firmě MEDIAP, spol. s r.o.

Farmaceutická společnost MEDIAP, spol. s r.o. je mezinárodní, moderní, dynamicky se rozvíjející společností, která se zabývá především smluvní farmaceutickou výrobou, produkcí obalů pro farmaceutické potřeby, skladováním, logistikou a distribucí léčiv do zemí střední a východní Evropy. Společnost současně vyvíjí a vyrábí produkty z oblasti potravinových doplňků.

V teoretické části je zodpovězeno vše o produktivitě a její aplikaci do podniku. Dále jsou definovány druhy plýtvání, které se autor snaží eliminovat v praktické části práce. Je objasněn systém rychlých změn při výměně blistrovacích forem a druhy uspořádání výrobního procesu na pracovišti. V závěru teoretické části se autor zabývá sedmi klasickými nástroji kvality, z nichž je jedna použita v praktické části bakalářské práce.

Cílem praktické části je popsat a zanalyzovat jednotlivé procesy balení produktů a najít faktory, jež příznivě i negativně ovlivňují produktivitu práce na blistrovacím stroji. Na základě provedené analýzy jsou následně navržena možná řešení pro zvýšení produktivity práce na stroji, vyčíslen jejich přínos, a je zjištěno, zda je možné uvést vše do praxe. Na závěr je vyhodnoceno, o kolik se zvýší produktivita práce na blistrovacím stroji při aplikování všech navrhovaných změn.

Celá práce se soustředí na zkoumání produktivity práce na konkrétním multifunkčním blistrovacím stroji, jež obsluhuje vždy jeden pracovník a během práce na stroji probíhají 3 procesy.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRODUKTIVITA

Produktivita se označuje jako účinnost, s jakou jsou výrobní faktory využívány ve výrobě. Týká se všech podniků, jak výrobních, tak i nevýrobních. Výrobou v nejširším pojetí se rozumí přeměna vstupů v užitečné výstupy. (Synek, 2011, s. 267)

Produktivitu je také možné určit jako vztah mezi výsledkem a časem, který byl nezbytný pro jejich dosažení. Čím méně času je potřeba, tím je systém produktivnější. Zvyšování produktivity neznamena více pracovat, spíše to znamená lépe využívat zdravý rozum a inteligenci při řešení problémů. (Košturiak a Gregor, 2002, s. 61)

Produktivita je také úzce propojena s kvalitou. Výrobce se proto musí zaměřovat jak na produktivitu, tak i na kvalitu. A to z toho důvodu, že nízká kvalita snižuje konkurenční schopnost a ceny výrobků. Naopak vysoká produktivita redukuje náklady a dovoluje snížit ceny výrobků, čímž se rozšíří okruh zákazníků, nebo zvýšit zisk z každého výrobku. (Synek, 2011, s. 267)

Podle Košturiaka a Gregora (2002, s. 61) produktivita znamená:

- Dělat správné věci na poprvé.
- Dělat správné věci správně.
- Dělat správné věci správně na poprvé a vždy.

Košturiak a Gregor (2002, s. 61) poukazuje i na to, že je produktivita více než věda, technologie či technika managementu. Je filozofií a způsobem jednání, které je založeno na vysoké motivaci lidí pro nepřetržité zlepšování kvality a konkurenceschopnosti.

Nejjednodušší definice produktivity je poměr dosažených výstupů ke vloženým vstupům, tedy:

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

(Kavan, 2002, s. 147)

1.1 Druhy produktivity

1.1.1 Totální produktivita

Totální produktivita (TP) je vyjádřena jako poměr celkového měřitelného výstupu a celkového kumulovaného vstupu. (Tuček a Bobák, 2006, s. 55)

$$TP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{celkový měřitelný vstup}} \quad (2)$$

(Mašín a Vytlačil, 2000, s. 28)

1.1.2 Parciální produktivita

Parciální produktivitou (PP) je myšlena základní míra, kterou je poměřována produktivita každého vstupu individuálně. Aby byla získána parciální produktivita, je nutné poměřovat výstup z procesu vůči každému vstupu. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 29)

$$PP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{jedna třída měřitelného vstupu}} \quad (3)$$

(Mašín a Vytlačil, 2000, s. 28)

1.1.3 Multifaktorová produktivita

Multifaktorová produktivita (MFP) poměřuje celkový výstup k práci plus k jiným vstupním faktorům, jako je například kapitál, energie atd.

$$MFP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{pracovní síla} + \text{kapitál}} \quad (4)$$

(Košturiak a Gregor, 2002, s. 63)

1.1.4 Celková produktivita

Pro podnik je velmi důležitá celková produktivita (CP) neboli produktivita souhrnu výrobních faktorů, která vyžaduje celkovou výslednou účinnost všech zdrojů. Celková produktivita zohledňuje spotřebu všech vstupů, jako jsou práce, kapitál, energie, suroviny a materiál. (Synek, 2011, s. 271)

Celkovou produktivitu lze vyjádřit poměrem:

$$CP = \frac{\text{výstup}}{\text{suma zdrojových vstupů}} = \frac{\text{výstup}}{\text{práce} + \text{kapitál} + \text{energie} + \text{materiál}} \quad (5)$$

(Synek, 2011, s. 271)

1.1.5 Standard produktivity

Standard produktivity vyjadřuje úroveň produktivity vypočtenou různými metodami průmyslového inženýrství pro posouzení podmínek podniku jako optimální. Tento standard následně slouží jako limit v procesu zvyšování produktivity. (Tuček a Bobák, 2006, s. 55)

1.1.6 Index produktivity

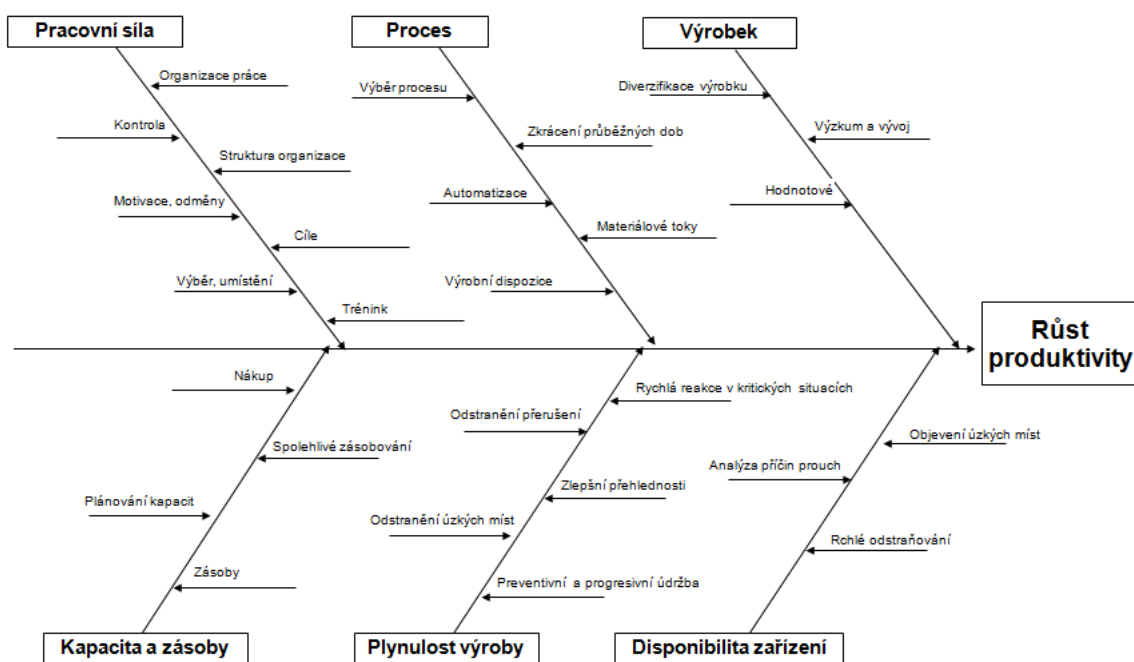
Poměr zjištěné produktivity a standardu produktivity se označuje jako index produktivity (IP). Index produktivity je ukazatelem, který udává míru dosahovaného stanoveného optima produktivity. (Tuček a Bobák, 2006, s. 55)

$$IP = \frac{\text{aktuální produktivity}}{\text{norma produktivity}} \times 100 \quad (6)$$

(Košturiak a Gregor, 2002, s. 63)

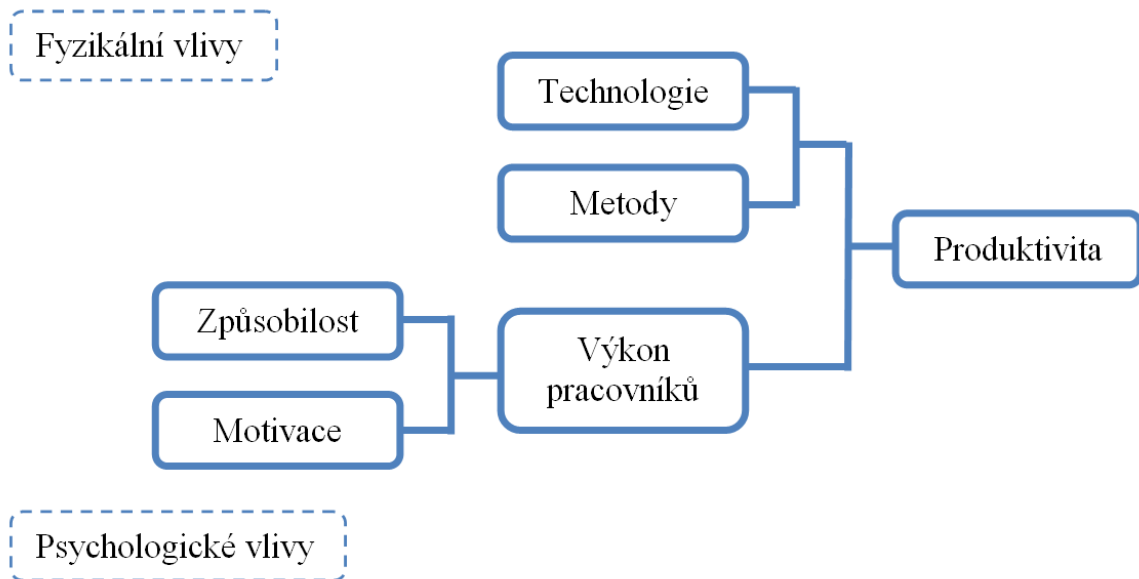
1.2 Co ovlivňuje produktivitu

Produktivitu ovlivňuje mnoho faktorů, které se podle Košturiaka a Gregora (2002, s. 67) v zásadě dělí na externí a interní. Externí faktory firma zpravidla nemůže ovlivnit. Interní faktory jsou ty, které firma přímo ovlivňuje. Základní faktory ovlivňující růst produktivity jsou zpracovány v podobě diagramu příčin a následků:



Obr. 1 Diagram příčin a následků (Košturiak a Gregor, 2002, s. 68)

Podle Mašína a Vytlačila (2000, s. 34-35) je naopak produktivita ovlivňována vlivy, které mohou být rozděleny do dvou hlavních skupin, a to na fyzikální či psychologické. Fyzikálními vlivy jsou v tomto případě myšleny fyzikální faktory, které mohou produktivitu přímo ovlivnit. Jsou zde zahrnuty například technologické a materiálové aspekty procesů, využívání času či kapitálu. Psychologickými faktory jsou chápány modely pracovníků, které ovlivňují produktivitu stejně velkou měrou jako faktory fyzikální.



Obr. 2 Fyzikální a psychologické vlivy na produktivitu (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 35)

1.3 Zvyšování produktivity

Podle odhadů odborníků se úroveň produktivity práce v tuzemských strojírenských podnicích, ve srovnání se strojírnami ve vyspělejších zemích, odhadována pouze na 20 až 40 %. Proto je podle Tučka a Bobáka (2006, s. 54) nutné produktivitu neustále zvyšovat prostřednictvím následujících základních bodů:

- Podnik by měl být maximálně pružný, schopný vyrábět ekonomicky efektivně i s minimálními sériemi výrobků.
- Zásoby by měly vykazovat minimální dobu obratu přísunu materiálu a komponentů v okamžiku výrobní spotřeby, které lze dosáhnout prostřednictvím metody Just-in-Time (JIT).
- Certifikace systémů řízení jakosti dle ISO 9000-9004 jako nezbytná podmínka udržení se na trhu.
- Kvalita součástí a finálních výrobků by se měla blížit ke 100 %.

- Klíčové výrobní stroje musí být plně vytíženy. (Tuček a Bobák, 2006, s. 54)

Podle Mašina a Vytlačila (2000, s. 35) průmyslové inženýrství, které je hlavním oborem v oblasti zvyšování produktivity, rozděluje jednotlivé vlivy do čtyř základních faktorů ovlivňujících produktivitu. Tyto faktory umožňují analyzovat úroveň dosažené produktivity a hledat příležitosti pro její zvýšení. Mezi tyto základní faktory patří:

- Míra využití.
- Míra výkonu.
- Míra kvality.
- Úroveň metod.

Míra využití odpovídá stupni, na jakém jsou vstupy procesů skutečně přeměňovány na produkt. Míra výkonu vyjadřuje rychlost a tempo s jakým je přeměna prováděna. Míra kvality zachycuje přesnost a jakost, s jakou je činnost dosahována. Úroveň metod zachycuje, jaké metody a postupy jsou použity. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 35)

1.4 Výpočet využití času pracovní směny

Výpočet využití času pracovní směny lze vypočítat pomocí vzorců, které ukazují zaměstnanost pracovníka, zbytečnou spotřebu času způsobenou pracovníkem a zbytečnou spotřebu času způsobenou technickými a organizačními nedostatky.

Ukazatelé využití času pracovní směny vyjadřují poměr nezbytné nebo zbytečné spotřeby času k času celé pracovní směny. (Tuček a Bobák, 2006, s. 113)

- Ukazatel zaměstnanosti pracovníka.

$$K_1 = \frac{(T'_1 + T_2) \times 100}{T} [\%] \quad (7)$$

(Tuček a Bobák, 2006, s. 113)

Kde:

K_1 ... ukazatel zaměstnanosti pracovníka v čase pracovní směny, vyjádřený v procentech;

T'_1 ... skutečná spotřeba času práce v čase pracovní směny;

T_2 ... normativní čas obecně nutných přestávek v čase pracovní směny;

T ... čas pracovní směny. (Tuček a Bobák, 2006, s. 113)

- Ukazatel zbytečné spotřeby času způsobené pracovníkem.

$$K_2 = \frac{(T'_2 - T_2 + T_D) \times 100}{T} [\%] \quad (8)$$

(Tuček a Bobák, 2006, s. 113)

Kde:

K_2 ... ukazatel zbytečné spotřeby času způsobené pracovníkem v pracovní směně, vyjádřený v procentech;

T'_2 ... skutečný čas vyčerpaný pracovníkem v pracovní směně na obecně nutné přestávky;

T_D ... zjištěné osobní ztráty času zapříčiněné pracovníkem v průběhu pracovní směny. (Tuček a Bobák, 2006, s. 113)

- Ukazatel zbytečné spotřeby času způsobené technickými a organizačními nedostatky.

$$K_3 = \frac{T_E \times 100}{T} [\%] \quad (9)$$

(Tuček a Bobák, 2006, s. 114)

Kde:

K_3 ... ukazatel zbytečné spotřeby času způsobené technickými nedostatky v pracovní směně, vyjádřený v procentech;

T_E ... zjištěné ztráty času způsobené technickými a organizačními nedostatky v čase pracovní směny. (Tuček a Bobák, 2006, s. 114)

Standardně se mohou výše uvedené vzorce využít i v praxi. Ne však u každého měření produktivity lze výše uvedené vzorce použít. To především z důvodu, že při měření produktivity je také zapotřebí přizpůsobit se analyzovanému stroji, prováděnému procesu či firemním požadavkům. Není také vždy tak jednoduché správně určit všechny proměnné v připraveném vzorci. Proto je potřeba přizpůsobit vzorce dle aktuální situaci a užít při výpočtech i selského rozumu.

2 PLÝTVÁNÍ

Jako základ japonských a později i amerických úspěchů byla vysoká produktivita vybudována zejména na vyhledávání a odstraňování plýtvání, tedy všech činností, které nepřidávají hodnotu k výrobku. Přístup k odstraňování plýtvání je velmi jednoduchý a nepotřebuje velké investice. Vysoká produktivita znamená vyhovět požadavkům zákazníka a přitom vynaložit méně lidského úsilí, použít méně zařízení, méně prostoru a času. (Košťuriak a Gregor, 2002, s. 64-65)

Minimálně jeden z druhů plýtvání se vyskytuje v každém podniku, proto by všichni pracovníci měli ustavičně hledat a odstraňovat plýtvání, aby zvyšovali produktivitu a snižovali náklady. Při postupném odkrývání je nutné si uvědomit, že jsou hledány problémy a jejich příčiny, nikoliv viníky, kteří by byly potrestáni. (API, ©2005-2012a)

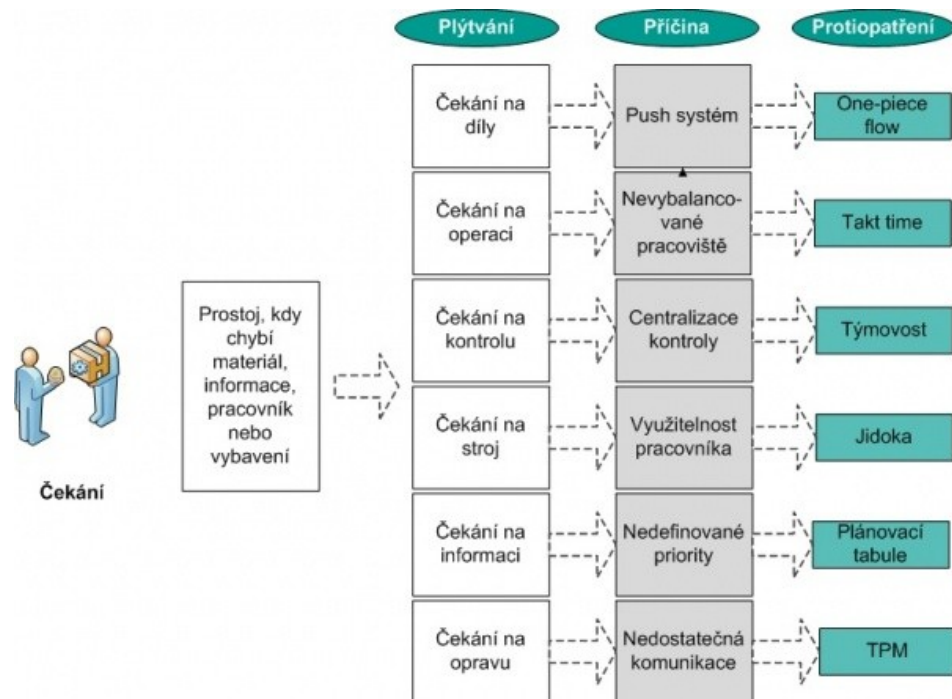
Plýtvání je rozlišováno do sedmi základních druhů, mezi které patří: čekání, nadprodukce, zmetky, nadměrná zásoba, zbytečný pohyb, přeprava a nadpráce. Osmým druhem plýtvání, který byl přidán mezi plýtvání teprve v posledních desetiletích, je nevyužitý potenciál pracovníků. (API, ©2005-2012a; Svozilová, 2011, s. 36)

2.1 Druhy plýtvání

2.1.1 Čekání

K čekání dochází tehdy, když pracovníci nemohou pracovat z technicko-organizačních důvodů, jako může být např. porucha stroje nebo špatný přísun materiálu. Často se tak stává, že pracovník nemůže pokračovat a musí čekat na opravu stroje či dodávku materiálu. Tyto prostoje lze relativně snadno odhalit. Hůře se však odhalují ztráty času, kdy pracovník čeká, než obdrží rozpracovaný výrobek k následnému opracování. Tento ztracený čas může být velmi krátký, avšak během směny celkový počet krátkých čekání značně narůstá. Uvedené ztráty se odstraňují zavedením systému Just-in-Time. (Váchal a Vochozka, 2013, s. 473)

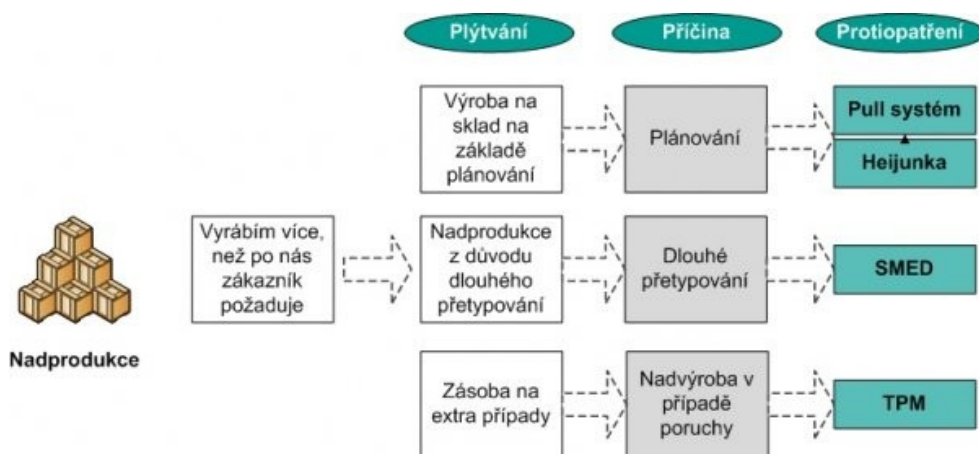
Další ztráty ve výrobě mohou nastat také dlouhým časem čekání na změnu seřízení či přetypování linky při změně výrobku na lince. Čas přetypování u některých linek může dosahovat velmi dlouhých časů. Proto se využívá metoda SMED, která zkracuje čas přetypování pod 10 minut. (Váchal a Vochozka, 2013, s. 473)



Obr. 3 Čekání (API, ©2005-2012b)

2.1.2 Nadprodukce

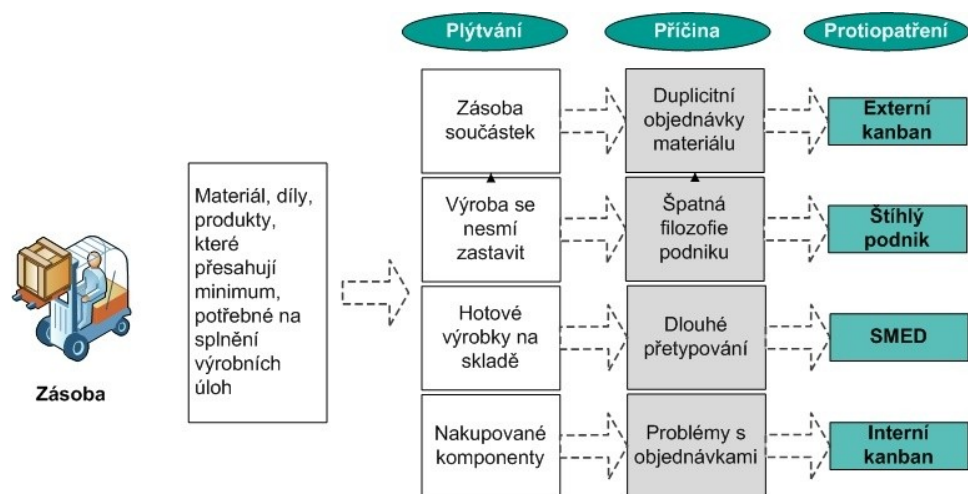
Výroba v předstihu před plánem nebo před objednávkami odběratelů vyžaduje dodatečné výrobní a skladové plochy. Vzniká větší množství rozpracovaných výrobků, z kterých vystanou nadměrné zásoby ve všech stupních výroby. Nadvýroba může vzniknout např. ze strachu před budoucími nepravidelnými dodávkami, případnými poruchami strojů nebo snahou o maximální vytížení klíčových výrobních strojů. (Váchal a Vochozka, 2013, s. 472)



Obr. 4 Nadprodukce (API, ©2005-2012c)

2.1.3 Nadměrné zásoby

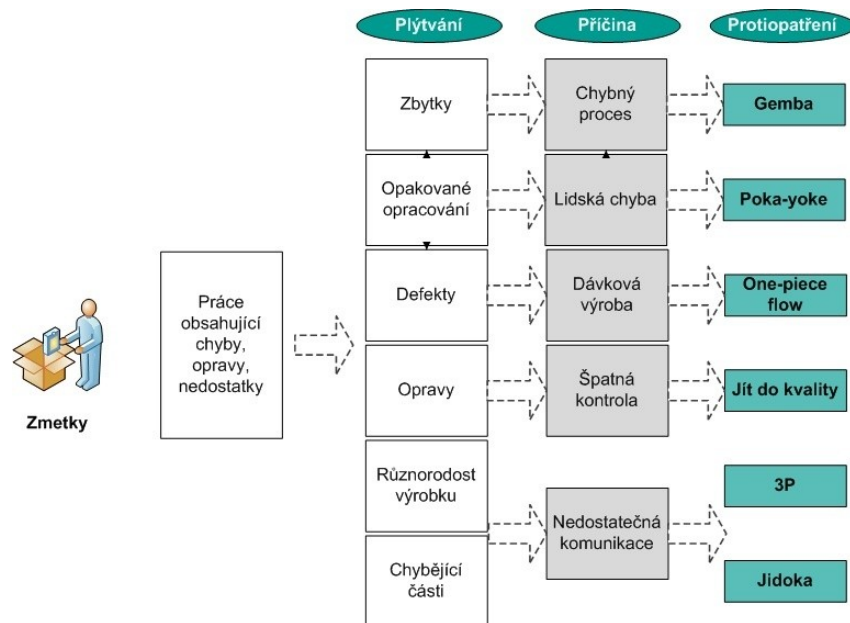
Zásoby vyžadují dodatečné náklady na skladování, vážou na sebe nadměrné finanční prostředky, nicméně nepřidávají zákazníkovi žádnou novou hodnotu. Nadměrné zásoby mohou vznikat především na počátku procesu, kde jsou jako zásoby vstupních prvků výroby nebo na konci ve formě hotových výrobků, které však nikdo prozatím nechce. Mimo to v rámci procesu mohou být také nemalé zásoby rozpracovaných výrobků. Ke snižování nadměrných zásob se zabývá mimo jiné systém Just-in-Time nebo Kanban. (Váchal a Vochozka, 2013, s. 472)



Obr. 5 Nadměrné zásoby (API, ©2005-2012d)

2.1.4 Zmetky

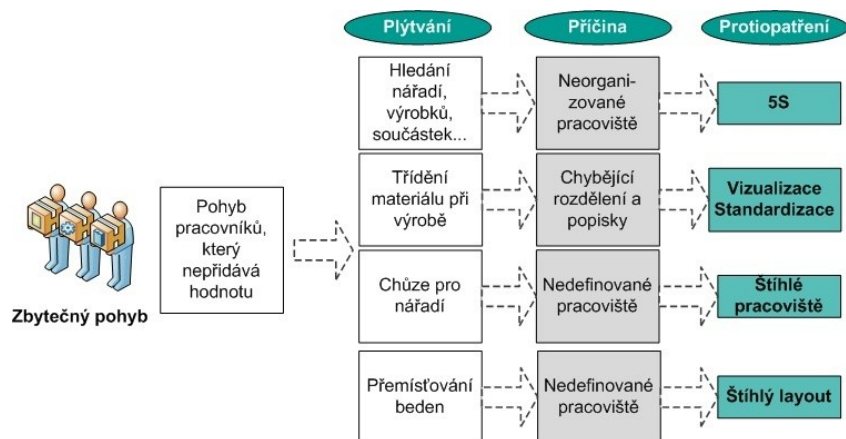
Zmetky jsou takové výrobky, které nedosahují standardu kvality, který byl předepsán. Byl na ně spotřebován materiál, vynaložena lidská síla a i přes to by se měly vyřadit. Tento případ nastává tehdy, když je kontrola kvality až na konci procesu. Proto je vhodné, aby se kontrola kvality prováděla také v průběhu procesu, kdy je vadný výrobek ještě možný opravit, aby nevznikl zmetek. U hromadné výroby může na výrobní lince vzniknout velké množství zmetků za velmi krátký čas, než je problém vůbec zaregistrován a linka následně zastavena. Linky u hromadné výroby by měly být vybaveny kontrolním mechanismem, jako je například Jidoka. Tento mechanismus linku automaticky zastaví, zjistí-li na výstupu případný zmetek nebo vadu. Opravy vzniklých chyb si vyžadují dodatečné investice, čas a práci. Proto může být dalším řešením použití Poka-yoke. Což je metoda, která se stará o minimalizaci neúmyslných chyb pracovníků. (API, ©2005-2012e; KCM, ©2008; Váchal a Vochozka, 2013, s. 472)



Obr. 6 Zmetky (API, ©2005-2012e)

2.1.5 Zbytečný pohyb

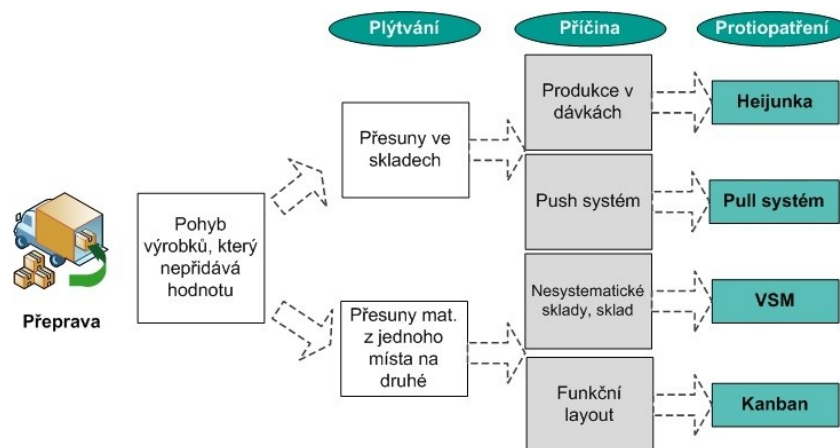
Za zbytečný pohyb se pokládá jakýkoliv pohyb lidí, který není přímo spojen s přidáváním hodnoty. Kupříkladu to může být zbytečné přecházení, hledání čehokoliv či ruční manipulace s těžkým nákladem, který by se měl přenášet s pomocí mechanismu. Tyto zbytečné pohyby je možné odstranit náležitým uspořádáním a pro jednotlivé materiálové položky, jako jsou spisy a doklady, vyčlenit neměnné místo. Ztráty způsobené zbytečnými pohyby je třeba eliminovat především u hromadné výroby, kde pracovník každý takto vykonaný pohyb provede nespočetně krát, což ve výsledku představuje významný podíl ve struktuře času pracovníka. Částečným řešením zde může být například metoda 5S či štíhlý layout pracoviště. (Váchal a Vochozka, 2013, s. 473)



Obr. 7 Zbytečný pohyb (API, ©2005-2012f)

2.1.6 Přeprava

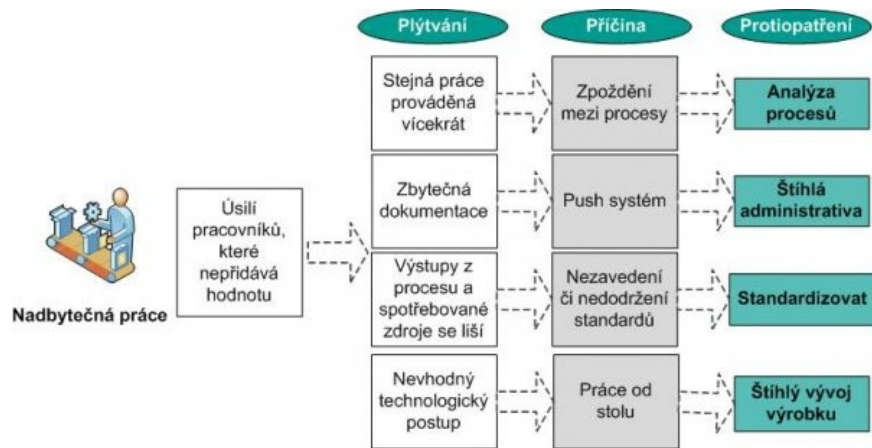
Jestliže je přeprava účelná, tak pro zákazníka vytváří přidanou hodnotu místa nebo času. V případě že účelná není, tak pouze zvyšuje náklady firmy. Je potřeba eliminovat dopravní operace, kde se materiál zcela bezcílně nebo nepromyšleně přemísťuje z jednoho místa na druhé jen proto, že se neví, kam ho uskladnit. Jestliže je doprava účelná, tak nepředstavuje ztráty, i když zákazníkovi přímo nepřidává hodnotu. (Svozilová, 2011, s. 35; Váchal a Vochozka, 2013, s. 473)



Obr. 8 Nadbytečná přeprava (API, ©2005-2012g)

2.1.7 Nadpráce

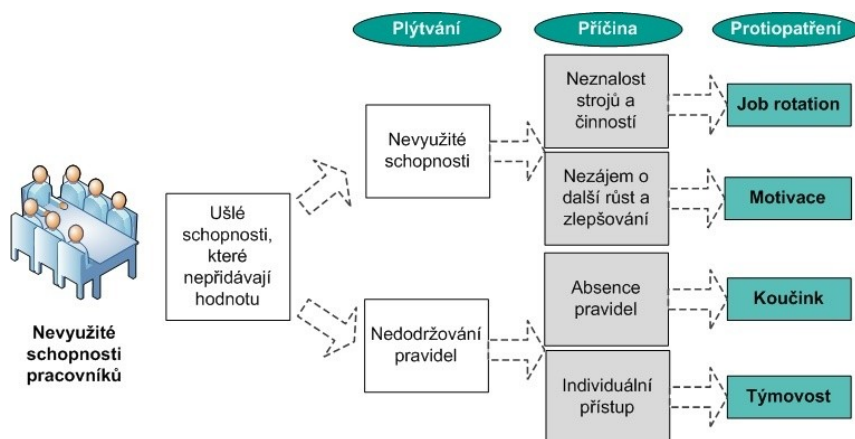
Nadprací lze označit zpracování věcí, které zákazník nechce, nebo je dokonce identifikuje jako plýtvání a není pak ochoten za ně zaplatit. Proto by se firma měla držet zákaznického principu, což představuje nevyrábět produkt zbytečně komplikovaný či s prvky, o které zákazník nejvíce zájem. Nadpráce může souviset i s duplicitním zpracováním informací a prováděním nadbytečných činností, které jsou způsobeny špatným vymezením odpovědností a povinností. (API, ©2005-2012h)



Obr. 9 Nadpráce (API, ©2005-2012h)

2.1.8 Nevyužití potenciálu pracovníků

Potenciál pracovníků není firmou náležitě využit s ohledem na nabízené schopnosti, znalosti a dovednosti. Je to způsobeno zejména nepatřičným chováním vedoucích pracovníků, kteří nejsou ochotní využít schopnosti svých podřízených. Nadřízení jsou přesvědčeni, že znají vše nejlépe a nepotřebují rady od podřízených. Následkem je pak ztráta tvořivosti a nevyužití schopnosti lidí. (API, ©2005-2012i; Váchal a Vochozka, 2013, s. 473)



Obr. 10 Nevyužití potenciálu pracovníků (API, ©2005-2012i)

3 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

3.1 SMED

Zkratka SMED značí anglický název pro Single Minute Exchange of Die. Anglický název by se dal přeložit jako systém rychlých změn při seřizování či výměně nástrojů. Význam této zkratky by se dal vyložit i tak, že se jedná o jakoukoliv změnu provedenou pod 10 minut. Tento čas je počítán jako časový interval mezi posledním kvalitně vyrobeným kusem výrobku A, a zhotovením prvního kvalitního kusu nového výrobku B. Tedy čas potřebný k výměně materiálu, nářadí, matrice a upínadla. A dále čas potřebný ke stabilizaci procesu pro výrobu s vyhovující kvalitou nového výrobků. (Cudney, Furterer a Dietrich, 2014, s. 92; Salvendy, 2001, s. 547; Tuček a Bobák, 2006, s. 118)

Výměna a následné seřizování jsou činnosti, které jsou vždy plýtváním. A to proto, že při jejich realizování se nepřidává výrobkům žádná hodnota. Pokud je brán tento fakt v úvahu, je potřeba se zaměřit na odstraňování plýtvání. Toto plýtvání je možné rozdělit na dílčí druhy, které spadají do čtyř kategorií:

- Plýtvání při přípravě na změnu – jedná se o hledání nástrojů, pomůcek, dílů či matic, které jsou ke změně zapotřebí. Dále se může jednat o manipulaci s nástroji, dokončených výrobků, materiálu potřebného k další výrobě apod.
- Plýtvání při montáži a demontáži – jedná se o montáž či demontáž dopravníků a skluzů, povolování a následné utahování šroubů s neúměrně mnoho otáčkami, zbytečná chůze pro nástroje atd.
- Plýtvání při seřizování a zkouškách – plýtvání zde představuje všechny pohyby, které jsou nutné k seřízení. Například nastavování pracovních výšek, umístění nástrojů podle oka či delší doba centrování. Do této kategorie spadá i plýtvání materiálem při zkouškách.
- Plýtvání při opětovném zahájení výroby – plýtvání se zde projevuje čekáním již seřízeného stroje na zahájení výroby. Zahájit opětovnou výrobu však může jako jediný kontrolor kvality, na kterého se tedy musí čekat. (Tuček a Bobák, 2006, s. 119; Vytlačil, 1997, s. 111-112)

Způsob, jak tyto druhy plýtvání odstranit, lze rozdělit do tří kroků. Nejdříve je nutné uvědomit si, že při každé změně je možno některé činnosti provádět v době, kdy stroj vyrábí ještě starou sérii výrobků nebo již začal vyrábět novou sérii. Tento typ činností se nazývá

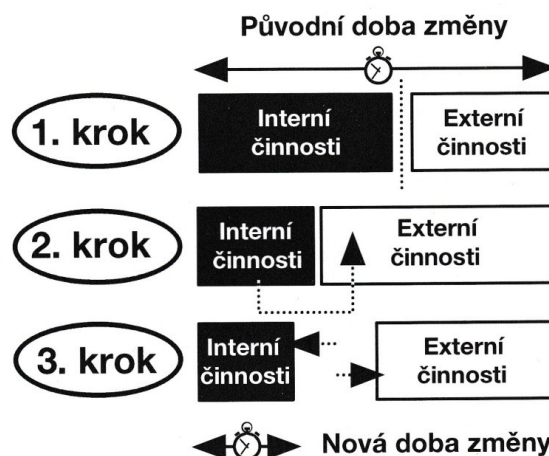
„externí“. Druhý typ činností je možno realizovat pouze při zastavení stroje, tedy při zastavené výrobě. Tomuto typu činností se říká „interní“. (Vytlačil, 1997, s. 111)

- Interní činnost – upnutí a odepnutí nástroje či matrice, které lze provést pouze jestliže je stroj zastaven
- Externí činnost – kontrola použitého nástroje, čištění, transport a uložení do skladu. Příprava nového nástroje a materiálu pro následující práci, která může být prováděna při zapnutém stroji. (Shingo, 1985, s. 22; Tuček a Bobák, 2006, s. 119)

První krok pro snížení času potřebného k výměně je důsledné provádění jednotlivých činností podle jejich charakteru. Což znamená důsledně realizovat veškeré externí činnosti před nebo až po výměně. Například manipulace s nástroji se musí striktně provádět před nebo až po skončení změny. Před vlastní změnou je také nezbytné připravit všechny pomůcky i pracoviště pro bezproblémový průběh výměny. (Vytlačil, 1997, s. 111)

V druhém kroku je nutné soustředit se na převedení interních činností na externí. Jinak řečeno hledat způsob, jak činnosti realizované při zastaveném stroji vykonávat v době, kdy je stroj v chodu. Může se jednat např. o různé formy nahřívání, seřizování a předmontáž nástrojů, příprava a transport materiálu pro výrobu. (Vytlačil, 1997, s. 111-112)

Třetí krok setrvává v opětovném snižování času nutného pro vykonání jednotlivých interních i externích činností. (Vytlačil, 1997, s. 111)



Obr. 11 Tři kroky SMED (Vytlačil, 1997, s. 112)

Realizací těchto tří kroků lze získat výrazné zkrácení původního času potřebného pro vykonání změny sortimentu a výměny nástroje. (Vytlačil, 1997, s. 112)

- Prostředí – osvětlení, vlhkost, teplota. (API, ©2005-2012j; Tuček a Bobák, 2006, s. 183-184)

3.2.2 Datová frekvenční tabulka

Frekvenční tabulka je nástrojem pro sběr a prezentaci zjištěných údajů. V průmyslovém inženýrství se vydatně využívá pro vyjádření četnosti jednotlivých jevů, například při analýze jakosti. (API, ©2005-2012j; Vytlačil a Mašín, 1999, s. 108)

3.2.3 Histogram

Histogram odpovídá na otázky týkající se velikosti rozpětí naměřených hodnot, nejvyšší četnosti či střední hodnotě. Tento sloupcový graf je základním analytickým nástrojem, který dává okamžitou představu o zkoumaných datech. (API, ©2005-2012j; Vytlačil a Mašín, 1999, s. 109-110)

3.2.4 Paretova analýza

Paretova analýza slouží k identifikaci prioritních problémů od problémů méně důležitých. Podle Paretova zákona platí, že 80 % výskytu nějakého jevu je spojeno s 20 % souvisejících položek nebo příčin. Toto pravidlo se nazývá 80/20 a ve firemním prostředí jej lze interpretovat i tak, že 20 % problémů generuje 80 % nákladů. (API, ©2005-2012j; Vytlačil a Mašín, 1999, s. 111)

3.2.5 Diagram příčin a následků

Všechny problémy resp. chyby či závady mají nějakou příčinu. Důležitým cílem analýzy je určení těchto příčin, aby bylo možné přijmout odpovídající nápravná opatření. Jednoduchým nástrojem, který přispívá k nalezení příčin, je diagram příčin a následků. Tento diagram je založen na postupném znázorňování logických vazeb mezi příčinami a následky. (Vytlačil a Mašín, 1999, s. 113-114)

Diagram příčin a následků se také nazývá Ishikawa diagram, který jako první představil Kaoru Ishikawa jenž byl japonský univerzitní profesor a významný inovátor v oblasti řízení kvality. (Tuček a Bobák, 2006, s. 183)

3.2.6 Analýza rozptylu a trendu

Jedná se o analýzu korelace, vzájemné závislosti, mezi dvěma proměnnými. Pro sestavení tohoto diagramu je třeba znát údaje o závisle i nezávisle proměnných. Nezávisle proměn-

nou je položka, která má dle přesvědčení nějaký vliv na výsledný kvalitativní znak. Závisle proměnná je pouze pozorovaný kvalitativní znak. (API, ©2005-2012j; Vytlačil a Mašín, 1999, s. 115)

3.2.7 Kontrolní regulační diagram

Tento diagram se používá pro grafické sledování průběhu chování vybrané veličiny a jejích hodnot v čase. V diagramu je určena vždy horní a dolní toleranční mez. V určeném rozmezí by se měla vždy sledovaná veličina po daných časových úsecích nacházet. Výhoda lze spatřit v tom, že i na základě malých souborů dat tato metoda poskytuje statistické ukazatele, které charakterizují průběh celého procesu. (API, ©2005-2012j; Vytlačil a Mašín, 1999, s. 116)

3.3 Layout

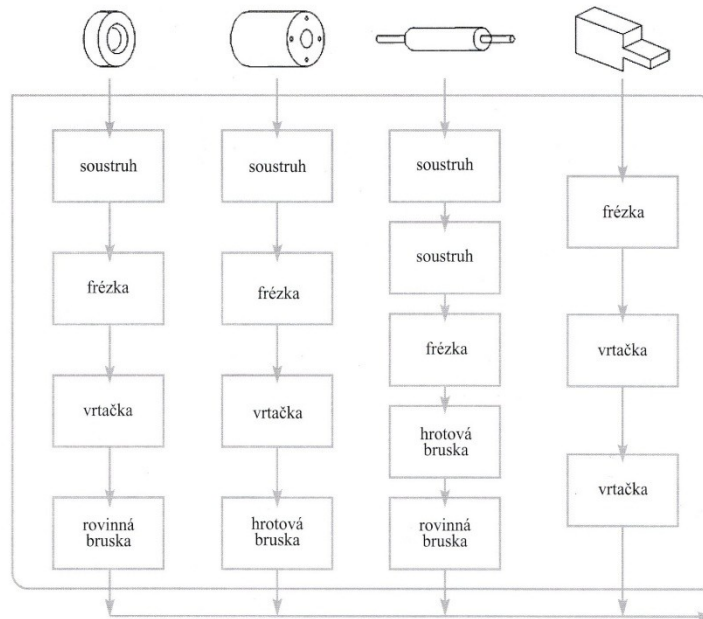
Přeprava, skladování a manipulace zaměstnává až 25 % pracovníků, zabírá 55 % ploch a tvoří až 87 % času, který setrvává materiál v podniku. Všechny tyto nadbytečné náklady se vztahují ke špatně navrženým layoutům, které jsou v mnoha podnicích zásadní příčinou plýtvání. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 135)

V poslední době se ve firmách uskutečňovalo velké množství změn, které se vztahovaly především k rozšiřování a obměně výrobního sortimentu. Tyto změny se často konaly pod časovým tlakem či bez jasné koncepce. Výsledek takto koncipovaných layoutů dnes způsobuje jak zbytečně dlouhé materiálové toky, tak i velký počet manipulačních a skladovacích činností, či velmi komplikované řízení výroby a logistiky. Řešením uvedených problémů jsou štíhlý layout a výrobní buňky. Štíhlý layout současně poskytuje úsporu ploch, přičemž je možné na uvolněných plochách situovat další výrobní programy. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 135)

3.3.1 Předmětné uspořádání

Předmětný, nebo také produktový, layout je založen především na maximální standardizaci pracovních operací a výrobků. Cílem předmětného uspořádání je zisk bezproblémového, rychlého a mohutného toku výrobků. Na několika výrobních položkách jsou postupně vykonávány všechny potřebné technologické operace. Materiálový tok zde bývá pevný. Pracoviště jsou uspořádána dle místa ve výrobním postupu. Předmětné uspořádání je vhodné, jestliže se na výrobním prostoru vyrábí pouze jednotný základní produkt. Největší výhody

použití předmětného uspořádání jsou velmi nízké výrobní náklady, vysoká konkurenceschopnost a velmi efektivní výroba. (Kavan, 2002, s. 187; Tomek a Vávrová, 2000, s. 92)

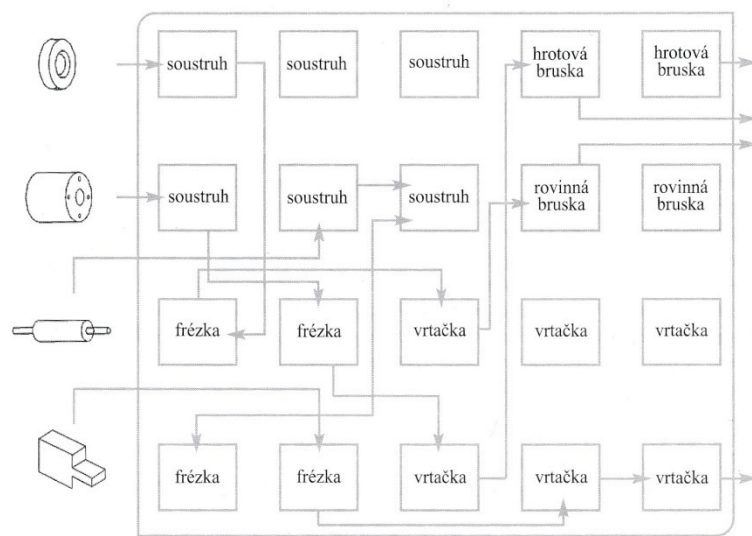


Obr. 13 Předmětné uspořádání (Košturiak a Frolík, 2006, s. 137)

3.3.2 Technologické uspořádání

U technologického layoutu jsou jednotlivé strojní skupiny rozloženy podle své technologické podobnosti, jako např. soustruhy, brusky, frézy, lisy apod. Technologické uspořádání na rozdíl od předmětného lépe zvládá odlišnost výrobních požadavků. Umožňuje lépe improvizovat. (Kavan, 2002, s. 187; Košturiak a Frolík, 2006, s. 135)

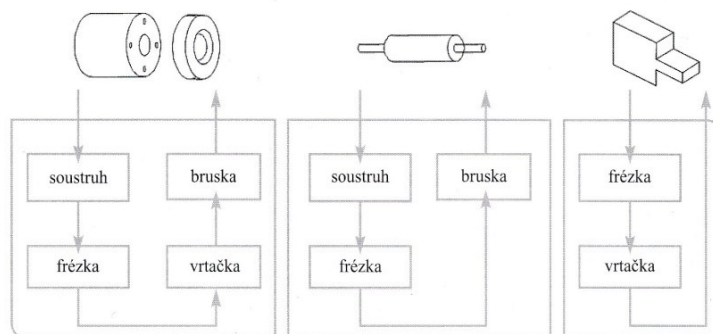
Všechny zakázky musejí mít přesně určený postup mezi jednotlivými pracovišti. Vzniká velmi složitá mezioperační doprava. Z toho důvodu jsou mezi jednotlivými pracovišti budovány příruční sklady nebo mezi dílnami mezisklady. Množství přepravované výrobní dávky je určováno technickými podmínkami výrobního zařízení. Nezanedbatelnou roli zde hraje i frekvence zakázek a náklady na skladování. Technologické uspořádání je obvykle obzvláště u výroby dílů ve strojírenské a elektrotechnické výrobě. (Kavan, 2002, s. 187; Tomek a Vávrová, 2000, s. 92)



Obr. 14 Technologické uspořádání (Košturiak a Frolík, 2006, s. 136)

3.3.3 Buňková výroba

Je to moderní uspořádání strojů do tzv. buněk, ve kterých se vyrábí skupina produktů s příbuznými výrobními požadavky. Buňková výroba se snaží o spojení výhod technologického i předmětného uspořádání. Jednu z nejdůležitějších vlastností výrobních buněk je flexibilita, kterou disponují. Jelikož jsou zařízení v buňce vybaveny autonomností, jako je například Jidoka, a stroje jsou blízko u sebe, může se operátor v buňce pohybovat a obsluhovat tak více strojů. Navíc díky blízkému rozestavení strojů je možné upustit od výroby ve velkých dávkách. Tím se zásadně zredukuje podíl časů, který nepřidává hodnotu v průběžné době výroby. Snížení velkých dávek zároveň minimalizuje požadavky na přepravu, je třeba méně skladovací plochy a zaručuje jednodušší manipulaci s materiálem. (Kavan, 2002, s. 188; Košturiak a Frolík, 2006, s. 135-136)



Obr. 15 Princip výrobních buněk (Košturiak a Frolík, 2006, s. 137)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 O SPOLEČNOSTI

4.1 MEDIAP, spol. s r.o.

Farmaceutická společnost MEDIAP, spol. s r.o. (dále jen MEDIAP) je mezinárodní, moderní, dynamicky se rozvíjející společností, která se zabývá především smluvní farmaceutickou výrobou, produkcí obalů pro farmaceutické potřeby, skladováním, logistikou a distribucí léčiv do zemí střední a východní Evropy. Společnost současně vyvíjí a vyrábí produkty z oblasti potravinových doplňků. (Mediap, ©2014)

Neméně významnou aktivitou společnosti MEDIAP je vývoj, výroba a distribuce potravinových dávek, humanitárních balíčků pro krizové situace, včetně bojových dávek pro armádu. (Mediap, ©2014)



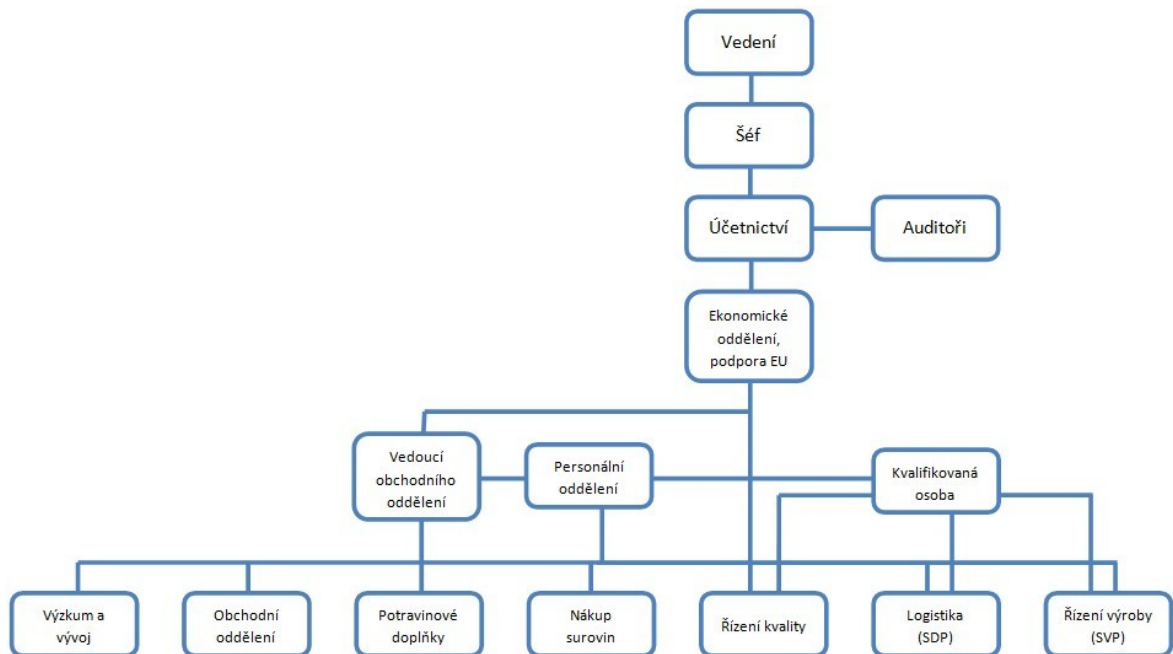
Obr. 16 Logo (Mediap, ©2014)

Všechny činnosti, které ve firmě probíhají, jsou jasně definovány v Příručce jakosti podniku a dle ní jsou taktéž kontrolovány. To bylo nutnou podmínkou pro zajištění kvality výroby a získání certifikátů kvality. Jako jsou Správná výrobní praxe (SVP), což je povolení k výrobě léčivých přípravků, Správná distribuční praxe (SDP), která povoluje distribuci léčivých přípravků a Oprávnění k výrobě léčivých přípravků z dovozu z třetích zemí. Všechny výše uvedené povolení uděluje Státní ústav pro kontrolu léčiv Praha (SÚKL). (Mediap, ©2014)

Dále má společnost certifikát „Systém managementu kvality pro komplectaci potravinových dávek, včetně bojových dávek potravin a humanitárních balíčků, pro výrobu léčivých přípravků a doplňků stravy včetně adjustace do primárních a sekundárních obalů, pro distribuci léčivých přípravků a doplňků stravy, odpovídající systému ČSN EN ISO 9001:2009.“ (Mediap, ©2014)

4.2 Organizační struktura

Organizační struktura společnosti MEDIAP je velmi rozvětvená, jak lze vidět na obrázku níže:



Obr. 17 Organizační struktura společnosti (vlastní zpracování)

Primární i sekundární balení potravinových doplňků a léčivých přípravků probíhá výhradně ve výrobním centru Slušovice. Toto centrum, jak už název napovídá, sídlí v průmyslové zóně ve Slušovicích. Z výrobního centra Slušovice již zabalené léčivé přípravky putují do logistického centra, které se nachází v Napajedlích. Zde se skladují a následně expedují objednávky dodavatelům. Nejvýše postavenou funkcí celého procesu balení a logistiky je kvalifikovaná osoba, která dohlíží na vše od řízení výroby, logistiku až po řízení kvality.

4.3 Výrobní centrum Slušovice

Provoz výrobního centra Slušovice, stejně jako všechny procesy, musí splňovat požadavky SVP. Důsledná a nepřetržitá kontrola je nedílnou součástí všech výrobních procesů a je prováděna jak zaměstnanci z oddělení kontroly tak i externími odborníky. Kvalitní a moderní strojní zařízení je hlavní složkou, která umožňuje firmě nabízet rozsáhlé služby z oblasti primárního a sekundárního balení léčivých přípravků i potravinových doplňků. (Mediap, ©2014)

Balení přípravků a potravinových doplňků ve výrobním centru Slušovice probíhá ve dvou fázích, první fáze se nazývá primární adjustace, která zajišťuje absolutní těsnost vůči okolním vlivům jednotlivých pilulek v platu. Druhá fáze má název sekundární adjustace, která se skládá z papírové krabičky s potiskem a datem expirace. Ve výrobním centru je v tuto chvíli jedna automatická balicí linka, jeden multifunkční blistrovací stroj a jedna balicí linka pro sekundární adjustaci s razičkou expirací.



Obr. 18 Výrobní centru Slušovice (Mediap, ©2014)

5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBY

5.1 Blistrovací multifunkční stroj

Ve společnosti MEDIAP, spol. s r.o. je používána blistrovací plně automatická linka pro platové balení farmaceutických pilulek. Tato plně automatická linka je vhodná především pro zakázky, kde je výrobní minimum větší jak 50 000 kusů výrobků. Pro zakázky, kde je požadavek nižší než je tato minimální hranice, má společnost k dispozici multifunkční blistrovací stroj italské značky O.M.A.R. model Fantasy Plus.

Na tomto blistrovacím multifunkčním stroji značky O.M.A.R. jsou prováděny 3 druhy operací, jež jsou zapotřebí k výrobě finálního produktu. Jednotlivé operace na sebe plynně nenavazují, avšak mezi jednotlivými činnostmi se musí vždy vyměnit forma. Mezi výměnami forem je dále nutno čekat na případné zchladnutí stroje a následné opětovné zahřátí. Na obrázku níže je možno vidět stroj přímo na pracovišti.

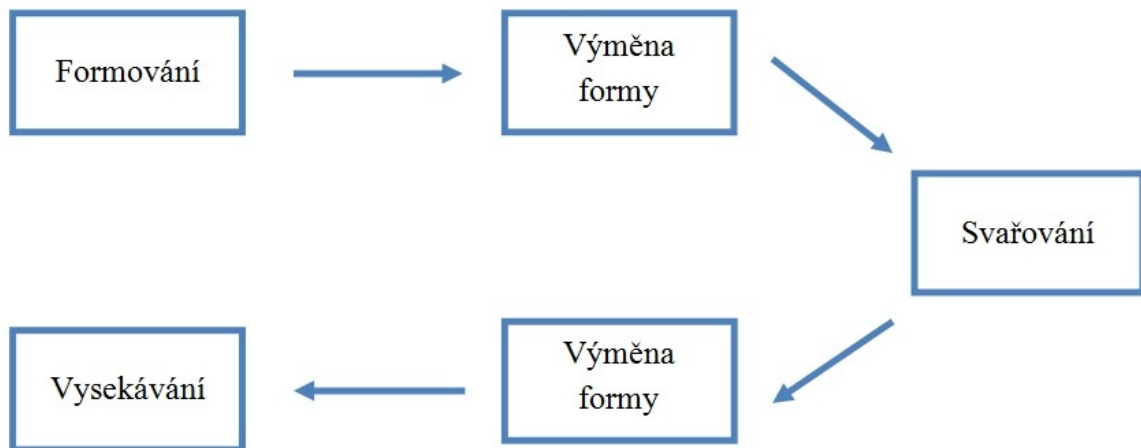


Obr. 19 Multifunkční blistrovací stroj (vlastní zpracování)

Pro lepší představu je v příloze č. 1 vyobrazen stroj přímo z dokumentace od italského výrobce O.M.A.R.

5.2 Výrobní proces

Výrobní proces se skládá ze tří procesů: formování, svařování a vysekávání, kde po každém z procesů je nutné vyměnit formu.



Obr. 20 Výrobní proces (vlastní zpracování)

5.2.1 Formování

Výrobní proces při výrobě obalu začíná tzv. blistrováním (též formováním), což je tvarování PVC materiálu při teplotě 120°C a tlaku 4 BAR. Během tomto procesu blistrovací stroj vytvaruje materiál do požadovaného tvaru. Při tvarování je velmi důležitá hloubka vytvarovaných „puchýřků“, která musí být dostatečně velká, aby odpovídala tvaru, velikosti a počtu tobolek, které se při druhé operaci do vytvarovaného PVC materiálu vkládají.

5.2.2 Výměna formy

Po ukončení první fáze procesu, tedy blistrování, je nutno vyměnit formu k dalšímu procesu. Když je tedy vytvarován požadovaný tvar plata, musí se vyměnit tvarovací forma na formu svařovací. Zde je potřeba zaškoleného pracovníka, nejčastěji vedoucího směny, který musí být obeznámen s výměnou formy a bezpečnou manipulací s horkými předměty. Mnohdy se totiž musí počkat, než bude možno vzhledem k teplotě bezpečně manipulovat s formou. Vlastní výměna forem již pak trvá podle zručnosti kolem 5 minut.

5.2.3 Svařování

Jakmile je forma bezpečně vyměněna, může se stroj znovu zapnout. Je však zde nutnost čekat na patřičné opětovné nahřátí stroje, tentokrát na teplotu 130°C, což může trvat dle situace od 8 do 12 minut. Přibližně po 10 minutách je tedy možno do již vytvarovaného blistru vysázet tobolky, které se přikryjí ALU fólií a vloží se do stroje ke svaření. Strojem pod tlakem 4,5 BAR je dohromady svařeno PVC blistr a ALU fólii tak, aby byl blistr s tobolkou hermeticky uzavřen. Zároveň se v tomto procesu do svařené ALU fólie vylisují informace o šarži, která obsahuje číslo dávky a datum expirace.

5.2.4 Výměna formy na vysekávací

Poté, co je blistr svařen, by mělo dojít k vyseknutí blistru do požadovaného tvaru a počtu kusů tobolek. To je však možné teprve po zchladnutí stroje, což trvá minimálně 30 minut. Po zchladnutí bylo nutné formy zase vyměnit, a to ze svařovací formy na vysekávací formu. Výměna je provedena také vedoucím směny, nebo zaškoleným pracovníkem. Doba potřebná k výměně je opět 5 minut.

5.2.5 Vysekávání

Poslední ze tří operací je vysekávání (též vystřihnutí). Tato operace spočívá v tom, že se hermeticky uzavřený blistr musí vyseknout, aby plato prášků dostalo finální tvar o určitém počtu tobolek. Hotové plato prášků může být nyní poskytnuto k balení do papírové krabičky s logem.

5.2.6 Shrnutí

Jak je vidno, všechny tři operace jsou vykonávány na stejném stroji, za neustálé výměny forem. Proto by výroba jednoho plata prášků byla velice zdlouhavá, doba potřebná k souvislé výrobě jednoho kusu by trvala více jak 60 minut.

Logické se tedy jeví udělat větší množství jednoho druhu polotovaru, pak přejít s výrobou na druhý a třetí proces. Pokud by bylo vyrobeno více jak 1000 kusů jednoho druhu polotovaru, bylo by možno snížit výrobní čas jednoho hotového výrobku pod 1 minutu.

5.3 Analýza současné produktivity

5.3.1 Produktivita za směnu

Každá směna trvá 8,5 hodiny, přičemž 30 minut má pracovník na přestávku. Za směnu tedy pracovník odpracuje čistých 8 hodin na blistrovacím stroji.

Výsledky měření byly spočítány přímo blistrovacím strojem, který po každé operaci hodnotu připočetl, proto jsou výsledky 100 % spolehlivě zaznamenány. Měřené hodnoty byly zaznamenávány v období od 6. ledna do 31. ledna 2014 během ranních i odpoledních směn. Práce na blistrovacím stroji byla prováděna každou směnu jiným pracovníkem, celkem se při měření na blistrovacím stroji vystřídalo 7 pracovníků.

Práce stroje je závislá na pracovníkovi, nejedná se o výrobní linku, ale o multifunkční stroj, k jehož činnosti je třeba lidského faktoru. Pracovník je v procesu nejdůležitějším článkem, na němž závisí celá produktivita výroby.

Průměrná produktivita práce za jednu osmihodinovou směnu se odvíjí od druhu vykonávané operace. Největší produktivita byla naměřena při první operaci, tj. formování PVC materiálu, kde se průměrná produktivita měřená po dobu 10 směn pohybovala mezi 1441 až 1553 výlisků. Průměrná hodnota za jednu směnu byla tedy vyčíslena na 1490 kusů.

Při vykonávání druhé operace, tj. svařování, se produktivita práce pohybovala mezi 762 až 841 kusů. Průměrná produktivita zde byla 801 kusů za jednu směnu.

Poslední operací tj. stříhání, se produktivita měřená za 10 směn pohybovala v rozmezí 948 až 1055 kusů a průměrná produktivita zde tedy byla vypočtena na 998 kusů za jednu směnu.

Z naměřených hodnot produktivity za směnu, které jsou uvedeny v tabulce je možné vypočítat, že není rozdíl v produktivitě mezi ranní a odpolední směnou. Všechny naměřené produktivity v jednotlivých směnách viz. níže.

Tab. 1 Naměřená produktivita za směnu (vlastní zpracování)

směna	ranní/odpolední směna	blistrování [ks]	sváření [ks]	stříhání [ks]
1.	ranní	1536	783	982
2.	odpolední	1502	826	1055
3.	ranní	1465	814	968
4.	odpolední	1491	797	956
5.	ranní	1553	762	1034
6.	odpolední	1512	796	948
7.	ranní	1465	803	989
8.	odpolední	1448	841	1021
9.	ranní	1441	793	1034
10.	odpolední	1487	799	993
průměr	---	1490	801	998

Výpočet průměrné doby vytvarování jednoho blistru:

$$\frac{\text{hodin za směnu} \times \text{minut v hodině} \times \text{vteřin v minutě}}{\text{průměr produktivity u blistrování ve směně}} = \frac{8 \times 60 \times 60}{1490} = 19,33 \text{ s}$$

Výpočet průměrné doby svaření jednoho blistru:

$$\frac{\text{hodin za směnu} \times \text{minut v hodině} \times \text{vteřin v minutě}}{\text{průměr produktivity u svařování ve směně}} = \frac{8 \times 60 \times 60}{801} = 35,96 \text{ s}$$

Výpočet průměrné doby vyseknutí jednoho blistru:

$$\frac{\text{hodin za směnu} \times \text{minut v hodině} \times \text{vteřin v minutě}}{\text{průměr produktivity u vysekávání ve směně}} = \frac{8 \times 60 \times 60}{998} = 28,86 \text{ s}$$

Výpočet celkové doby potřebné k vytvoření finálního výrobku:

$$\begin{aligned} \text{doba vytvarování 1 blisru} + \text{doba svaření 1 blistru} + \text{doba vyseknutí 1 blistru} = \\ = 19,33 + 35,96 + 28,86 = \mathbf{84,15 \text{ s}} \end{aligned}$$

Počet vyrobených finálních výrobků za směnu:

$$\begin{aligned} \frac{\text{hodin za směnu} \times \text{minut v hodině} \times \text{vteřin v minutě}}{\text{celková doba potřebná k vytvoření finálního blistru}} = \frac{8 \times 60 \times 60}{84,15} = \\ = \mathbf{342,25 \text{ ks}} \end{aligned}$$

Jak lze spatřit v příkladech výše, celková doba potřebná k vytvoření finálního výrobku je rovna 84,15 vteřinám. Z toho lze snadno odvodit, že za směnu je možno vyrobit pouze 342 finálních výrobků.

5.3.2 Lokální měření produktivity

Při snímkování produktivity na multifunkčním blistrovacím stroji byly získány údaje, které napovídají, jakou maximální produktivitu je pracovník schopen vyvinout. Pracovník se během měření věnoval výhradně práci na blistrovacím stroji, aby byly odstraněny rušivé elementy jako například odbíhání k jiné činnosti. Tím byly zajištěny podmínky pro maximální výkonnost pracovníka.

Během snímkování byl vždy změřen čas, jaký potřebuje pracovník pro vytvarování 10 kusů výrobku, 20 kusů výrobku a 30 kusů výrobku. Veškeré měření bylo prováděno 5x pro eliminaci nahodilých chyb při měření. Stejně snímkování bylo provedeno i pro proces svařování i vystřihování. V níže uvedené tabulce jsou uvedeny průměry z naměřených hodnot při každé operaci.

Tab. 2 Naměřená lokální produktivita (vlastní zpracování)

měření	měřených kusů [ks]	celkový čas blistrování [s]	celkový čas sváření [s]	celkový čas stříhání [s]	1 kus při blistrování [s]	1 kus při sváření [s]	1 kus při stříhání [s]
1.	10	104	243	175	10,40	24,30	17,50
2.	10	103	238	172	10,30	23,80	17,20
3.	10	107	242	180	10,70	24,20	18,00
4.	10	105	247	177	10,50	24,70	17,70
5.	10	109	234	171	10,90	23,40	17,10
6.	20	210	478	356	10,50	23,90	17,80
7.	20	212	485	349	10,60	24,25	17,45
8.	20	208	489	347	10,40	24,45	17,35
9.	20	209	482	352	10,45	24,10	17,60
10.	20	216	471	350	10,80	23,55	17,50
11.	30	315	720	526	10,50	24,00	17,53
12.	30	313	716	531	10,43	23,87	17,70
13.	30	320	715	529	10,67	23,83	17,63
14.	30	316	725	535	10,53	24,17	17,83
15.	30	314	727	524	10,47	24,23	17,47
průměr	10	105,6	240,8	175,0	10,56	24,08	17,50
	20	211,0	481,0	350,8	10,55	24,05	17,54
	30	315,6	720,6	529,0	10,52	24,02	17,63
průměr celkem					10,54	24,05	17,56

Jak je uvedeno v tabulce, celkový průměr z naměřených hodnot je u procesu blistrování 10,54 vteřin, což znamená, že tento čas pracovník v průměru potřebuje na jeden vytvářovaný blister. Pro proces svaření pracovník potřebuje na svaření jednoho blistru průměrně 24,05 vteřin. U procesu stříhání zaměstnanec zvládne svařený blister vystříhnout průměrně za 17,56 vteřin.

Výpočet celkové doby potřebné k vytvoření finálního výrobku u lokálního měření:

$$\begin{aligned} \text{doba vytvarování 1 blisru} + \text{doba svaření 1 blistru} + \text{doba vyseknutí 1 blistru} = \\ = 10,54 + 24,05 + 17,56 = \mathbf{52,15 \text{ s}} \end{aligned}$$

Jestliže se sečtou doby jednotlivých operací potřebné k vytvoření 1 kusu výrobku, tak by v ideálním případě byl schopen zaměstnanec vyrobit jeden hotový výrobek, tj. vytvarovat PVC materiál, vložit tobolek a následně svařit ALU fólii a nakonec vystříhnout výrobek, za 52,15 vteřin.

Výpočet vytvářených blisterů za směnu u lokálního měření:

$$\frac{\text{hodin za směnu} \times \text{minut v hodině} \times \text{vteřin v minutě}}{\text{průměr z naměřených hodnot u blistrování}} = \frac{8 \times 60 \times 60}{10,54} = 2732,45 \text{ ks}$$

Výpočet svařených blisterů za směnu u lokálního měření:

$$\frac{\text{hodin za směnu} \times \text{minut v hodině} \times \text{vteřin v minutě}}{\text{průměr z naměřených hodnot u svařování}} = \frac{8 \times 60 \times 60}{24,05} = 1197,51 \text{ ks}$$

Výpočet vyseknutých blisterů za směnu u lokálního měření:

$$\frac{\text{hodin za směnu} \times \text{minut v hodině} \times \text{vteřin v minutě}}{\text{průměr z naměřených hodnot u vysekování}} = \frac{8 \times 60 \times 60}{17,56} = 1640,09 \text{ ks}$$

Výpočet vyrobených finálních výrobků za směnu u lokálního měření:

$$\begin{aligned} \frac{\text{hodin za směnu} \times \text{minut v hodině} \times \text{vteřin v minutě}}{\text{celková doba potřebná k vytvoření finálního blistru}} = \frac{8 \times 60 \times 60}{52,15} = \\ = \mathbf{552,25 \text{ ks}} \end{aligned}$$

Z příkladů výše vyplývá, že při maximální produktivitě, kterou by pracovník byl schopen vyvinout by zvládl vyrobit 2732 vytvarovaných PVC blistrů. Svařených blistrů by byl schopen udělat 1197 a vystřihnutých blistrů by za jednu směnu bylo zvládnuto až 1640. Za podmínek naměřené lokální produktivity by tedy mohlo být vyrobeno až 552 kusů finálních výrobků za jednu směnu.

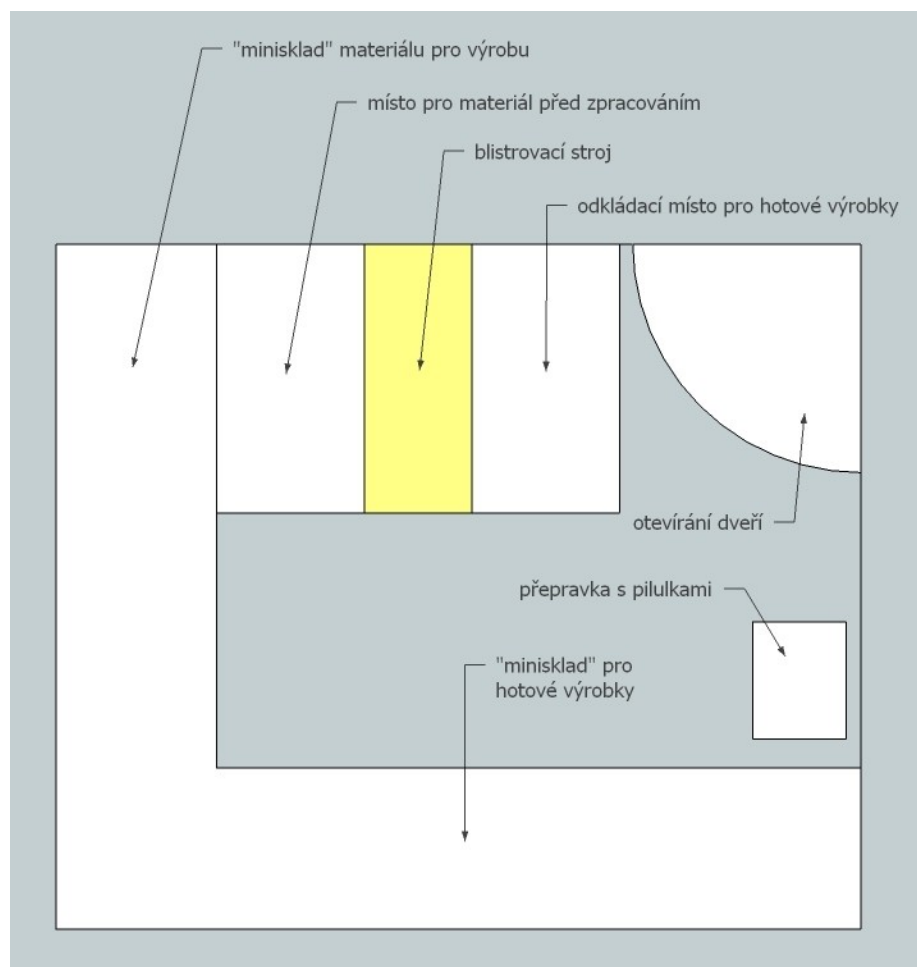
Naproti tomu v dokumentaci přiložené ke stroji je uvedeno, že na tomto multifunkčním stroji lze dosáhnout produktivity mezi 2520 až 3360 finálních výrobků za 1 den. Jestliže bude číslo rozpočítáno mezi jednotlivé směny, bude dosaženo počtu 840 až 1120 finálních výrobků za 1 směnu. Při připuštění dolní hranice produktivity, by tedy znamenalo vytvarovat, svařit a následně vystřihnout 840 finálních výrobků. Jestliže je srovnán počet zhotovených výrobků v dokumentaci s nejvyšší možnou lokální produktivitou, dospěl autor k závěru, že počet vyprodukovaných výrobků uváděný v dokumentaci je naprosto nerealizovatelný a neproveditelný. (OMAR, ©2010)

6 ANALÝZA PRVKŮ OVLIVŇUJÍCÍCH PRODUKTIVITU

Na základě naměřené produktivity práce v kapitole 5.3.1, kde bylo zjištěno, že pracovníci vyrobí průměrně jen 342 finálních kusů za směnu, se autor práce rozhodl zanalyzovat všechny prvky, které by svým charakterem mohly ovlivňovat produktivitu práce na stroji. Jelikož je produktivita stroje přímo závislá na pracovníkovi, který jej obsluhuje, je nezbytné, aby se analýza zabývala prvky působící na pracovníka a pracovníkovu výkonnost. Pracovník je v procesu nejdůležitějším článkem, na němž závisí celá produktivita výroby. Analýza prvků vychází ze srovnání naměřených lokálních hodnot z kapitoly 5.3.2, kde byla spočítána teoretická produktivita ve výši až 552 finálních kusů za směnu.

6.1 Layout pracoviště

Layout je velmi důležitý, dokáže ušetřit i několik vteřin při výrobě jediného kusu výrobku. V případě blistrovacího pracoviště je layout relativně dobře koncipován. Na obrázku níže je zpracován model layoutu pracoviště.



Obr. 21 Model layoutu pracoviště (vlastní zpracování)

6.1.1 Minisklad materiálu pro výrobu

Je to plocha pracovního stolu, která slouží spíše jako „minisklad“. Pracovník, který bude celou směnu na stroji pracovat, si vždy na začátku směny přiveze ze skladu materiál, který mu vystačí do konce směny. Nemusí tedy v průběhu směny chodit pro další materiál, čímž je eliminováno zbytečné plýtvání času pohybem. Tato plocha má 13 500 cm² a díky tomu je zajištěno, že zde bude dostatek místa pro materiál na celou směnu.

6.1.2 Místo pro materiál před zpracováním

Pracovník si vždy posune z miniskladu adekvátní množství materiálu, který by mu měl vystačit alespoň na cca 15 minut práce. Toto místo pro materiál je důležité především z hlediska ergonomie. Pro nejvyšší efektivnost je nutné, aby se časté úkony dělaly v tzv. optimální vzdálenosti, což je vzdálenost do natažené ruky pracovníka. Vyvarování se zbytečným pohybům bude mít za následek zrychlení a zefektivnění práce. Pracovník se navíc nemusí natahovat, krčit, či zohýbat, což je z ergonomického hlediska velká výhoda. Nezanedbatelná je také výhoda žádného transportu či zvedání materiálu mezi miniskladem a místem pro materiál. Jednoduše se adekvátní množství materiálu přesune po pracovním stole.

6.1.3 Blistrovací stroj

Na žlutě vyznačeném místě je umístěn multifunkční blistrovací stroj, který formuje, svařuje a vystřihuje výrobky. Další nespornou výhodou je, že pod blistrovacím strojem se nachází úložný prostor, ve kterém jsou uschovány všechny formy a nástroje, nutné při výměně těchto forem, jež jsou potřebné k vykonávání různých procesů. Šetří se tedy čas i při výměně forem.

6.1.4 Odkládací místo pro hotové výrobky

Na pravé straně od multifunkčního blistrovacího stroje je situováno odkládací místo pro hotové výrobky, což je z hlediska zmíněné ergonomie opravdu velká výhoda. Pracovník odkládá pravou rukou hotový výrobek a zároveň si již může levou rukou podat materiál a přiblížit se s ním ke stroji. Mohlo by se zdát, že taková bezvýznamná věc nemůže nijak ovlivnit produktivitu, avšak opak je pravdou. Díky tomuto výbornému layoutu přímo u stroje je možnost výrobní proces každého kusu zrychlit minimálně o vteřinu, čímž je získána cenná úspora času.

6.1.5 Minisklad pro hotové výrobky

Když jsou navrženy hotové výrobky u odkládacího místa vedle blistrovacího stroje, pracovník směny výrobky vezme a odnese je na linkový stůl, který je určen pro vršení již hotových výrobků. Tento „minisklad“ pro hotové výrobky má plochu 16 200 cm², je tedy dostatečně velký, aby pojal celou výrobu pro ranní i odpolední směnu. Autor práce shledává jako značnou nevýhodu nutnost přenášet hotové výrobky a to až na vzdálenost 1,5 metru.

6.2 Frekvenční tabulka

Aby mohlo být zjištěno, zda by se produktivita na stroji dala ještě zvýšit, byla aplikována jedna ze sedmi tzv. klasických nástrojů řízení kvality, a to frekvenční tabulka. Frekvenční tabulka uvádí četnost jednotlivých činností při procesu blistrování mimo přímé práce na stroji.

Díky tabulce uvedené níže bylo zjištěno, že největší četnost se nachází u přenesení hotových blisterů z odkládacího místa do miniskladu pro hotové výrobky. Dalším významným problémem zjištěným frekvenční tabulkou bylo prohlížení a psaní sms v průběhu pracovní doby.

Tab. 3 Frekvenční tabulka (vlastní zpracování)

popis činností	četnost
přesunutí materiálů z miniskladu do místa pro materiál před zpracováním	12
odnesení hotových blisterů z odkládacího místa na místo „miniskladu“	126
prohlížení sms	3
psaní sms	4
rovnání do komínku naskládaných blisterů	3

6.3 Plýtvání

Autor práce v procesu výroby považuje za plýtvání časem především čekání na nahřání stroje na provozní teplotu. Mezi další podstatné druhy plýtvání bylo zařazeno přetypování a nadbytečný pohyb pracovníků. Zmíněné druhy plýtvání budou níže detailněji popsány.

6.3.1 Čekání

Čekání je jeden z hlavních druhů plýtvání, proto je nutné vyvarovat se zbytečným prostojům, jako může být čekání na nahřívání stroje. Bylo zjištěno, že pracovník přijde v 6:00 hod. na pracoviště, a teprve po příchodu blistrovací stroj zapíná. Ten se při procesu formování nahřívá 9,5 minut. Pracovník musí vždy tuto dobu nečinně čekat a tím snižuje procesní produktivitu.

U svařovacího procesu se stroj nahřívá celých 12 minut. I zde musí pracovník čekat a nečinně přihlížet.

Dále bylo zjištěno, že se stroj vypíná i při polední pauze. Při opětovném zapnutí se blistrovací stroj musí znovu nahřívát na provozní teplotu, což trvá dalších 8 minut při formovacím procesu a 10 minut u procesu svařovacím.

6.3.2 Přetypování

Se zapnutím stroje úzce souvisí i zdlouhavé přetypování stroje z formovacího procesu na proces svářecí mezi jednotlivými směny. Výroba by se měla vždy naplánovat tak, aby se na stroji celý den, tedy obě směny, dělal stejný proces. Nebylo by tudíž nutné, mezi směny měnit formu na svařování a následně čekat na opětovné zahřátí stroje do provozní teploty.

Vedoucí pracovník by si také měl dát velký pozor na měnění forem z procesu formování či svařování na proces vystřihování. A to z důvodu, že je nutné nechat stroj zchladnout ze 120°C, při procesu blistrování, či 130°C, při procesu svařování, na méně než 40°C. Zchladnutí stroje na požadovanou teplotu trvá minimálně 30 minut, po kterou se na stroji nepracuje, tudíž zde vzniká plýtvání a klesá produktivita.

6.3.3 Nadbytečný pohyb

Na základě údajů z frekvenční tabulky, konkrétně velkého celkového počtu přenesení navršených blistrů za směnu, bylo provedeno měření počtu blistrů v 1 odnášce.

Tab. 4 Naměřený počet blisterů v 1 odnášce
(vlastní zpracování)

měření	blistrování [ks]	svařování [ks]	stříhání [ks]
1.	11	10	14
2.	14	13	12
3.	10	12	10
4.	12	14	10
5.	12	10	12
6.	13	9	10
7.	9	11	8
8.	11	10	10
9.	13	11	12
10.	12	13	10
průměr	11,7	11,3	10,8

Z tabulky lze vyčíst, že při blistrovacím procesu se blistery odnášely průměrně po 11,7 kusech, u svařovacího procesu po 11,3 kusech a u vysekávacího procesu dokonce po 10,8 kusech.

Jak bylo v tabulce 4 změřeno, pracovník je nucen průměrně každých 10,8 až 11,7 kusů blisterů odnést na více než metr vzdálený odkládací linkový stůl. Proto bude měřena doba potřebná k přenesení navršených blisterů.

V tabulce níže jsou zaznamenány jednotlivé naměřené časy přenesení navršených blisterů na linkový stůl, který je určen jako minikslad pro hotové výrobky. Ze získaných údajů byl posléze vypočítán průměr naměřených časů, který je roven 6,2 vteřin na jedno přenesení.

Tab. 5 Čas potřebný k přenesení navršených blistrů (vlastní zpracování)

měření	čas odnesení blistrů na místo miniskladu [s]
1	5,5
2	6,0
3	6,0
4	6,5
5	5,5
6	6,0
7	6,0
8	6,5
9	8,0
10	6,0
průměr	6,2

Počet přenesení navršených blistrů za směnu u blistrovacího procesu:

$$\frac{\text{vytvarovaných blistrů za směnu}}{\text{počet blistrů v 1 odnášce u blistrování}} = \frac{1490}{11,7} = 127,4 \text{ krát}$$

Počet přenesení navršených blistrů za směnu u svařovacího procesu:

$$\frac{\text{svařených blistrů za směnu}}{\text{počet blistrů v 1 odnášce u svařování}} = \frac{1006}{11,3} = 89,0 \text{ krát}$$

Počet přenesení navršených blistrů za směnu u vysekávacího procesu:

$$\frac{\text{vyseknutých blistrů za směnu}}{\text{počet blistrů v 1 odnášce u vysekávání}} = \frac{998}{10,8} = 92,4 \text{ krát}$$

Ve vzorcích bylo vypočítáno, kolikrát za směnu je pracovník nucen přenést navršené blistry na místo miniskladu pro hotové výrobky. Nyní je již možné vypočítat potřebný čas jednotlivých operací k odnesení blistrů ve směně.

Výpočet celkového času potřebného k odnesení všech vytvarovaných blistrů za směnu:

$$\frac{\text{průměrný čas odnesení blistrů do miniskladu} \times \text{počet odnesení za směnu}}{\text{vteřin za minutu}} = \\ = \frac{6,2 \times 127,4}{60} = 13,16 \text{ min}$$

Výpočet celkového času potřebného k odnesení všech svařených blistrů za směnu:

$$\frac{\text{průměrný čas odnesení blistrů do miniskladu} \times \text{počet odnesení za směnu}}{\text{vteřin za minutu}} = \\ = \frac{6,2 \times 89,0}{60} = 9,20 \text{ min}$$

Výpočet celkového času potřebného k odnesení všech vystřihnutých blistrů za směnu:

$$\frac{\text{průměrný čas odnesení blistrů do miniskladu} \times \text{počet odnesení za směnu}}{\text{vteřin za minutu}} = \\ = \frac{6,2 \times 92,4}{60} = 9,55 \text{ min}$$

Z výpočtů výše vyplývá, že nejdelší čas potřebný k odnesení vytvarovaných blistrů je u procesu blistrování, a to 13,16 minut. U procesu svařování se potřebný čas k odnesení blistrů rovná 9,20 minut a u procesu vystřihování to je 9,55 minut.

Tento nadbytečný pohyb, který nastává při přesouvání blistrů, lze eliminovat lépe koncipovaným layoutem pracoviště.

6.3.4 Zmetky

Zmetkovost na blistrovacím stroji při procesu blistrování byla naměřena průměrně 1,8 na 100 kusů. Při procesu svařování byla naměřena zmetkovost 1,4 kusů na 100 kusů. A při vysekávání byla zmetkovost opravdu minimální, protože při částečném vyseknutí se vyseknutí opakovalo znovu, proto zmetkovost odpovídá 0,5 %. Což značí 0,5 kusů na 100 vyrobených kusů.

7 NÁVRHY PRO ZVÝŠENÍ PRODUKTIVITY

7.1 Více pracovníků v kritickém procesu

V kapitole 5.3.1 bylo uvedeno, že ze všech tří zkoumaných procesů je nejnižší směnová produktivita v procesu „svařování“. A to průměrně 801 kusů. Na základě tohoto zjištění, bylo autorem práce navrženo, aby proces svařování vykonávali 2 pracovníci namísto jednoho. Během tohoto procesu musí pracovník nejdříve vzít vytlačený PVC materiál, dále jej naplnit tobolkami, vložit do stroje a až poté na něj může položit ALU fólii, kterou svaří a nakonec vyjme ze stroje.

Tato operace je pro jednoho pracovníka příliš zdlouhavá, tudíž bylo navrženo, aby pomocný pracovník vždy vzal blistr, naplnil ho tobolkami a podal kolegovi, který přiloží ALU fólii a pomocí stroje je svaří dohromady.

7.2 Odstranění plýtvání

7.2.1 Včasné zapínání stroje

Jak již bylo zmíněno v kapitole 6.3.1, včasné zapínání blistrovacího stroje je jednou ze závažných, avšak lehce napravitelných chyb. Jestliže by byl stroj již zahřátý a připraven k provozu přesně v 6:00 hod. při příchodu pracovníka ke stroji, znamenalo by to navýšení produktivity. Abychom docílili požadovaného zefektivnění práce, je nutné, aby byl stroj zapnut už v 5:50 hod. Proto bylo navrženo, aby vedoucí výroby blistrovací stroj včas zapnul, aby nedocházelo k prodlevě.

Dalším problémem zmíněným v kapitole 6.3.1, bylo vypínání stroje přes přestávku. Stroj se následně znovu nahříval a docházelo ke snížení procesní produktivity. Řešením tohoto problému je, aby se stroj přes přestávku nevypínal.

7.2.2 Plán přetypování

Hlavním problémem u přetypování je nedostatečné plánování. Jak již bylo zmíněno v kapitole 6.3.2, přetypování zabere hodně času především z hlediska čekání na nahřívání či naopak zchladnutí stroje, a tak je velmi důležité vytvořit plán výroby, ve kterém bude důkladně zohledněno přetypování. Provádět přetypování bylo doporučeno buď ráno ještě před ranní směnou, nebo naopak až po skončení odpolední směny. Jestliže vedoucí výroby bude chtít stroj přetypovat ze svařovacího procesu na vysekávací, tak zde bylo důrazně doporu-

čeno přetypovat stroj na začátku ranní směny, jelikož by se muselo po skončení směny čekat na zchladnutí stroje. Dalším důležitým pravidlem bylo zavedení zákazu přetypování stroje během probíhajících směn. Tímto opatřením bylo eliminováno riziko výrazného snížení produktivity ve směně z důvodu přetypování.

7.2.3 Zákaz mobilních telefonů na pracovišti

Na základě frekvenční tabulky bylo zjištěno, že pracovník použil za směnu 7x mobilní telefon, což nepříznivě ovlivňuje produktivitu na stroji. Jako krok k nápravě bylo doporučeno zakázat používání mobilních telefonů na pracovišti.

7.3 Návrh nového layout pracoviště

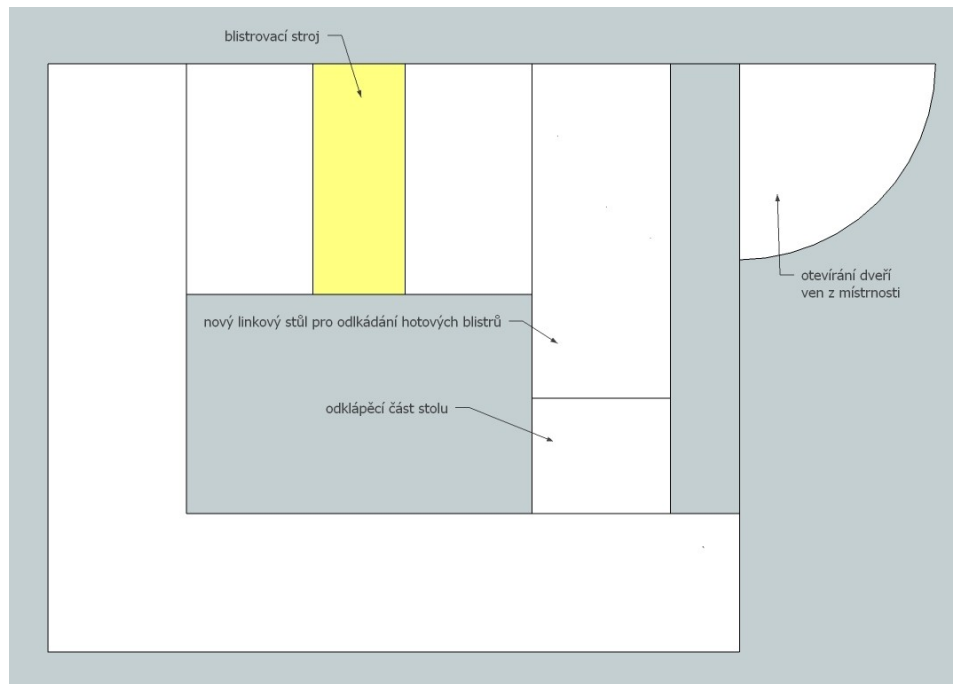
V novém návrhu layoutu pracoviště musí být především zohledněno, jaká činnost je neefektivní. Z kapitoly 6.3.3 je zřejmé, že neefektivní řešení layoutu tkví v přenášení již hotových blistrů na vzdálenost minimálně 1 metru na linkový stůl určen jako minisklad pro hotové výrobky.

Návrh nového layoutu bude spočívat v tom, že bude přidán či přesunut linkový stůl na pravou stranu od stroje, hned vedle odkládacího místa pro hotové blistry. Toto řešení zajistí rychlejší a efektivnější přesouvání blistrů, bez nutnosti složitého přenášení. Navíc bude řešení lépe vyhovovat pracovníkům, protože nebudou nuceni při přesunu přecházet. Autor práce navrhl dva návrhy řešení nového layoutu pracoviště.

7.3.1 Návrh č. 1

Prvním možným řešením, aby nebyla nutnost neustále přenášet hotové výrobky na 1 metr vzdálený linkový stůl je to, že by byl přidán další linkový stůl vpravo od odkládacího místa pro hotové výrobky. Část linkového stolu by byla odklápěcí, aby pracovník mohl kdykoli odejít z pracoviště, aniž by byl nucen podlézat či přelézat linkový stůl. Problém by však nastal se dveřmi, které se otevírají směrem dovnitř výroby. Ty by se musely vyměnit a přizpůsobit pro otvírání směrem ven. Pro lepší představu doporučeného řešení byl vytvořen nový model návrhu.

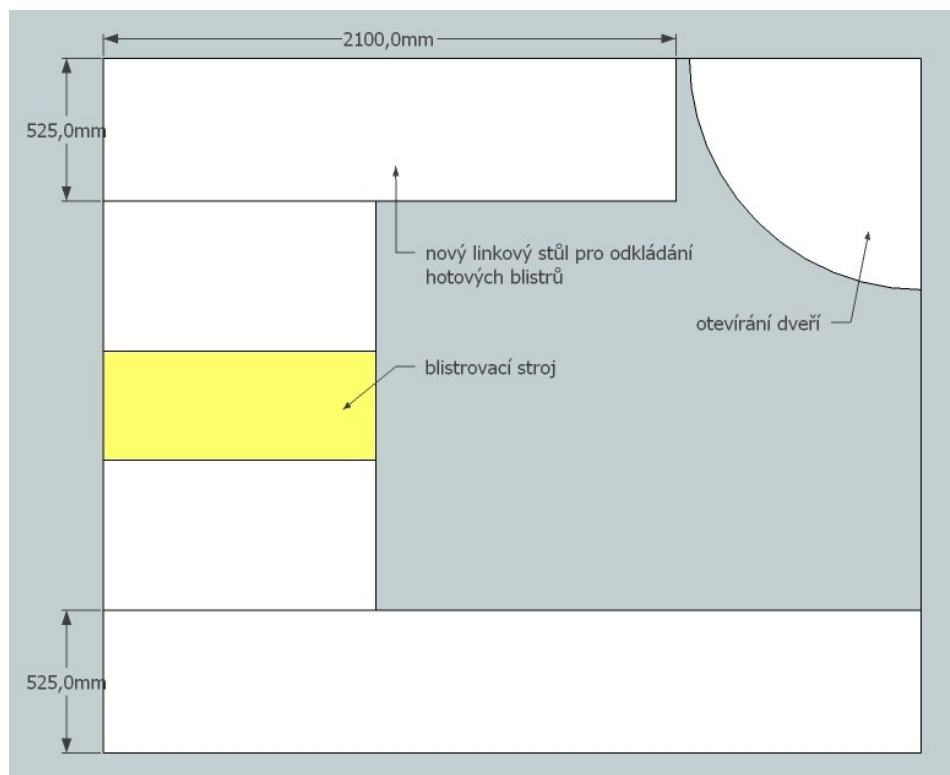
Jak lze vidět na obrázku níže, bylo by potřeba zakoupit nový linkový stůl v délce 195 cm, který by měl vyklápěcí část stolu. Zde by mohl vzniknout problém s financováním nového linkového stolu.



Obr. 22 Návrh nového layout č.1 (vlastní zpracování)

7.3.2 Návrh č. 2

Jako druhé možné řešení by bylo přesunout stroj na místo miniskladu materiálu pro výrobu. Náznornou vizualizaci řešení je možné vidět na modelu níže.



Obr. 23 Návrh nového layout č.2 (vlastní zpracování)

U tohoto modelu je shledána výhoda v tom, že není nutné předělávat otevírání dveří. Avšak i zde vyvstal problém. Konstrukce stolu, na kterém stojí blistrovací stroj je ocelová, a to kvůli váze více než 160 kg, tudíž by linkový stůl jen stěží snesl takovou zátěž. Celý ocelový stůl by se musel tedy přesunout na místo linkového stolu. A ten by se posunul místo ocelového stolu. Další problém by nastal v šířce linkových stolů, které by se musely zkrátit z 60 cm na 52,5 cm. Tento problém by se musel pravděpodobně řešit nákupem nových linkových stolů, kde by mohl nastat problém s financováním jako v návrhu č. 1.

7.4 Výkonové normy

Z pohledu autora je jedna z nejdůležitějších věcí ve firmě výkonová norma. Norma výkonu je důležitá hlavně proto, že lze snadno zjistit pracovníkovu snahu a podle ní i pracovníka spravedlivě ohodnotit. Norma musí být samozřejmě nastavena tak, aby se zaměstnanec necítil být pod tlakem či nervózní, když nestíhá vyrábět podle normy. Naopak pro šikovného či ambiciózního pracovníka je norma velký stimul. Norma bude stanovena z nejvyšší naměřené produktivity z kapitoly 5.3.1. Podrobnější výpočet normy bude uveden v následujících kapitolách práce. Byly navrženy dvě možnosti jak přistupovat k výkonové normě.

7.4.1 Odměňování při produkci nad normu

První možností je odměňování pracovníka při produkci nad stanovenou normu. Tento přístup bude výhodný zejména pro pracovníky, kteří mají chuť vydělat si více peněz. Bude to fungovat jak stimul pro vyšší produktivitu než je stanovena norma.

7.4.2 Postih za nedodržení normy

Druhou možností je finanční postih pracovníka v případě, že bude vyrábět pod stanovenou normou. Avšak tato metoda nepřináší kýžený stimul k větší produktivitě, ba naopak pouze demotivuje v případě neplnění normy. To může mít dopad na morálku všech pracovníků ve společnosti.

8 OČEKÁVANÉ PŘÍNOSY PO APLIKACI NÁVRHŮ

8.1 Layout

V důsledku přesunu miniskladu pro hotové výrobky z původního místa na pravou stranu od stroje, by pracovník již nemusel u procesu blistrování 127 krát za směnu přenášet vyhotovené blistry, ale stačilo by jen přesunout hotové blistry z odkládacího místa přímo na stůl zvolený jako minisklad pro vyrobené blistry.

Bohužel inovace layoutu nebyla prozatím ve firmě aplikována pro vysoké vytížení stroje, tudíž nejsou známy reálné výsledky zvýšení produktivity práce.

8.1.1 Zvýšení počtu navršených blistrů pro přenos

Aby se počet přenesení vyhotovených blistrů za směnu zmenšil z původně naměřených hodnot přenesení, bylo zde zavedeno opatření.

Opatření spočívá ve zvýšení počtu navršených blistrů pro přenos. Počet navršených blistrů byl tedy zvýšen z průměrných 10,7 až 11,8 na rovných 20 blistrů. To bude znamenat snížení četnosti přesunu, což bude mít za následek zvýšení produktivity práce na stroji.

Četnost přesunu navršených blistrů při zvýšení počtu blistrů u procesu blistrování:

$$\frac{\text{počet průměrně vytvarovaných blistrů}}{\text{uvažovaný počet přesunutých komínků}} = \frac{1490}{20} = 74,5 \text{ krát}$$

Počet četnosti přesunu navršených blistrů s 20 kusy do miniskladu pro hotové výrobky se u procesu blistrování snížil na 75 krát.

Četnost přesunu navršených blistrů při zvýšení počtu blistrů u procesu svařování:

$$\frac{\text{počet průměrně svařených blistrů}}{\text{uvažovaný počet přesunutých komínků}} = \frac{1006}{20} = 50,3 \text{ krát}$$

Počet četnosti přesunu navršených blistrů s 20 kusy do miniskladu pro hotové výrobky se u procesu svařování snížil na 51 krát.

Četnost přesunu navršených blistrů při zvýšení počtu blistrů u procesu vysekávání:

$$\frac{\text{počet průměrně vyseknutých blistrů}}{\text{uvažovaný počet přesunutých komínků}} = \frac{998}{20} = 49,9 \text{ krát}$$

Počet četnosti přesunu navršených blistrů s 20 kusy do miniskladu pro hotové výrobky se u procesu vysekávání snížil na 50 krát.

8.1.2 Zkouška doby přesunu

Jestliže linkový stůl miniskladu pro hotové výrobky bude na pravé straně od odkládacího místa, pracovník nebude muset nikam chodit, jen přesune komínek blistrů otočením trupu.

Proto zde byla učiněna zkouška doby potřebné k přesunu navršených 20 blistrů na pravou stranu od stroje.

Tab. 6 Zkouška doby přesunu
(vlastní zpracování)

měření	čas odnesení blistrů na místo miniskladu [s]
1	2,3
2	2,1
3	2,4
4	2,2
5	2,0
6	2,3
7	1,8
8	2,2
9	2,4
10	1,9
průměr	2,16

Jak lze vidět v tabulce výše, tak průměrná doba přesunu navršených blistrů je 2,16 vteřiny. Doba přesunu je tedy o celé 4 vteřiny rychlejší než při layoutu bez linkového stolu po pravé ruce pracovníka.

Výpočet času potřebného k přesunutí všech blistrů u blistrování za směnu:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{průměrný čas přesunutí blistrů do miniskladu} \times \text{počet přesunutí za směnu}}{\text{vteřin za minutu}} = \\ & = \frac{2,16 \times 74,5}{60} = 2,68 \text{ min} \end{aligned}$$

Výpočet času potřebného k přesunutí všech blistrů u svařování za směnu:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{průměrný čas přesunutí blistrů do miniskladu} \times \text{počet přesunutí za směnu}}{\text{vteřin za minutu}} = \\ & = \frac{2,16 \times 50,3}{60} = 1,81 \text{ min} \end{aligned}$$

Výpočet času potřebného k přesunutí všech blistrů u vysekávání za směnu:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{průměrný čas přesunutí blistrů do miniskladu} \times \text{počet přesunutí za směnu}}{\text{vteřin za minutu}} = \\ & = \frac{2,16 \times 49,9}{60} = 1,80 \text{ min} \end{aligned}$$

Z výsledků si lze všimnout, že časová náročnost přesunutí všech blistrů za směnu u procesu blistrování odpovídá pouze 2,68 minut z původně naměřených 13,16 minut uvedených v kapitole 6.3.3. U procesu svařování byl vypočítán celkový čas 1,81 minut oproti 9,2 minut a u procesu vysekávání byl spočítán čas 1,80 min namísto původních 9,55 minut.

Výpočet uspořeného času za směnu u blistrování oproti stávajícímu řešení ve firmě:

$$\begin{aligned} & \text{původní potřeba času pro přenesení blistrů} - \text{potřeba času na přesunutí blistrů} = \\ & = 13,16 - 2,68 = 10,48 \text{ min} \end{aligned}$$

Výpočet uspořeného času za směnu u svařování oproti stávajícímu řešení ve firmě:

$$\begin{aligned} & \text{původní potřeba času pro přenesení blistrů} - \text{potřeba času na přesunutí blistrů} = \\ & = 9,20 - 1,81 = 7,39 \text{ min} \end{aligned}$$

Výpočet uspořeného času za směnu u vystřihování oproti stávajícímu řešení ve firmě:

$$\begin{aligned} \text{původní potřeba času pro přenesení blistrů} - \text{potřeba času na přesunutí blistrů} = \\ = 9,55 - 1,80 = 7,75 \text{ min} \end{aligned}$$

Jestliže se od původní hodnoty z kapitoly 6.3.3 odečtou nové časy potřebné k přesunu blistrů, lze dosáhnout úspory času od 7,39 do 10,48 minut za směnu. Nyní lze vypočítat počet kusů vyrobených za uspořené čas.

Výpočet vytvarovaných kusů za uspořené čas za směnu:

$$\begin{aligned} \frac{\text{uspořené čas za směnu}}{\text{hodin ve směně} \times \text{minut v hodině}} \times \text{počet průměrně vytvarovaných blistrů} = \\ = \frac{10,48}{8 \times 60} \times 1490 = \mathbf{32,53 \text{ ks}} \end{aligned}$$

Výpočet svařených kusů za uspořené čas za směnu:

$$\begin{aligned} \frac{\text{uspořené čas za směnu}}{\text{hodin ve směně} \times \text{minut v hodině}} \times \text{počet průměrně svařených blistrů} = \\ = \frac{7,39}{8 \times 60} \times 1006 = \mathbf{15,49 \text{ ks}} \end{aligned}$$

Výpočet vystřihnutých kusů za uspořené čas za směnu:

$$\begin{aligned} \frac{\text{uspořené čas za směnu}}{\text{hodin ve směně} \times \text{minut v hodině}} \times \text{počet průměrně vystřihnutých blistrů} = \\ = \frac{7,75}{8 \times 60} \times 998 = \mathbf{16,11 \text{ ks}} \end{aligned}$$

Ve výpočtu výše je naznačeno, že přesun linkového stolu na pravou stranu od stroje bude mít za následek snížení průměrné doby přesunu hotových blistrů. Jestliže zároveň dojde k navýšení počtu navršených blistrů v jedné odnášce na 20 blistrů, radikálně se sníží celková doba přesunu blistrů, čímž dojde k úspoře času, která by se rovnala směnovému zvýšení produktivity až o 32 vytvarovaných blistrů, 15 svařených blistrů nebo 16 vystřihnutých kusů.

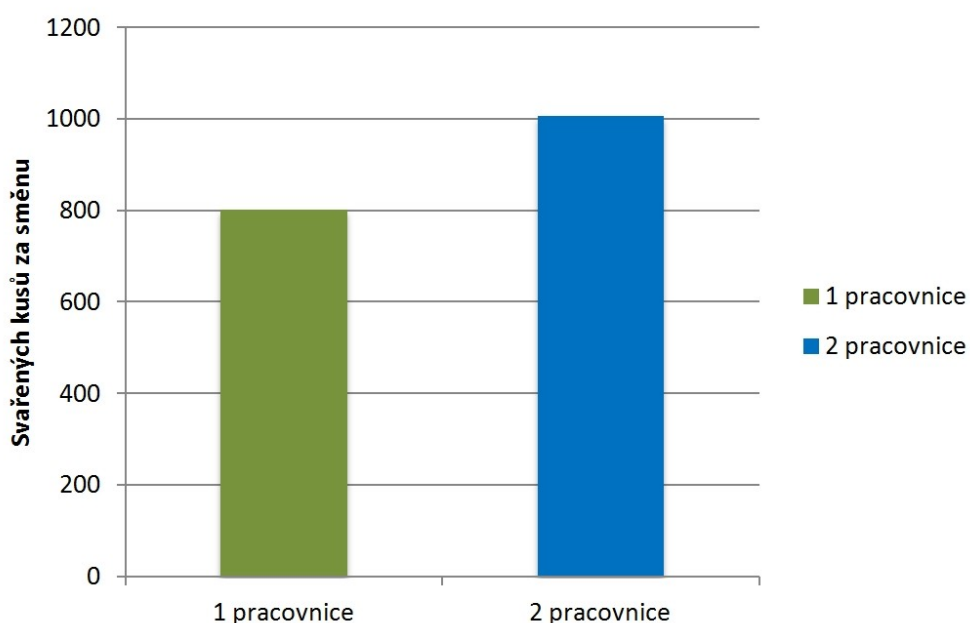
8.2 Více pracovníků v kritickém procesu

Následující řešení bylo nasazeno do ostrého provozu a průměrná produktivita v tomto procesu stoupla o celých 25 %. Tedy z 801 kusů na 1006 kusů za směnu. V tabulce níže je porovnání procesu svařování s jednou pracovnící a dvěma pracovníci.

Tab. 7 Srovnání produktivity se dvěma pracovníci (vlastní zpracování)

směna	sváření [ks] (1 pracovníce)	sváření [ks] (2 pracovníce)
1.	783	1005
2.	826	978
3.	814	1012
4.	797	991
5.	762	983
6.	796	1029
7.	803	1041
8.	841	1016
9.	793	994
10.	799	1010
průměr	801	1006

Pro lepší představu je graficky znázorněn rozdíl mezi jednou pracovnící a dvěma pracovníci v kritickém procesu.



Graf 1 Navýšení pracovníků v kritickém procesu (vlastní zpracování)

Jak lze z grafu vypořozovat, produktivita na stroji při práci dvou pracovnic stoupla průměrně o 205 kusů za směnu. Pro tento kritický proces byl nasazen pracovník z málo vytížené balící linky pro sekundární adjustaci.

8.3 Odstranění plýtvání

8.3.1 Zapnutí stroje

Opatření včasného zapínání stroje, které bylo navrhnuo v kapitole 7.2.1, bylo ve společnosti schváleno a zavedeno do provozu. Následné zvýšení procesní produktivity je uvedeno v tabulce.

Tab. 8 Vypínání stroje (vlastní zpracování)

vypínání stroje	blistrování	svařování
začátek ranní směny	9,5	12
polední přestávka	8,0	10
celkem	17,5	22

Z tabulky lze vyčíst, že celková doba zahřívání stroje je 17,5 minut u blistrovacího procesu a 22 minut u procesu svařování. Ve vzorcích níže je uvedeno, o kolik procent se produktivita zvýší v případě, že budou aplikované návrhy dodržovány.

Výpočet zvýšení produktivity za směnu u procesu blistrování:

$$\frac{\text{do}ba \text{ zahřívání stroje}}{\text{hodin ve směně} \times \text{minut v hodině}} \times \text{průměr produkce} = \frac{17,5}{8 \times 60} \times 1490 = 54,3 \text{ ks}$$

Jak je patrné, při dodržování včasného zapínání stroje a zákazu vypínání stroje o přestávce se za ušetřený čas 17,5 minut produktivita u procesu blistrování zvýšila o celých 54 dodatečně vyrobených kusů za směnu.

Výpočet zvýšení produktivity za směnu u procesu svařování:

$$\frac{\text{do}ba \text{ zahřívání stroje}}{\text{hodin ve směně} \times \text{minut v hodině}} \times \text{průměr produkce} = \frac{22}{8 \times 60} \times 1006 = 46,1 \text{ ks}$$

Z výpočtů výše je rovněž zřejmé, že při dodržování včasného zapínání stroje a zákazu vypínání stroje o přestávce se za ušetřený čas 22 minut při svařování zvýšila produktivita o dodatečně svařených 46 kusů za směnu.

8.3.2 Plán přetypování

Ve firmě bylo aplikováno opatření, aby vedoucí výroby plánoval přetypování na týden dopředu, tím se minimalizuje riziko přetypování stroje v průběhu směn. Vedoucí výroby dále bude dohlížet na to, aby proces vystříhování byl zahájen vždy na začátku ranní směny. Čímž se úplně odstranilo riziko čekání 30 minut na zchladnutí stroje.

8.4 Stanovení výkonové normy

Jak bylo již naznačeno v kapitole 7.4, norma bude vycházet z nejvyšší naměřené produktivity z kapitoly 5.3.1. Stanovování výkonové normy probíhalo ve spolupráci s vedoucím pracovníkem ve společnosti Bc. Davidem Novákem, s nímž byly veškeré postupy při stanovování normy konzultovány, koordinovány a posléze i schváleny.

Uvedení normy v platnost je prozatím ve stádiu schvalování vedením společnosti MEDIAP. Proto není zatím zcela jasné, jak velký vliv bude mít uvedená norma na produktivitu práce na stroji.

8.4.1 Norma pro proces blistrování

Nejprve je potřeba vypočítat počet vytvarovaných blistrů po aplikování všech návrhů, které byly uvedeny v kapitolách výše. Tedy zvýšení naměřené produktivity z kapitoly 5.3.1 o vyrobené kusy za ušetřený čas včasným zapínáním stroje a změnou layoutu s miniskladem pro hotové výrobky po pravé ruce pracovníka.

Počet vytvarovaných blistrů za směnu po aplikování všech návrhů:

$$\begin{aligned} \text{naměřená produktivita} + \text{včasné zapínání stroje} + \text{změna layoutu} &= \\ &= 1490 + 54,3 + 32,53 = \mathbf{1576,8 \text{ ks}} \end{aligned}$$

Norma pro proces blistrování byla nastavena podle nejvyšší naměřené směnové produktivity. Z kapitoly 5.3.1 je zřejmé, že pracovník v procesu blistrování dosáhl nevyšší výkonnosti 1553 kusů, což je oproti průměrně spočítané produktivitě, která byla 1490 navýšení produktivity práce o 4,2 %. Proto byl počet blistrů po aplikování návrhů navýšen o 4,2 %.

Vypočítaná norma směnové produkce pro proces blistrování:

$$\begin{aligned} & \text{produktivita po aplikaci návrhů} \times \frac{\text{nejvyšší výkon pracovníka}}{\text{průměr výkonu pracovníka}} = \\ & = 1576,8 \times \frac{1553}{1490} = \mathbf{1643 \text{ ks}} \end{aligned}$$

Norma pro proces blistrování byla tedy stanovena na 1643 vytvarovaných blistrů za směnu. Při vytvarování blistrů nad normu budou pracovníci odměňováni podle klíče uvedeného dále v práci.

8.4.2 Norma pro proces svařování

Nejdříve byl vypočítán počet svařených blistrů po aplikaci všech návrhů, které byly uvedeny v kapitolách výše. Tedy zvýšení naměřené produktivity z kapitoly 5.3.1 o vyrobené kusy za ušetřený čas včasným zapínáním stroje, změnou layoutu s miniskladem pro hotové výrobky po pravé ruce pracovníka a navýšení pracovní síly v kritickém procesu svařování.

Počet svařených blistrů za směnu po aplikování všech návrhů:

$$\begin{aligned} & \text{naměřená produktivita} + \text{navýšení pracovníc} + \text{včasné zapínání stroje} \\ & + \text{změna layoutu} = 801 + 205 + 46,1 + 15,49 = \mathbf{1067,6 \text{ ks}} \end{aligned}$$

Norma byla zohledněna dle nejvyšší naměřené směnové produktivity u procesu svařování. Pracovník zde dosáhl nevyšší výkonnosti 1041 kusů, viz kapitola 8.2. Oproti průměrně spočítané produktivitě, která byla i s opatřením 2 pracovníc ve svařovacím procesu spočítána na 1006, je zde navýšena produktivita práce o 3,5 %. Proto byla norma stanovena na počet blistrů po aplikování návrhů a následné navýšení o 3,5 %.

Vypočítaná norma směnové produkce pro proces svařování:

$$\begin{aligned} & \text{produktivita po aplikaci návrhů} \times \frac{\text{nejvyšší výkon pracovníka}}{\text{průměr výkonu pracovníka}} = \\ & = 1067,6 \times \frac{1041}{1006} = \mathbf{1014,7 \text{ ks}} \end{aligned}$$

Norma pro proces svařování byla stanovena na 1015 svařených blistrů za směnu. Při svaření blistrů nad normu budou taktéž pracovníci odměňováni.

8.4.3 Norma pro proces vysekávání

Jako u předchozích příkladů byl nejdříve vypočítán počet vyseknutých blistrů po aplikaci všech návrhů uvedených v kapitolách výše. Tedy zvýšení naměřené produktivity z kapitoly 5.3.1 o vyrobené kusy za ušetřený čas změnou layoutu pracoviště.

Počet vyseknutých blistrů za směnu po aplikování všech návrhů:

$$\text{naměřená produktivita} + \text{změna layoutu} = 998 + 16,11 = \mathbf{1014,1 \text{ ks}}$$

Z kapitoly 5.3.1 byla zjištěna nejvyšší naměřená směnová produktivita u procesu vystříhování, která dosáhla celých 1055 vystříhnutých blistrů. Oproti průměrně spočítané produktivitě, která se rovnala 998 kusů, zde byla zvýšena produktivita práce o 5,7 %.

Vypočítaná norma směnové produkce pro proces vysekávání:

$$\begin{aligned} \text{produktivita po aplikaci návrhů} \times \frac{\text{nejvyšší výkon pracovníka}}{\text{průměr výkonu pracovníka}} &= \\ &= 1014,1 \times \frac{1055}{998} = \mathbf{1072 \text{ ks}} \end{aligned}$$

Norma u vysekávání byla stanovena na 1072 vyseknutých blistrů za směnu. Při počtu vyseknutých blistrů nad normu se budou pracovníci odměňovat stejně tak jako u blistrovacího a svařovacího procesu.

8.4.4 Odměňování při produkci nad normu

Na každou operaci bude stanovena norma procesní produktivity. Jestliže bude mít pracovník větší produktivitu, než stanoví norma, jeho hodinová mzda bude navýšena o tolik procent, o kolik bude zvýšena produktivita oproti normě.

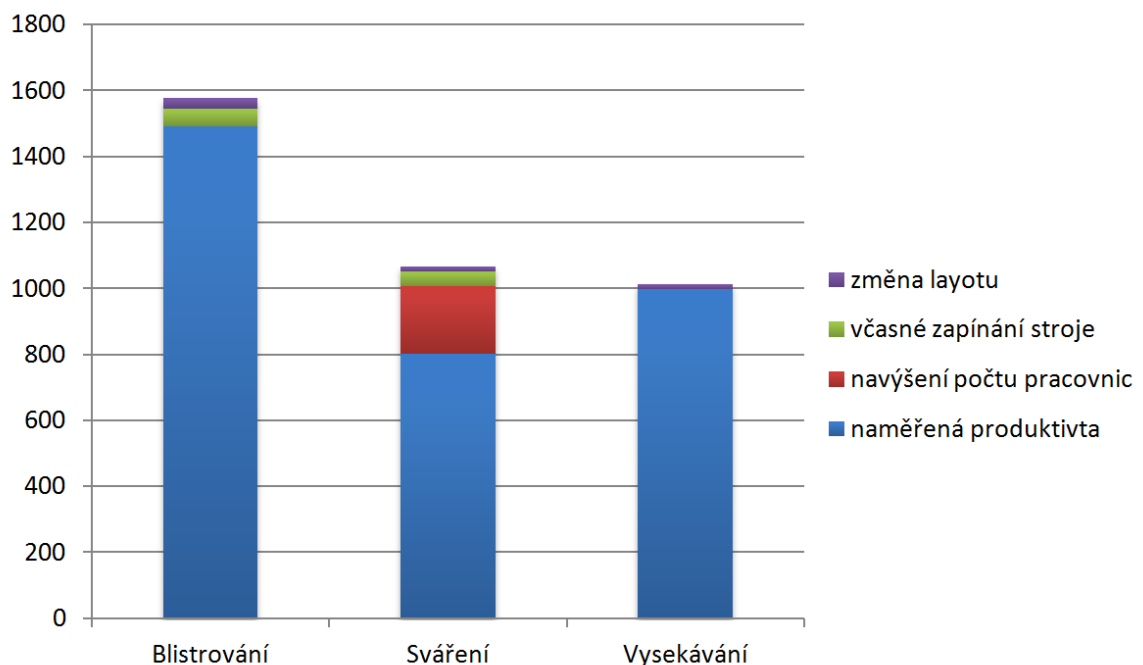
Tab. 9 Odměňování za zvýšenou produktivitu
(vlastní zpracování)

zvýšení produktivity [%]	nárůst hodinové mzdy [%]
2	2
4	4
6	6
8	8
10	10

Jak je znázorněno v tabulce výše, zvýšení procentuální produktivity je přímo úměrné s nárůstem hodinové mzdy. To má za následek stimulovat šikovnější pracovníky pro zvýšení produktivity, a naopak nediskriminovat (nedemotivovat) pomalejší či méně zručné pracovníky, jak bylo popsáno v kapitole 7.4.2.

8.5 Zhodnocení očekávaných přínosů po aplikaci návrhů

Očekávané přínosy po aplikaci všech výše zmíněných návrhů je možno vidět v následujícím grafu.



Graf 2 Srovnání naměřené produktivity s produktivitou po zavedení všech návrhů
(vlastní zpracování)

Pro detailnější srovnání byla vypočítána potřebná doba pro vytvoření jediného kusu výrobku, po očekávané aplikaci všech návrhů.

Výpočet doby vytvarování jednoho blistru po očekávané aplikaci všech návrhů:

$$\frac{\text{hodin za směnu} \times \text{minut v hodině} \times \text{vteřin v minutě}}{\text{zvýšená produktivita u blistrování ve směně}} = \frac{8 \times 60 \times 60}{1576,8} = 18,26 \text{ s}$$

Výpočet doby svaření jednoho blistru po očekávané aplikaci všech návrhů:

$$\frac{\text{hodin za směnu} \times \text{minut v hodině} \times \text{vteřin v minutě}}{\text{zvýšená produktivita u svařování ve směně}} = \frac{8 \times 60 \times 60}{1067,6} = 26,98 \text{ s}$$

Výpočet doby vyseknutí jednoho blistru po očekávané aplikaci všech návrhů:

$$\frac{\text{hodin za směnu} \times \text{minut v hodině} \times \text{vteřin v minutě}}{\text{zvýšená produktivity u vysekávání ve směně}} = \frac{8 \times 60 \times 60}{1014,1} = 28,40 \text{ s}$$

Výpočet celkové doby potřebné k vytvoření finálního výrobku po očekávané aplikaci všech návrhů:

$$\begin{aligned} \text{doba vytvarování 1 blisru} + \text{doba svaření 1 blistru} + \text{doba vyseknutí 1 blistru} &= \\ &= 18,26 + 26,98 + 28,40 = \mathbf{73,64 \text{ s}} \end{aligned}$$

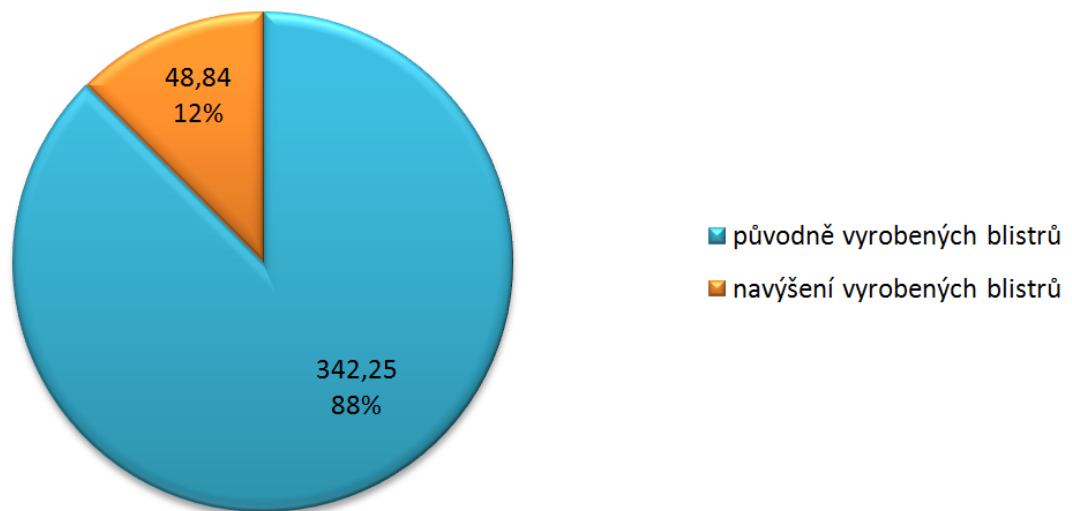
Jestliže je srovnán výsledek doby potřebné k výrobě finálního výrobku po očekávané aplikaci všech návrhů oproti 84,15 vteřin viz. kapitola 5.3.1, je úspora času na výrobu jednoho finálního výrobku rovna 10,51 vteřin.

Počet vyrobených finálních výrobků za směnu po očekávané aplikaci všech návrhů:

$$\begin{aligned} \frac{\text{hodin za směnu} \times \text{minut v hodině} \times \text{vteřin v minutě}}{\text{doba vytvarování} + \text{doba svaření} + \text{doba vyseknutí}} &= \frac{8 \times 60 \times 60}{18,26 + 26,98 + 28,40} = \\ &= \mathbf{391,09 \text{ ks}} \end{aligned}$$

Ve výpočtu je uvedeno, že při dodržování všech opatření vedoucích k zvýšení produktivity se z 342,25 vyrobených finálních kusů viz. kapitola 5.3.1, navýší směnová výroba na 391,09 kusů. Tedy o 48,84 kusů finálně vyrobených blistrů více.

Navýšení počtu vyrobených blistrů



Graf 3 Navýšení počtu vyrobených blistrů (n = 391,09) (vlastní zpracování)

Ve výšečovém grafu je znázorněno, že při aplikování a následném dodržení všech návrhů se výroba finálních výrobků zvýší o celých 12 %. Další zvýšení produktivity by mělo pravděpodobně nastat u stimulu pracovníků prostřednictvím odměňování při produkci nad normu. Avšak jen stěží lze odhadovat, jak výrazně tento druh odměny bude pracovníky stimulovat k většímu výkonu.

ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo zanalyzovat produktivitu práce na multifunkčním blistrovacím stroji ve společnosti MEDIAP, spol. s r.o. Na základě provedené analýzy jsem navrhl opatření pro zvýšení produktivity práce na stroji a vyčíslil jejich přínos pro společnost.

V teoretické části jsem detailně objasnil druhy produktivity, co produktivitu ovlivňuje a jak ji zvyšovat. Následně jsem popsal všech osm druhů plýtvání, které jsem poté řešil v praktické části bakalářské práce. Nakonec jsem se snažil objasnit metody průmyslového inženýrství, kterými jsou 7 klasických nástrojů řízení kvality, SMED a layout.

V praktické části jsem po představení firmy MEDIAP, spol. s r.o. popsal jednotlivé procesy prováděné na multifunkčním blistrovacím stroji. Dále jsem zanalyzoval současný stav výroby, kde jsem interpretoval naměřené výsledky směnové produktivity práce na blistrovacím stroji. Následně jsem změřil a vypočítal maximální možnou lokální produktivitu, kterou jsem srovnal s dokumentací stroje. Zjistil jsem, že údaj o počtu zhotovených výrobků za směnu, uvedený v dokumentaci stroje, je ve skutečnosti absolutně nerealizovatelný.

Poté jsem analyzoval prvky, které mohou přímo i nepřímo ovlivňovat produktivitu práce na multifunkčním stroji. Zde jsem detailně zanalyzoval layout pracoviště, ve kterém se pracovník pohyboval. Uvedl jsem všechny druhy plýtvání, které se na pracovišti mohli objevit či přímo ovlivňovali produktivitu práce na blistrovacím stroji. Vytvořil jsem datovou frekvenční tabulku, která pomohla poodhalit významný problém v layoutu pracoviště, který souvisel s nadbytečným pohybem pracovníka, tedy jedním z druhů plýtvání.

V další kapitole jsem vytvořil návrhy pro možné zvýšení produktivity. Spočívaly v navýšení počtu pracovníků v kritickém procesu, dále jsem navrhl řešení pro odstranění veškerého plýtvání v podniku, vytvořil dva návrhy nového layoutu pracoviště, které mají za cíl zvýšení produktivity práce.

V poslední kapitole jsem vypsál očekávané přínosy po aplikaci mých návrhů do praxe. U nového layoutu jsem vypočítal, že u jednoho z procesů výroby blistrů se úspora času bude rovnat 10 minutám za směnu, což umožní navýšení produktivity práce o více než 32 vyrobených kusů za směnu. Inovace nového layoutu nebyla prozatím ve firmě aplikována z důvodu vysoké vytíženosti stroje, tudíž nejsou známy reálné výsledky zvýšení produktivity.

Další zvýšení produktivity práce nastalo, když jsem navýšil počet pracovníků v kritickém procesu svařování blistrů. Zvýšil jsem obsazenost obsluhy blistrovacího stroje z jedné na dvě pracovnice, která je vždy přemístěna z jiného, momentálně méně vytíženého pracoviště. Toto řešení bylo nasazeno do ostrého provozu a umožnilo tak zvýšení produktivity práce u zmíněného procesu o celých 25 %.

Následně, při snaze o eliminaci plýtvání, jsem u dvou procesů aplikoval opatření, kde jsem uspořil až 22 minut z pracovní směny, a tím dokázal zvýšit produktivitu práce o 54 kusů za směnu, a to včasným zapínáním a zahřátím stroje. Opatření, které vedlo k včasnému zapínání stroje, bylo ve společnosti schváleno a taktéž zavedeno do provozu.

Jako poslední jsem za pomoci vedoucího pracovníka stanovil výkonové normy, které by měl každý pracovník dodržovat. Dále jsem vymezil systém odměňování při produkci nad stanovenou normu. Uvedení normy v platnost je prozatím ve stádiu schvalování vedením společnosti.

Nakonec jsem všechny očekávané přínosy po aplikaci návrhů vypočítal, zhodnotil a graficky znázornil. Z původních 342 vyprodukovaných výrobků jsem dokázal, díky aplikování teoretických znalostí do praxe, zvýšit produkci na 391 kusů finálních výrobků za směnu. Celkově jsem tedy navýšil produktivitu práce na blistrovacím stroji o více než 12 %, což je dle mého názoru více než uspokojivý výsledek mé praktické části bakalářské práce.

Cíl mé bakalářské práce je tedy splněn a nyní je na společnosti MEDIAP, spol. s r.o., zda bude navrhovaný layout a výkonová norma s vypracovaným systémem odměn ve společnosti aplikována.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

API, ©2005-2012a. *Akademie produktivity a inovací: Plytvání*. [online]. [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/67789.plytvani-eliminace-lean/>

API, ©2005-2012b. *Akademie produktivity a inovací: Čekání*. [online]. [cit. 2014-04-29]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68161.cekani/>

API, ©2005-2012c. *Akademie produktivity a inovací: Nadprodukce*. [online]. [cit. 2014-04-29]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/67790.nadprodukce-nadvyroba/>

API, ©2005-2012d. *Akademie produktivity a inovací: Zásoby*. [online]. [cit. 2014-04-29]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68163.zasoby/>

API, ©2005-2012e. *Akademie produktivity a inovací: Zmetky*. [online]. [cit. 2014-04-29]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/67793.zmetky/>

API, ©2005-2012f. *Akademie produktivity a inovací: Pohyb*. [online]. [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68165.pohyb/>

API, ©2005-2012g. *Akademie produktivity a inovací: Přeprava*. [online]. [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68169.preprava/>

API, ©2005-2012h. *Akademie produktivity a inovací: Nadpráce*. [online]. [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68173.nadprace/>

API, ©2005-2012i. *Akademie produktivity a inovací: Nevyužitý potenciál pracovníků*. [online]. [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68179.nevyuzity-potencial-pracovniku/>

API, ©2005-2012j. *Akademie produktivity a inovací: 7 starých nástrojů kvality*. [online]. [cit. 2014-05-03]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68407.7-starych-nastroju-kvality/>

CUDNEY, Elizabeth A., Sandra L. FURTERER a David M. DIETRICH, 2014. *Lean systems: applications and case studies in manufacturing, service, and healthcare*. 1st ed. Boca raton (USA): CRCpress, 513 s. ISBN 14-665-5680-3.

KAVAN, Michal, 2002. *Výrobní a provozní management*. 1. vyd. Praha: Grada, 424 s. ISBN 80-247-0199-5.

- KCM, ©2008. *Vzdělávací a poradenská společnost: Plytvání*. [online]. [cit. 2014-04-29]. Dostupné z: <http://www.kcm.cz/kategorie/plytvani.aspx>
- KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR, 2002. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. 1. vyd. Žilina: inFORM, 432 s. ISBN 8096858319.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- MEDIAP, ©2014. [online]. [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: <http://mediap.cz/index.php/cz/>
- OMAR, ©2010. *Fantasy plus*. [online]. [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: <http://www.blisteromar.com/default.asp?pagina=prodottidetaglio&prodotto=FANTASY%20plus>
- SALVENDY, Gavriel, 2001. *Handbook of industrial engineering: technology and operations management*. 3rd ed. New York: Wiley, 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.
- SHINGŌ, Shigeo, 1985. *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Portland, Oregon: Productivity Press, 361 s. ISBN 0915299038.
- SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada, 223 s. ISBN 978-80-247-3938-0.
- SYNEK, Miloslav, 2011. *Manažerská ekonomika*. 5. vyd. Praha: Grada, 471 s. ISBN 978-80-247-3494-1.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2000. *Řízení výroby*. 2. vyd. Praha: Grada, 408 s. ISBN 8071699551.
- TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. 2. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 298 s. ISBN 8073183811.
- VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA, 2013. *Podnikové řízení*. 1. vyd. Praha: Grada, 685 s. ISBN 978-80-247-4642-5.

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN, 1999. *Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 193 s. ISBN 80-902235-3-2.

VYTLAČIL, Milan, 1997. *Podnik světové třídy: geneze produktivity a kvality*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 276 s. ISBN 80-902235-1-6.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

TP	Totální produktivita
PP	Parciální produktivita
MFP	Multifaktorová produktivita
CP	Celková produktivita
IP	Index produktivity
JIT	Just-in-Time
SMED	Single Minute Exchange of Die
SVP	Správná výrobní praxe
SDP	Správná distribuční praxe
SÚKL	Státní ústav pro kontrolu léčiv

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Diagram příčin a následků (Košturiak a Gregor, 2002, s. 68).....	15
Obr. 2 Fyzikální a psychologické vlivy na produktivitu (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 35).....	16
Obr. 3 Čekání (API, ©2005-2012b)	20
Obr. 4 Nadprodukce (API, ©2005-2012c)	20
Obr. 5 Nadměrné zásoby (API, ©2005-2012d)	21
Obr. 6 Zmetky (API, ©2005-2012e).....	22
Obr. 7 Zbytečný pohyb (API, ©2005-2012f)	22
Obr. 8 Nadbytečná přeprava (API, ©2005-2012g).....	23
Obr. 9 Nadpráce (API, ©2005-2012h)	24
Obr. 10 Nevyužití potenciálu pracovníků (API, ©2005-2012i)	24
Obr. 11 Tři kroky SMED (Vytlačil, 1997, s. 112).....	26
Obr. 12 Sedm klasických nástrojů řízení kvality (Vytlačil a Mašín, 1999, s. 106).....	27
Obr. 13 Předmětné uspořádání (Košturiak a Frolík, 2006, s. 137).....	30
Obr. 14 Technologické uspořádání (Košturiak a Frolík, 2006, s. 136)	31
Obr. 15 Princip výrobních buňek (Košturiak a Frolík, 2006, s. 137)	31
Obr. 16 Logo (Mediap, ©2014).....	33
Obr. 17 Organizační struktura společnosti (vlastní zpracování).....	34
Obr. 18 Výrobní centru Slušovice (Mediap, ©2014)	35
Obr. 19 Multifunkční blistrovací stroj (vlastní zpracování)	36
Obr. 20 Výrobní proces (vlastní zpracování).....	37
Obr. 21 Model layoutu pracoviště (vlastní zpracování)	44
Obr. 22 Návrh nového layout č.1 (vlastní zpracování).....	53
Obr. 23 Návrh nového layout č.2 (vlastní zpracování).....	53

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Naměřená produktivita za směnu (vlastní zpracování)	40
Tab. 2 Naměřená lokální produktivita (vlastní zpracování)	41
Tab. 3 Frekvenční tabulka (vlastní zpracování).....	46
Tab. 4 Naměřený počet blistrů v 1 odnášce (vlastní zpracování)	48
Tab. 5 Čas potřebný k přenesení navršených blistrů (vlastní zpracování)	49
Tab. 6 Zkouška doby přesunu (vlastní zpracování).....	56
Tab. 7 Srovnání produktivity se dvěma pracovníci (vlastní zpracování)	59
Tab. 8 Vypínání stroje (vlastní zpracování).....	60
Tab. 9 Odměňování za zvýšenou produktivitu (vlastní zpracování)	64

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Navýšení pracovníků v kritickém procesu (vlastní zpracování).....	59
Graf 2 Srovnání naměřené produktivity s produktivitou po zavedení všech návrhů (vlastní zpracování)	64
Graf 3 Navýšení počtu vyrobených blistrů (n = 391,09) (vlastní zpracování)	66

SEZNAM PŘÍLOH

P I Multifunkční blistrovací stroj

PŘÍLOHA P I: MULTIFUNKČNÍ BLISTROVACÍ STROJ

