

# Optimalizace výrobní linky košů D75 - D150

Bc. Ladislav Navrátil

---

Diplomová práce  
2012



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: 2011/2012

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Ladislav NAVRÁTIL**  
Osobní číslo: **M10861**  
Studijní program: **N 6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**

Téma práce: **Optimalizace výrobní linky košů typu D 75 – D 150**

Zásady pro vypracování:

Úvod

### I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši v oblasti štihlé výroby a formulujte teoretická východiska pro analytickou a projektovou část.

### II. Praktická část

- Zpracujte analýzu současného stavu výrobní linky košů typu D 75 – D 150.
- Na základě provedené analýzy a poznatků z teoretické části, formulujte praktická východiska úspěšné optimalizace výrobní linky košů typu D 75 – D 150.
- Vypracujte projekt optimalizace výrobní linky košů typu D 75 – D 150 a podrobně ho nákladové analýze a analýze návratnosti investic.

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**  
Rozsah příloh:  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

KOŠTURIAK, J., FROLÍK, Z. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.

KOŠTURIAK, J., GREGOR, M. Jak zvyšovat produktivitu firmy. Žilina: InFORM, 2002. 1 s. ISBN 8096858319.

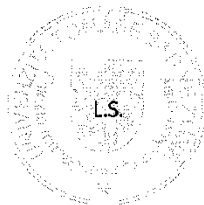
MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. Nové cesty k vyšší produktivitě : metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

TUČEK, D., BOBÁK, R. Výrobní systémy. 2. uprv. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 298 s. ISBN 8073183811.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jaroslav Dlabač**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: **26. března 2012**  
Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2012**

Ve Zlíně dne 26. března 2012

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková  
*děkanka*



prof. Ing. Felicita Chronjáčková, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním 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 obhajoby<sup>1</sup>;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí:
  - bez omezení;
  - pouze prezenčně v rámci Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- na mou 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. 3<sup>2</sup>;
- podle § 60<sup>3</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

<sup>1</sup> 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 nahlédnutí 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.

<sup>2</sup> 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).

<sup>3</sup> 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 § 60<sup>4</sup> odst. 2 a 3 mohou užít své dílo – 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 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 diplomovou práci zpracoval samostatně a použité informační zdroje jsem citoval;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

*17. 3. 2012*

*[Podpis]*

<sup>4</sup> 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 jim 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 přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce pojednává o problematice optimalizace výrobní linky košů v podniku Wanzl spol. s.r.o. Cílem práce je odhalit možnosti pro zvýšení produktivity a dosažení ekonomických nebo procesních úspor. Teoretická část práce se zabývá pojmy jako celková efektivita zařízení, optimalizace pracovišť, ergonomie práce, mapování hodnotového toku a interní logistika pracovišť. Praktická část práce je zaměřena na analýzu současného stavu výrobní linky, vydefinování okruhů pro optimalizaci a stanovení možného řešení nového stavu výrobní linky. V závěru práce jsou pak shrnuty a vyhodnoceny výsledky práce a jejich přínos pro firmu.

Klíčová slova: celková efektivita zařízení, optimalizace pracovišť, ergonomie práce, mapování hodnotového toku, interní logistika pracovišť.

## **ABSTRACT**

This thesis deals with problems of optimization of the production line of baskets in the company Wanzl. Co. The aim is to uncover opportunities for increasing productivity and achieving economic or procedural savings. The theoretical part deals with concepts such as overall equipment effectiveness, optimization of workplaces, work ergonomics, value stream mapping and internal logistics departments. The practical part is focused on analyzing the current state of the production line, definition areas for optimization and to identify possible solutions of the new state of the production line. The conclusion is then summarized and evaluated result of this thesis and it it's benefit for the company.

Key words: overall equipment effectiveness, optimization

of workplaces, work ergonomics, value stream mapping, internal logisticsdepartments.

Motto:

Za časů změny..., studenti dědí zemi,  
zatímco učením zjišťují,  
že jsou skvěle vybaveni,  
působit ve světě, který už není...

Erik Hoffer

Poděkování:

Rád bych na tomto místě vyjádřil poděkování za pomoc a cenné rady vedoucímu mé diplomové práce Ing. Jaroslavu Dlabačovi.

Dále děkuji panu Michalu Krestýnovi zaměstnanci podniku Wanzl spol. s.r.o. za jeho vstřícnou spolupráci, věcné připomínky a konzultace.

Děkuji také panu Bc. Aleši Kalábovi studentu UTB Fakulty aplikované informatiky, za jeho otevřenou, vstřícnou a aktivní spolupráci při ověřování výstupů mé diplomové práce v simulačním programu Witness.

## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 ŠTÍHLÁ VÝROBA</b> .....	<b>12</b>
1.1 OPTIMALIZACE LINKY .....	15
1.2 OPTIMALIZACE PRACOVIŠTĚ.....	16
<b>2 CELKOVÁ EFEKTIVITA ZAŘÍZENÍ (CEZ)</b> .....	<b>18</b>
2.1 VÝPOČET CEZ .....	19
2.2 VZTAH MEZI CEZ A PLÝTVÁNÍM .....	20
2.3 VÝZNAM CEZ PŘI MAPOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU.....	21
<b>3 MAPOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU</b> .....	<b>22</b>
3.1 POSTUP PŘI MAPOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU .....	22
3.1.1 Výběr výrobní řady.....	23
3.1.2 Tvorba mapy současného stavu.....	23
3.1.3 Tvorba mapy budoucího stavu .....	26
3.1.4 Realizace opatření .....	27
<b>4 ERGONOMIE</b> .....	<b>28</b>
4.1 POJEM ERGONOMIE A CO ZAHRNUJE .....	28
4.2 PRAKTICKÉ VYUŽITÍ ERGONOMIE V PODNIKU .....	28
4.3 ERGONOMIE PRACOVNÍHO MÍSTA .....	29
4.4 MANIPULACE S BŘEMENY .....	29
4.4.1 Přípustné hmotnosti ručně přenášených břemen.....	30
4.4.2 Zásady správné manipulace s břemeny.....	31
<b>5 INTERNÍ LOGISTIKA PRACOVIŠŤ</b> .....	<b>33</b>
5.1 OPTIMALIZACE INTERNÍ LOGISTIKY PRACOVIŠŤ .....	33
5.1.1 Tvorba nebo úprava manipulačních jednotek .....	34
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>36</b>
<b>6 PŘEDSTAVENÍ PODNIKU WANZL SPOL. S.R.O.</b> .....	<b>37</b>
6.1 PŘEDMĚT ČINNOSTI ORGANIZACE.....	37
6.2 POPIS A CÍLE ORGANIZACE.....	37
6.3 ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	38
<b>7 VSTUPNÍ ANALÝZA LINKY VÝROBY KOŠŮ</b> .....	<b>40</b>
7.1 STŘIHÁRNA DRÁTU.....	41
7.2 OHÝBÁRNA RINGŮ.....	42
7.3 SVAŘOVNA ROŠTŮ.....	43
7.4 VÝROBA UŠÍ A RÁMEČKU KOŠE .....	44
7.5 ROBOTICKÁ BUŇKA.....	45
7.6 SBĚR DAT .....	47
7.6.1 ABC analýza .....	47
7.6.2 Mapa hodnotového toku.....	48
7.7 ZÁVĚR VSTUPNÍ ANALÝZY.....	51
7.7.1 Optimalizace robotické buňky .....	51



7.7.2	Tvorba předvýrobní buňky ringů .....	51
7.8	SPOLUPRÁCE NA SIMULACI V PROGRAMU WITNESS .....	52
7.8.1	Simulace současného stavu linky pro výrobu košů se zaměřením na ohyb ringů .....	52
7.8.2	Simulace současného stavu robotické buňky .....	54
<b>8</b>	<b>NÁVRHY NOVÉHO STAVU .....</b>	<b>55</b>
8.1	SNADNO APLIKOVATELNÁ OPATŘENÍ .....	55
8.1.1	Zavedení sledování zmetkovitosti .....	55
8.1.2	Vozík pro přepravu hotových košů do galvanovny .....	57
8.1.3	Stojany na rošty .....	60
8.2	STOJANY NA UŠI KOŠE .....	61
8.2.1	Stojany na ukončovací ringy .....	63
8.2.2	Shrnutí přínosu snadno aplikovatelných opatření .....	65
8.3	PROJEKTY VĚTŠÍHO ROZSAHU.....	65
8.3.1	Technická úprava svářečky na robotické buňce.....	65
8.3.2	Zavedení samostatné předvýrobní buňky pro výrobu ringů koše .....	67
8.4	NOVÝ STAV V SIMULAČNÍM PRG. WITNESS .....	70
8.4.1	Zavedení předvýrobní buňky .....	70
8.4.2	Nový stav robotické buňky .....	71
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>73</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>75</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>78</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>80</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>82</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>83</b>

## ÚVOD

Od roku 1996 působí firma Wanzl spol. s.r.o. na území ČR. Již od svého otevření se snaží firma zvyšovat svou výkonnost, efektivitu a produktivitu práce, aby zajistila plnění výrobního programu a rozvoj firmy. Nicméně v dobách, kdy jedna krize střídá druhou, zákazníci tlačí na ceny a evropské firmy ohrožuje levný export z Číny, je nutné věnovat zvláštní pozornost právě optimalizaci a zeštíhlování tak, aby si firma udržela svoji globální konkurenceschopnost. Dalším důvodem, je dlouhodobý cíl a vize podniku určovat trendy a standardy týkající se komfortního nákupu a prodeje v obchodech.

Zejména tyto příčiny, ženou firmu vpřed v nekonečném závodu sebezdokonalování. Vypsání zadání diplomových prací, je jen jedním z nástrojů, které firma používá. Při zpracování tématu práce jsem poznal firmu Wanzl, zjistil jsem, že její výroba je „relativně“ jednoduchá avšak výrobní program i technologické předpisy určuje centrála v Německu, tak se firma obrací na obor průmyslového inženýrství, aby si udržela pozici světového hráče.

Cílem podniku, prostřednictvím diplomové práce, je nalézt nové metody a nápady, jak posunout hranice svých výrobních možností ještě dále a následně je realizovat.

Mým cílem v této práci je analyzovat současný proces výroby na výrobní lince košů, identifikovat potenciál pro zlepšení a následně zpracovat návrhy nového stavu včetně souhrnných kalkulací nákladů, výnosů a rizik v podobě doby návratnosti investic a to ve spolupráci se studentem UTB Fakulty aplikované informatiky Bc. Alešem Kalábem, který řeší v rámci své diplomové práce simulaci výrobní linky košů typu D a převádí výstupy mé práce do simulačního programu Witness.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Štíhlá výroba je jistým druhem podnikové filosofie, kterou v sedmdesátých letech původně zavedlo automobilové a elektronické odvětví. Tyto dva průmysly pak vytvořily dva samostatné proudy s řadou mezistupňů. V prvním se rozvíjela štíhlá výroba pro velké výrobky s montážní konstrukcí, s velkým počtem subdodávek z jiných závodů. V tom druhém se rozvíjela štíhlá výroba pro malé, složité výrobky se zásobami přímo v podniku. (Jirásek, 1998, s. 121)

Při dalším vývoji štíhlá výroba zasáhla všechny odvětví. Dnes prakticky není podniku, ve kterém bychom nenalezli prvky průmyslové štíhlosti. A filosofie štíhlosti dnes přeskočila i do jiných odvětví, než je výroba. Dnes kupříkladu známe i štíhlou administrativu, štíhlé řízení i štíhlé zdravotnictví.

Velmi výstižná je následující definice štíhlé výroby:

*„Štíhlá výroba je soubor nástrojů a principů, kterými se soustředujeme na výrobu – výrobní pracoviště, linky, strojní zařízení, výrobní pracovníci. Cílem je mít stabilní, flexibilní a standardizovanou výrobu.“ (API s.r.o., © 2005 - 2012)*

Zaváděním prvků štíhlé výroby se podniky snaží eliminovat plýtvání. V praxi neexistuje podnik, který by byl dokonalý, a v nějaké formě se v něm vždy vyskytují některé z následujících forem plýtvání:

- Nadvýroba – vyrábí se více, než jaká je poptávka.
- Nadbytečná práce – zbytečně prováděné činnosti při práci.
- Zbytečný pohyb – nadměrný pohyb nepřidávající hodnotu.
- Zásoby – vysoká přezásobenou, přesahující materiálové potřeby ke splnění úkolu.
- Čekání – ať již na materiál, informace, polotovary, součástky, konec strojního cyklu, prostoj nepřidávající hodnotu.
- Opravy – oprava nekvalitních výrobků.
- Nadbytečná doprava – zbytečná manipulace nebo doprava materiálu.
- Nevyužité schopnosti pracovníků – plýtvání lidským potenciálem

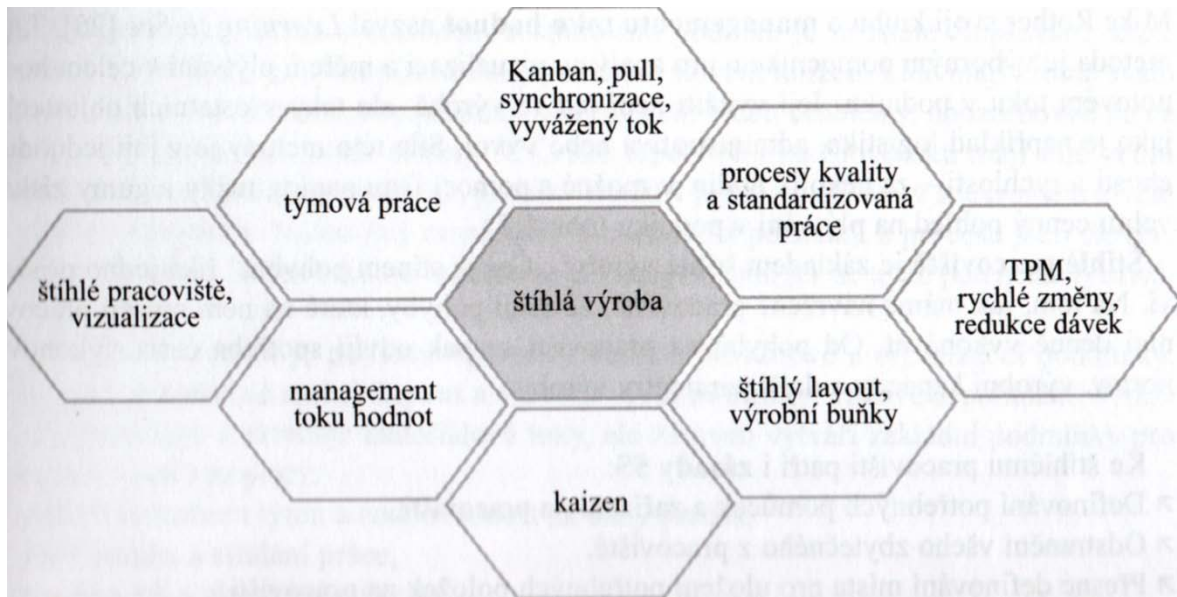
V tabulce 1 pak nalezneme rozsah plýtvání v průmyslových podnicích

Oblast plýtvání	Ukazatel	Hodnota	Příčina plýtvání
Produktivní využití zařízení	CEZ	30-50% Cíl: 85%	Poruchy, čekání na materiál, seřizování, snížený výkon, nekvalita...
Produktivní využití pracovníka	% činností, které přidávají hodnotu	30-40% Cíl: 70%	Zbytečné pohyby, hledání nástrojů, materiálu, nebo informací, čekání, krácení pracovní doby
Podíl plýtvání na průběžné době výroby	VA index	99-80% Cíl: 70%	Vysoké zásoby, čekání ve skladech, velké výrobní dávky, poruchy, chybějící komponenty, nefungující zásobování

Tabulka 1: Typické hodnoty plýtvání v podnicích (Košturiak a Frolík, 2006, s. 24)

Chromjaková s Rajnouhou (2011) soudí, že filosofie štíhlé výroby, je proces, který ve výrobě používá následujících principů:

- Výroba na objednávku.
- Plynulý tok materiálu a informací ve výrobě.
- Malé výrobní dávky.
- Standardizace materiálů, polotovarů, výrobků.
- Vykonávání výrobních činností dobře hned napoprvé – sledováno ukazatelem First time yield (FTY).
- Zavedení buněk.
- Zavedení TPM – totálně produktivní údržby.
- Zavedení SMED – rychlé seřízení strojů.
- Strategie nulových chyb v procesech.
- Zavedení JIT – zásobovací technologie „všechno na čas“.
- Multifunkční týmy.
- Práce s lidmi – aktivní zapojení a motivace pracovníků pro tvorbu přidané hodnoty, využití lidského potenciálu.
- Vzdělávání pracovníků.
- Vizualizace.



Obrázek 1: Štíhlá výroba (Košturiak a Frolík, 2006, s. 23)

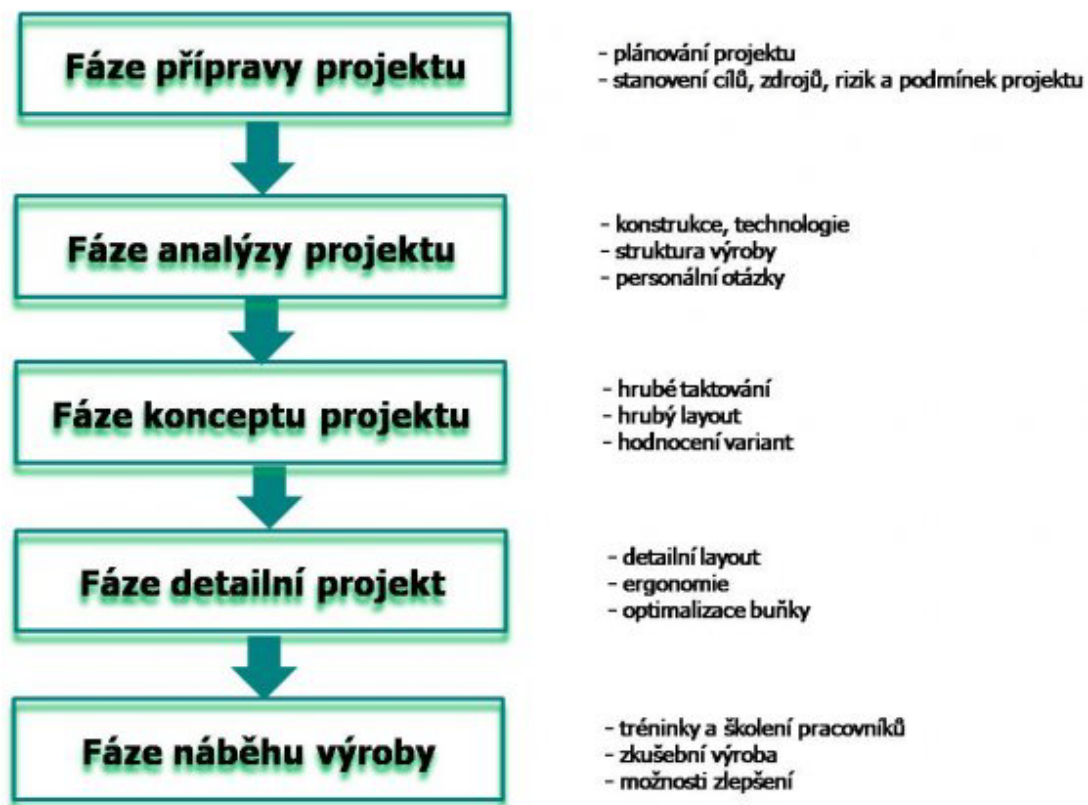
Interpretací principů štíhlé výroby dostaneme diagram (obrázek 1), který ilustruje pojem štíhlé výroby. Z bloku štíhlé výroby vycházejí jednotlivé metody a nástroje, které jsou-li úspěšně aplikovány na podnik dávají zpět dohromady koncept štíhlé výroby podniku.

Na druhou stranu je fakt, že nelze všechny metody a nástroje zavádět do všech podniků. V žádném odvětví nenalezneme dva podniky, které by byly naprosto identické. Vždy se zde něco liší, charakteristika výroby, používané technologie, úroveň vzdělání pracovníků, materiály, technologické postupy apod. Z tohoto důvodu nelze plošně a bezmyšlenkovitě zavádět koncept plošné výroby. Nástroje a metody štíhlé výroby, které fungovaly např. v automobilovém průmyslu, nelze prostě a jednoduše vzít jako balík fungujících opatření a direktivně je aplikovat v průmyslu chemickém. Při zavádění štíhlé výroby je nutné vytvořit každému podniku řešení odpovídající jeho možnostem a potřebám. V každém podniku je možné aplikovat nějaké prvky ze štíhlé výroby (a v mnoha podnicích již aplikovány jsou), ať již jde o ty méně náročné jako je vizualizace, nebo o ty složitější jako např. TPM.

## 1.1 Optimalizace linky

„Je to systematický proces vedoucí ke zvýšení výkonu linky, zvýšení kvality vyráběného produktu, úspoře plochy a zlepšení pracovního prostředí a podmínek při práci.“ (API s.r.o., © 2005 - 2012)

V případě optimalizace výrobní linky by mělo jít o takový komplexní projekt, jako je ilustrován na obrázku 1. Nicméně některé podniky v našem prostředí postupují poněkud neortodoxně, ale v souladu s definicí uvedenou výše. Tyto podniky se snaží optimalizovat linku rozkladem na menší úseky, které řeší jednotlivě na základě svých potřeb, nebo dostupných zdrojů. Místo komplexního projektu jde spíše o pozvolné zavádění změn na úzkých místech.



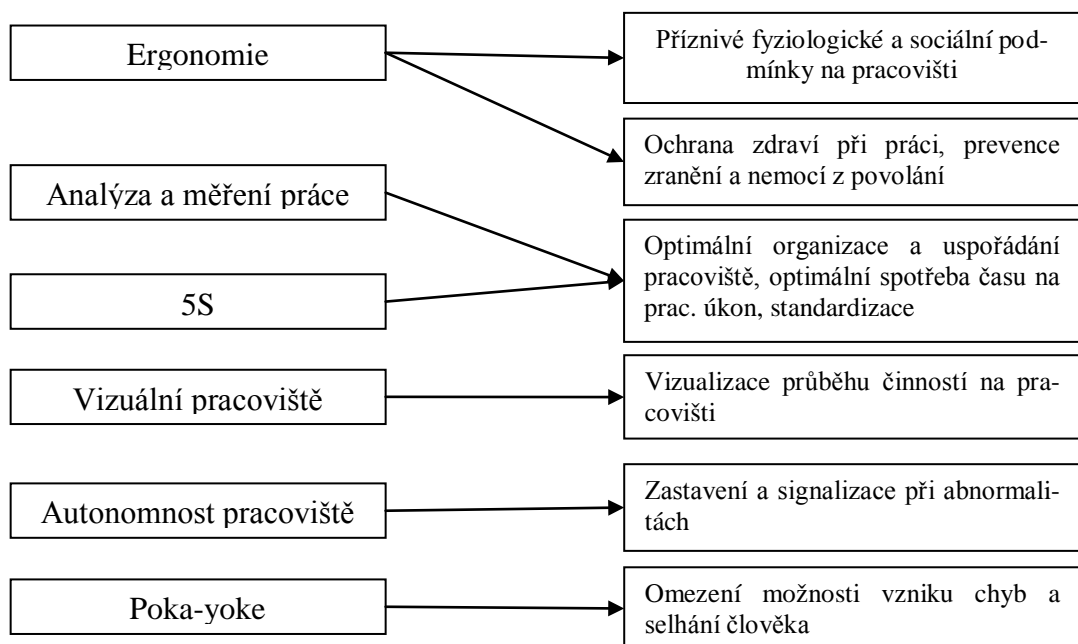
Obrázek 2: Projekt optimalizace linky (API s.r.o., © 2005 - 2012)

## 1.2 Optimalizace pracoviště

Definice tohoto pojmu v podstatě kopíruje definici optimalizace linky, jen je aplikována na menší jednotku. Vždy jde o eliminaci plýtvání (pokud možno absolutní) a o zavádění principů štíhlé výroby. V tomto případě aplikací těchto principů při optimalizaci má být výsledkem štíhlé pracoviště.

Hlavními cíly optimalizace (dosažení štíhlého pracoviště) jsou: (Košturiak a Frolík, 2006, s. 65)

- Zvýšení výkonnosti pracoviště.
- Snížení zatížení organismu.
- Zvýšení bezpečnosti na pracovišti.
- Zvýšení autonomnosti pracoviště.
- Zavedení víceobsluhy.
- Růst kvality výroby.
- Eliminace zmetkovitosti.
- Stabilizace procesu.



Obrázek 3: Prvky štíhlého pracoviště (Košturiak a Frolík, 2006, s.65)



Optimalizace pracoviště je orientována tak, aby pracovník při minimální námaze podal maximální výkon. Prvky autonomie a snižování chyb a selhání, mají zajistit možnost víceobsluhy, popř. zařazení do výrobní buňky. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 64).

Při optimalizaci pracoviště si obvykle pokládáme následující otázky: (API s.r.o., © 2005 - 2012)

- Účel operace – je tato operace nutná? Snaha o redukci, eliminaci, či kombinaci operací.
- Konstrukce – konstrukční charakteristika výrobku, snaha o dosažení jednodušší montáže, či výroby a to snižováním komponent, nebo jejich unifikací.
- Specifikace, tolerance, požadavky na provedení – snaha o eliminaci lidských chyb a důraz na přesnost v klíčových operacích.
- Používaný materiál – hledáme levnější, zpracovatelnější a standardizovaný materiál od nejlepšího dodavatele, využívat odpady k druhotné výrobě či recyklaci.
- Výrobní proces, technologie – snaha o redukci počtu operací, zjednodušení celého procesu, zavádění mechanizace a automatizace.
- Seřízení a používané nářadí – zvažování investic vzhledem k návratnosti, pracovníkům a celkové pružnosti výroby, možnost snižování času na seřízení.
- Manipulace s materiálem – snaha o redukci, či eliminaci manipulace, mechanizace manipulace.
- Layout pracoviště – redukce vzdáleností, a vytvoření nového layoutu, s důrazem na přímost toku materiálu.
- Návrh práce – využití antropometrických, biometrických a fyziologických aspektů pro nový návrh vykonávání práce člověkem.

## 2 CELKOVÁ EFEKTIVITA ZAŘÍZENÍ (CEZ)

Neboli také OEE – Overall Equipment Effectiveness. Jedná se o ukazatel, který sleduje efektivní využívání strojů v podniku a je jedním z ukazatelů stability procesů v podniku. (Mašín a Vytlačil, 2006, s. 85)

V přeneseném významu se dá říci, že tento ukazatel odráží efektivitu přeměny vstupů na výstupy na daném zařízení. Při práci na zařízení dochází vždy k nějakým ztrátám. K tomu abychom správně interpretovali výkon stroje, je nutné do něj zahrnout všechny ztráty viz obrázek 3 a ukazatel CEZ toto umožňuje, jako takový je vhodný zejména pro plánování výroby, zavádění TPM, nebo jako prostý ukazatel výkonu strojů v podniku a může posloužit i jako metrika při optimalizaci linek, nebo zvedání vytížení strojů.



Obrázek 4: Různé druhy ztrát při výrobě (Andrýsek, 2008)

## 2.1 Výpočet CEZ

Vzorec pro spočtení tohoto ukazatele je následující:

$CEZ = (\text{dostupnost} \times \text{výkon} \times \text{kvalita}) \times 100 [\%]$  (Mašín a Vytlačil, 2006, s. 85)

### Dostupnost:

- Je to doba chodu zařízení neboli možný využitelný čas stroje očištěný o ztráty z prostoje zařízení.
- Do prostojů můžeme zařadit např. opravy, nedostatek materiálu, seřízení, čekání, neplánované přerušení výroby atd....
- Vzorec pro výpočet:  $(\text{možný využitelný čas} - \text{prostoje zařízení}) / \text{možný využitelný čas}$ .

### Výkon:

- Odráží stav, kdy zařízení sice vyrábí, ale se sníženým výkonem, tj. když zařízení sice vyrábí, ale s vyšším cyklovým časem, než je předepsán normami.
- Jedná se o situace kdy je např. nezkušená obsluha, nekvalitní vstupní materiál, nebo je zařízení ve špatném technickém stavu apod....
- Vzorec pro výpočet:  $(\text{počet vyrobených kusů} \times \text{cyklový čas}) / (\text{možný využitelný čas} - \text{prostoje})$ .

### Kvalita:

- Ukazuje na ztrátu výkonu z důvodu produkce nekvalitních výrobků na zařízení.
- Nekvalita se může objevit jak chybami pracovníka, tak závadami na zařízení, může být i špatný vstupní materiál, nebo postup práce atd....
- Zahrnují se sem nekvalitní výrobky tzv. zmetky, které jsou již neopravitelné, ale i neshodné výrobky, které ještě opravit lze.
- Vzorec pro výpočet:  $(\text{celkový počet vyrobených kusů} - \text{počet nekvalitních výrobků}) / \text{celkový počet vyrobených kusů}$ .

## 2.2 Vztah mezi CEZ a plýtváním

Tabulka 2 demonstruje vztah plýtvání a CEZ. Jak je možné vidět CEZ postihuje 6 ze 7 (respektive 8) druhů plýtvání. Jediné co nepostihne je nadvýroba (a nevyužitý potenciál pracovníků, i když to je sporné, protože nevyužitý potenciál pracovníků si každý podnik představuje jinak). Je to logické, protože nadprodukce vzniká z mnoha jiných důvodů, může jít například o důsledek PUSH systému podniku, špatný výrobní plán, spekulativní strategie firmy apod. Paradoxem je, že i na zařízení které má ukazatel CEZ=10% může vznikat nadvýroba.

		OEE		
		Dostupnost	Výkonnost	Kvalita
7 druhů plýtvání	Nadvýroba			
	Zásoby			x
	Transport	x		x
	Čekání	x	x	
	Opravy	x		x
	Zbytečné procesy		x	
	Zbytečné pohyby		x	

Tabulka 2: Vztah plýtvání a CEZ (Andrýsek, 2008)

Z ukazatele CEZ=10% je možné usuzovat mnoho věcí. Jelikož je součinem dostupnosti, kvality a míry výkonu, je možné se domnívat, že toto zařízení není moc často v provozu, také že toto pracoviště má poměrně velkou zmetkovitost a když už je v chodu, tak je velmi poruchové.

Každý podnik by si přál mít ukazatele CEZ=100%, nicméně to je nedosažitelný sen. Za hodnotu CEZ při níž jsou v podniku dobře využívány zařízení se dnes všeobecně považuje hranice 80%. Jsou podniky, které jsou na sebe přísnější a tlačí na své zaměstnance aby CEZ dostali minimálně na 85%. Stanovení cílové hranice CEZ je individuální pro každý podnik a každý podnik by měl pečlivě zvážit stanovení této hranice, protože mám-li v podniku  $\emptyset$ CEZ=20% je šílené stanovit si do cílů pro následující rok růst CEZ na 80%.

### 2.3 Význam CEZ při mapování hodnotového toku

CEZ má také přímý vztah k určování úzkého místa. Patrné je to při aplikaci ve VSM mapě. Např. máme-li tři zařízení s cyklovými časy 1, 2 a 3 minuty. Na první pohled by bylo úzkým místem zařízení s cyklovým časem 3min. Pokud do toho, ale zapojíme CEZ a analyzou pracovišť zjistíme, že první zařízení má CEZ=60%, druhé zařízení má CEZ= 40% a třetí zařízení má CEZ=85%, tak pokud podělíme cyklové časy hodnotou CEZ tak dostaneme nové cyklové časy zohledňující CEZ:

- Pro první pracoviště  $1/0,6 = 1,67\text{min}$ .
- Pro druhé pracoviště  $2/0,4 = 5\text{min}$ .
- Pro třetí pracoviště  $3/0,85 = 3,53\text{min}$ .

Jak se nám tedy změní náhled na výrobu, známe-li CEZ. Z jednoduchého příkladu výše, je patrné, že úzkým místem není třetí pracoviště, nýbrž druhé. Je to logické, protože nezáleží ani tak na cyklovém času stroje, jako na jeho skutečném výrobním výkonu.

### 3 MAPOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU

V hodnotovém managementu se za tok hodnot považují všechny procesy (ať již ty které přidávají hodnotu, nebo ty co nepřidávají hodnotu výrobku), které kopírují cestu od vstupu materiálu, po hotový výrobek. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 43)

Hodnotu pak definujeme jako poměr mezi užitnými vlastnostmi výrobku (pro zákazníka) a celkovými náklady na jeho produkci. (Mašín, 2003, s. 82).

Hodnota = užité vlastnosti výrobku / celkové náklady na produkci

Mapování toku hodnot (anglicky Value stream mapping VSM) je pak jednou z metod štíhlé výroby, která slouží pro zobrazování skutečného současného stavu procesu (následně práci s ním a zobrazením zamýšleného budoucího stavu procesu). Tuto metodu lze použít pro mapování toku výrobních, informačních i administrativních procesů. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 51)

Cílem VSM je sledovat komplexní tok materiálu (informace, služby) od zákazníka k dodavateli a graficky znázornit všechny procesy, které obsahuje pomocí standardizovaných obrazců do jedné mapy. Dále pak na této mapě identifikovat plýtvání v procesech a potenciály k jeho odstranění, tak aby bylo dosaženo odstranění plýtvání a růstu efektivity. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 51)

Metoda VSM se dá aplikovat univerzálně. Nejen na celopodnikové procesy, ale i na samostatné výrobní operace, vykonávané na jednom pracovišti. Postup je stejný jako při mapování např. výrobních linek.

#### 3.1 Postup při mapování hodnotového toku

Pro mapování hodnotového toku používáme následující postup: (Školař, 2006, s. 4)

- Výběr výrobní řady.
- Tvorba mapy současného stavu.
- Tvorba mapy budoucího stavu.
- Realizace.

### 3.1.1 Výběr výrobní řady

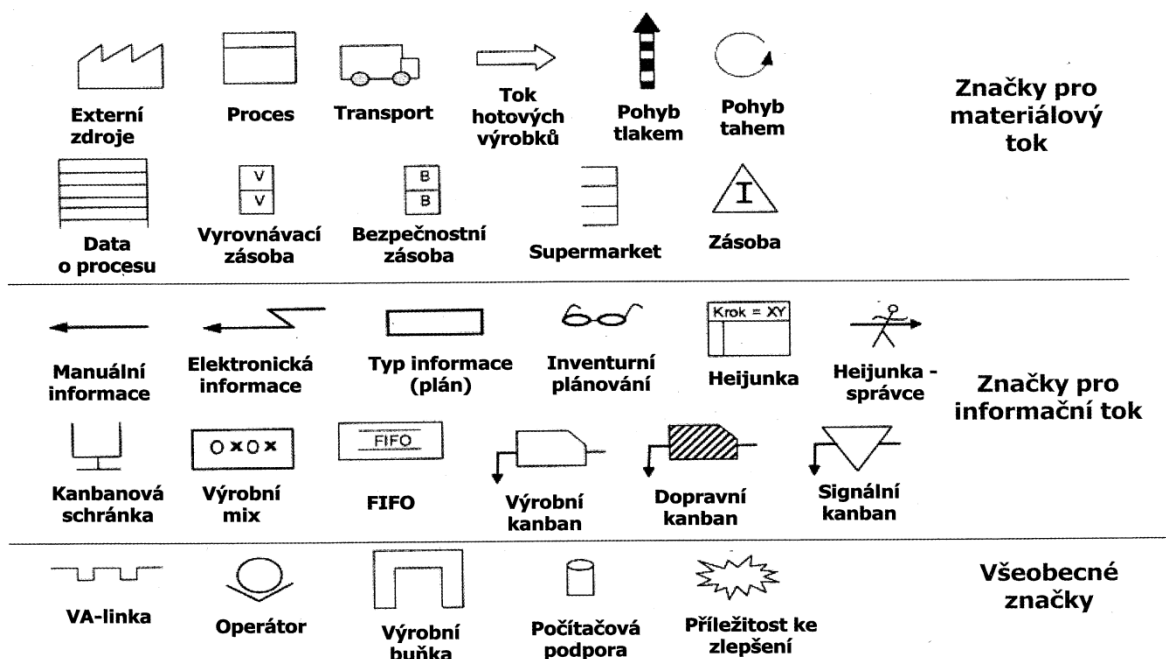
Pokud má podnik jednoduchou výrobu, na jejímž konci je pouze několik druhů produktů, je výběr poměrně jednoduchý. V takovém případě se podnik většinou rozhoduje na základě ceny, spotřeby, stavu zásob, výrobní rychlosti atd., nebo jen prostým direktivním nařízením vedení. (Gregorovičová, 2010)

Má-li však podnik mnoho produktů, nebo se finální produkt z mnoha dílů (viz. Obrázek 4) vybírá se většinou na základě: (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 55)

- ABC analýzy.
- Výrobek, či výrobní řada, procházející největším počtem operací.
- Výběr výrobku, či výrobní řady na základě podobnosti technologických postupů ve výrobním procesu.

### 3.1.2 Tvorba mapy současného stavu

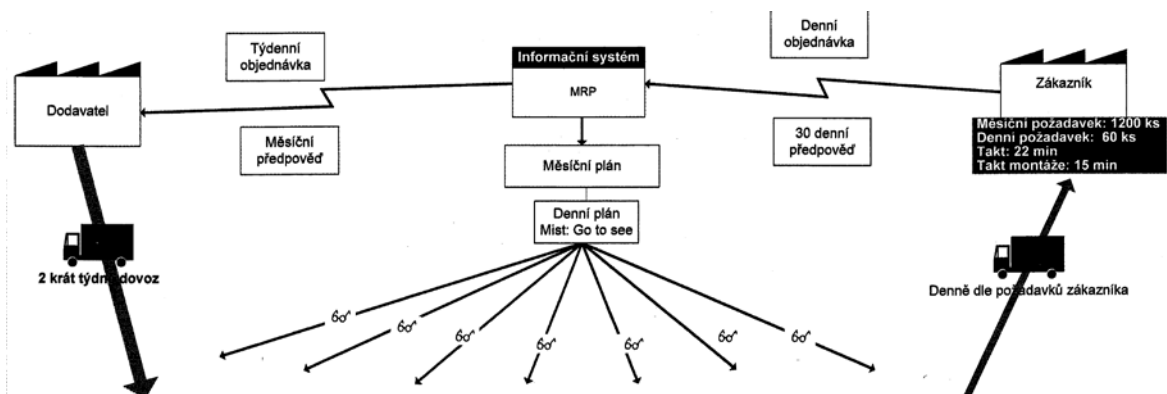
Mapa hodnotového toku kombinuje údaje materiálového a informačního toku. Při tvorbě VSM je nutné sledovat oba toky, aby výsledky byly správně interpretovány. Pro tvorbu map hodnotového toku existuje řada standardizovaných symbolů viz níže.



Obrázek 5: Symboly používané pro tvorbu VSM (Gregorovičová, 2010)

Při tvorbě mapy, postupujeme směrem od zákazníka k dodavateli. Údaje, které sledujeme v informačním toku (viz. Obrázek 5) jsou:

- Zákaznický takt = disponibilita výrobního času za den / denní požadavek zákazníka.
- Výrobní takt.
- Doby dodání.
- Frekvenci objednávek a odvolávek.
- Plánování a řízení výroby.



Obrázek 6: Informační tok ve VSM (Gregorovičová, 2010)

V materiálovém toku pak sledujeme tyto údaje:

- C/T – cyklový čas, čas potřebný pro vykonání operace.
- C/O – čas seřízení, čas nutný pro přenastavení stroje na jiný typ výrobku.
- Disponibilita – dostupnost stroje vyjádřená v min., kolik min. může denně stroj vyrábět, odečítají se pravidelné údržby, úklid pracoviště, zákonné přestávky.
- VD, TD – velikost výrobní a transportní dávky.
- Varianty výrobků, které produkuje pracoviště.
- Směnnost – ranní, odpolední, noční.
- Počet pracovníků.
- VA index – index přidané hodnoty, je to poměr mezi činnostmi co nepřidávají hodnotu a mezi těmi co hodnotu přidávají.  $VA\ index = \frac{\text{činnosti přidávající hodnotu}}{\text{celková doba výroby}} \times 100\ [%]$ .





### 3.1.3 Tvorba mapy budoucího stavu

Máme-li vytvořenou mapu současného stavu a na ní kaizen bliky, nezbyvá než začít rozpracovávat řešení jednotlivých problémů. Zpravidla se vydefinují největší problémy a ty se řeší nejdříve. Po zpracování návrhů na řešení vydefinovaných okruhů, se vezmou předpokládané efekty těchto řešení a zanesou se do mapy hodnotového toku.

Problémy jsou různého druhu, tak i řešení mohou mít různé efekty, většinou jde o snižování zásob, zkrácení průběžné doby výroby, zjednodušení výrobního procesu, vybalancování výroby, zavedení výrobních buněk, změny technického rázu zrychlení cyklových časů úzkých míst atd....

Nová mapa hodnotového toku se bude lišit o mapy původního stavu, ale nepříliš markantně (pokud se nejedná o přestavbu podniku). Hlavní je porovnat klíčové ukazatele s ukazateli původního stavu. Většinou stačí porovnat VA index. VA index je v českých podnicích velmi nízký. V mnoha podnicích nedosahuje ani 0,1%. Proto zaznamená-li i nepatrný růst VA indexu, lze to označit za úspěch.

Mapa budoucího stavu má ještě tu výhodu, že může posloužit jako mapa současného stavu pro další zlepšování. Může se nad ní sejít tým a začít znovu hledat možné zefektivnění výrobního procesu. Protože jak známo, odstraníme-li jedno úzké místo, objeví se automaticky jiné, stejné to bude s postupným snižováním úrovně zásob, nebo zkracováním průběžné doby výroby atd.

### 3.1.4 Realizace opatření

Tvorba map je sice bohužel činností, ale bez realizace navržených opatření je k ničemu. VSM obvykle odhalí mnoho potenciálních možností zlepšení a většinou jsou mezi nimi i takové, které nevyžadují mnoho času, úsilí nebo investic. Na druhou stranu tyto opatření nepřinesou velké efekty. Takováto opatření je třeba realizovat co nejdříve, aby nedošlo k jejich odsunu na dobu neurčitou, velmi často jejich odsun má negativní dopad na morálku pracovníků v podniku. Dále jsou tam opatření rozsahem velká a nákladná, nicméně tyto opatření sebou přináší velké efekty. Taková již vyžadují vlastní projekt, plánování, analýzu, časový harmonogram atd.

## 4 ERGONOMIE

### 4.1 Pojem ergonomie a co zahrnuje

Výraz z řečtiny, kde ergo = práce a nomos = přírodní zákony.

*„Ergonomie je interdisciplinární obor studující vztah člověka a pracovních podmínek při uplatnění nejnovějších poznatků věd biologických, technických a společenských. Jejím cílem je optimalizace postavení člověka v pracovních podmínkách, a to ve smyslu dosažení zdraví, pohody, bezpečnosti a optimální výkonnosti.“ (Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i, © 2002 - 2012)*

Pro naše potřeby můžeme ergonomii chápat jako vědu zabývající se vztahy mezi člověkem, pracovním prostředím a pracovními nástroji (popř. stroji).

Ergonomie zahrnuje: (Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i, © 2002 - 2012)

- Antropometrii včetně biomechaniky.
- Fyziologii práce.
- Psychologii práce.
- Hygienu práce.

### 4.2 Praktické využití ergonomie v podniku

Je zaměřeno na: (Marek a Skřehot, 2009, s. 8)

- Analýzu a hodnocení pracovních podmínek působících na člověka.
- Regulaci pracovní zátěže na člověka, eventuelně řešení nevhodných pracovních podmínek a postupů.
- Návrhy na úpravy strojů, pro optimalizaci jejich obsluhy člověkem.
- Optimalizace pracovního prostředí.
- Zdokonalování a vývoj strojů a zařízení, pro zvýšení pracovní a dušení pohody člověka.

### 4.3 Ergonomie pracovního místa

Při řešení ergonomie pracovního místa je nutné se řídit podle norem ČSN EN 614-1 Ergonomické zásady pro projektování a ČSN ISO 6385 Ergonomické zásady pro navrhování pracovních systémů, které navrhování pracovních systémů a projektování pracovišť upravují.

Při řešení ergonomických požadavků na pracovišti je třeba se zaměřit především na: (API s.r.o., © 2005 - 2012)

- Pracovní prostředí (osvětlení, klimatické podmínky, hluk).
- Pracovní a manipulační prostor (nároky na pracovní prostor, zóny dosahu).
- Tvorbu a rozmístění oznamovacích a ovládacích prvků.
- Vhodnou volbu pracovní polohy (práce vestoje, práce vsedě, ...).
- Ergonomické řešení pracovních sedadel.
- Výšku pracovní roviny.
- Zorné podmínky při práci (osa pohledu, zorný úhel).
- Ekonomii pracovních pohybů.
- Konstrukci nástrojů a přípravků (rukojeť nástroje, hmotnost nástroje, ...).
- Manipulaci s břemeny.
- Rizikové ergonomické faktory.

### 4.4 Manipulace s břemeny

*„Manipulace s břemeny je každá činnost vyžadující použití lidské síly k jeho zvedání, ukládání, přenášení, držení, tlačení nebo táhnutí.“ (Marek a Skřehot, 2009, s. 81)*

Pracovníci velmi často manipulují s břemeny nadměrné hmotnosti a zvyšují tak riziko poškození muskuloskeletálního systému. Tímto přetěžováním pak na lidském těle trpí nejvíce bederní páteř a kolenní klouby. Neustálým přetěžováním pak může dojít až k trvalému poškození zdraví. (Marek a Skřehot, 2009, s. 82)

#### 4.4.1 Příпустné hmotnosti ručně přenášených břemen

Zákon č.361/2007sb. Stanovuje hygienické limity pro hmotnosti ručně přenášených břemen:

- *„Příпустný hygienický limit pro hmotnost ručně manipulovaného břemene přenášeného mužem při občasném zvedání a přenášení je 50 kg, při častém zvedání a přenášení 30 kg. Při práci vsedě je příпустný hygienický limit pro hmotnost ručně manipulovaného břemene mužem 5 kg.*
- *Průměrný hygienický limit pro celosměnovou kumulativní hmotnost ručně manipulovaných břemen v průměrné osmihodinové směně mužem je 10000 kg.*
- *Příпустný hygienický limit pro hmotnost ručně manipulovaného břemene přenášeného ženou při občasném zvedání a přenášení je 20 kg, při častém zvedání a přenášení 15 kg. Při práci vsedě je příпустný hygienický limit pro hmotnost ručně manipulovaného břemene ženou 3 kg.*
- *Průměrný hygienický limit pro celosměnovou kumulativní hmotnost ručně manipulovaných břemen v průměrné osmihodinové směně ženou je 6500 kg.*

*Občasným zvedáním a přenášením břemene se rozumí zvedání a přenášení břemene nepřesahující souhrnně 30 minut v průměrné osmihodinové směně. Častým zvedáním a přenášením břemene se rozumí zvedání a přenášení břemene přesahující souhrnně 30 minut v průměrné osmihodinové směně. Uvedená celková doba přenášení a zvedání břemene v průměrné osmihodinové směně je průměrným hygienickým limitem.“*

Kromě zákonem stanovených hygienických limitů, se uvádějí doporučené hodnoty zatížení viz Tabulka 3.

Věk pracovníka	Podmínky pro přenášení	Maximální hmotnost břemene (kg)		Kumulativní hmotnost za celou pracovní směnu (kg)	
		Muži	Ženy	Muži	Ženy
18 – 29	Příznivé	50	15	10 000	7 000
	Nepříznivé	45	12	8 000	6 500
30 – 39	Příznivé	45	12	7 500	6 500
	Nepříznivé	40	10	7 200	6 200
40 – 49	Příznivé	40	10	7 000	6 200
	Nepříznivé	35	8	6 700	6 000
50 – 60	Příznivé	35	8	6 400	5 500
	Nepříznivé	30	5	6 000	4 000

Tabulka 3: Doporučení zatížení břemeny (Marek a Skřehot, 2009, s. 83)

#### 4.4.2 Zásady správné manipulace s břemeny

Je obecně známo, že nesprávnou manipulací s břemeny pracovník ohrožuje nejen své zdraví, ale i zdraví jiných osob, již se manipulace může dotýkat. Tuto skutečnost ovlivňují především faktory, které se řadí do individuálních vlastností pracovníka. Jsou to zejména fyzické vlastnosti (zdravotní stav, síla, pohlaví, fyzická stavba těla), věk a správná technika manipulace s břemeny (zaškolení a zácvik). Další faktory, které ovlivňují manipulaci s břemeny, jsou vlastnosti břemene (velikost, váha, tvar, teplota, úchopy) a pracovní prostředí (manipulační prostor, klima, osvětlení, zorné podmínky). (Marek a Skřehot, 2009, s. 84)

Při manipulaci s břemeny je zejména třeba se nepřetěžovat a nezvyšovat tak uměle riziko poškození svého zdraví viz Tabulka 4. Dále je pak nutné s břemeny manipulovat správným způsobem např. zvedám-li těžší břemeno ze země, zvedám jej zpravidla z podřepu, tak abych co nejméně zatížil zádové svalstvo. Nesprávnou manipulací s břemeny může dojít až k natržení svalu, pohmoždění zad nebo poranění svalu. Samozřejmostí je pak mít pro manipulaci s břemeny dostatek prostoru. Stísněné prostory, překážky v manipulační trase, šikmé plochy, kluzké povrchy, to vše zvyšuje riziko kolize respektive pádu lidí a břemen. Při pádu jsou pak často vážně zraněny zasažené osoby (pohmožděnin, zlomenin, naražení, smrt). (Marek a Skřehot, 2009, s. 84)

Pracovní úkol	Ženy	Muži
Zvedání oběma rukama	10 kg	20 kg
Zvedání jednou rukou	5 kg	10 kg
Posun oběma rukama	5 kg	10 kg
Posun jednou rukou	5 kg	10 kg
Nesení břemene oběma rukama vedle těla, na zádech či na ramenech	20 kg	30 kg
Nesení břemene před tělem, nebo vedle těla	15 kg	25 kg
Tažení břemene	250 N	350 N
Tlačení břemene	300 N	450 N

Tabulka 4: Hmotnost břemene, při níž se zvyšuje riziko poškození pohybového aparátu. (Marek a Skřehot, 2009, s. 85)

Nejúčinnějším nástrojem jsou však preventivní opatření při práci s břemeny:

- Důkladné proškolení při BOZP pro manipulaci s břemeny.
- Zácvik ve správné manipulaci s břemeny.
- Dodržování fyziologických zásad pro manipulaci.
- Mechanizace a automatizace pokud je to možné.
- Využívání transportních zařízení.
- Dodržování limitů pro manipulaci.
- Opatrnost.



## 5 INTERNÍ LOGISTIKA PRACOVIŠŤ

Interní logistika pracovišť spadá pod logistiku podniku. Jako každá logistika má aktivní a pasivní prvky. Aktivní prvky uskutečňují netechnologické operace (tj. dopravní a manipulační operace) s pasivními prvky. Mezi aktivní prvky se řadí technické prostředky pro manipulaci, dopravu a balení, dále pak operátoři, seřizovači a manipulanti, jakož i řídicí pracovníci, kteří se podílí na řízení logistického systému. Pasivními prvky se pak rozumí materiály, polotovary, díly, informace atd. (Sixta, 2005, s. 12)

Interní logistiku pracovišť tedy tvoří:

- Převázané materiály, polotovary, díly, atd.
- Dopravní a manipulační jednotky – tj. transportní dávky.
- Dopravní prostředky a manipulační zařízení.
- Personál – operátoři, seřizovači, manipulanti.
- Organizace a řízení přepravních procesů.

### 5.1 Optimalizace interní logistiky pracovišť

Cílem této optimalizace je: (Rybalský, Vidová, Božek, 2006, s. 36)

- Optimální využití lidí, strojů a času.
- Minimalizace doby přepravy.
- Minimalizace čekání.
- Pružnost – schopnost rychle se přizpůsobovat požadavkům výroby.
- Přehled o stavu plnění zásobovacích úkolů.

Při optimalizaci logistiky pracovišť se pak můžeme zaměřit jak na celý proces přepravy a manipulace na pracovišti, tak na technické manipulační prostředky, velikosti transportních dávek, lidský faktor při přepravě a manipulaci atd. Štíhlá logistika na pracovišti patří pod štíhlou výrobu. Při optimalizaci proto postupujeme podle stejných zásad. Stále je nutné mít na paměti, že přeprava a manipulace nejsou ve štíhlém konceptu považovány za činnosti, které přidávají hodnotu. Proto si při optimalizaci klademe v první řadě otázku, jestli je tato činnost nebo proces nutný? Pakliže je nezbytně nutný k chodu pracoviště, snažíme se jej co

nejvíce zjednodušit, zrychlit a usnadnit. V takových případech se pak podnik nejčastěji uchyluje k:

- Optimalizaci transportní dávky.
- Tvorbě nebo úpravě manipulačních jednotek.
- Nákupu dopravních a manipulačních zařízení.
- Reorganizaci řízení interní logistiky pracoviště.

### 5.1.1 Tvorba nebo úprava manipulačních jednotek

Manipulační jednotky se v podniku používají pro efektivní manipulaci s materiálem. Manipulační jednotkou se rozumí např. několik výrobků umístěných na paletě, se kterými se pak manipuluje jako s jedním kusem. Při optimalizaci interní logistiky pracovišť se podniky velmi často snaží o tvorbu nebo úpravu (popř. nákup) těchto jednotek, tak aby minimalizovaly přepravu a manipulaci. Většinou jde o velmi specifické manipulační jednotky, které si je podnik nucen vyrobit sám, neboť outsourcing, by byl velmi drahý. Mezi manipulačními jednotkami rozlišujeme několik druhů, pro interní logistiku pracovišť však mají význam jen dva: (Rybalský, Vidová, Božek, 2006, s. 38)

- Manipulační jednotka I. řádu – základní manipulační jednotka určená pro ruční manipulaci (může ji tvořit pouze obal materiálu, nebo výrobku), nosnost 15-50kg., současně může představovat minimální dodací, objednací nebo odběrové množství.
- Manipulační jednotka II. řádu – slouží pro mechanizovanou nebo automatizovanou manipulaci v meziobjektové, nebo mezioperační dopravě, nosnost 250-1000kg, je-li kompatibilní může pojmout 5-66 jednotek I. řádu, dle druhu lze manipulovat ručně, mechanizovanými vozíky, jeřáby, regálovými zakladači atd.

Další možností využití manipulačních jednotek upravených pro potřeby podniku, je zavádění tzv. bez zásobových technologií Kanban, nebo JIT. Je známo, že při zavádění Kanbanu je nutné mít v okruhu určitý počet manipulačních jednotek. Tento počet má být stanoven tak, aby nedocházelo k hromadění zásob na pracovištích a současně nedocházelo ke zbytečně časté přepravě materiálu.



Obrázek 9: Příklad manipulačních jednotek I. řádu



Obrázek 10: Příklad manipulačních jednotek II. řádu

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 PŘEDSTAVENÍ PODNIKU WANZL SPOL. S.R.O

Název: Wanzl spol. s.r.o.

Adresa: Hněvotín 333, PSČ 78347



Obrázek 11: Podnik Wanzl spol. s.r.o.

### 6.1 Předmět činnosti organizace

- výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona
- galvanizérství, smaltérství

### 6.2 Popis a cíle organizace

Wanzl je největším výrobcem nákupních vozíků na světě. Firma ročně vyrobí a prodá přes 2 miliony kusů různých typů. Po desetiletí firma hledala vždy nové cesty vývoje, týkající se komfortního nákupu a prodeje. Ty určovaly standard v obchodní branži, který se stal pro zákazníky na celém světě naprostou samozřejmostí. Wanzl je globálně působícím partnerem obchodních řetězců a podařilo se vytvořit značku Wanzl jako synonymum pro kvalitu a dostat ji do povědomí i v jiných oblastech podnikání.

Stěžejním bodem práce jsou řešení, která vycházejí vstříc individuálním požadavkům zákazníků a splňují jejich vysoké nároky.

V současné době koncern zaměstnává na 3 300 pracovníků v sedmi výrobních závodech v Německu, Francii, Číně a České republice. Pobočky a obchodní zastoupení po celém světě garantují bezprostřední blízkost k zákazníkům, což byl od samého počátku vytčený cíl.

Pobočka firmy Wanzl pro Českou republiku byla založena v roce 1991 v Olomouci. V roce 1996 se ve vlastních budovách v Hněvotíně u Olomouce otevírá i výrobní závod. Česká pobočka WANZL spol. s r.o. má dnes více než 260 zaměstnanců a je schopna řešit i ty nejnáročnější požadavky zákazníků. Firma disponuje výstavními plochami a prodejními kancelářemi jednak ve své centrále v Hněvotíně, ale i v pobočkách v Praze a slovenské Seredi.

V roce v roce 2006 byl rozšířen výrobní závod o další výrobní halu a galvanovnu, takže z továrny vycházejí hotové, povrchově upravené výrobky.

### 6.3 Zadání diplomové práce

Téma diplomové práce vypsál sám podnik, viz Obrázek 12. Při zpracování je podmínkou podniku abych spolupracoval se studentem UTB Fakulty aplikované informatiky, který má za úkol nasimulovat linku výroby košů typu a převádět výstupy mé práce do simulačního programu Witness.

**wanzl**

## Zadání diplomové práce pro obor Průmyslového inženýrství

*Název tématu:*

### **Optimalizace linky výroby košů.**

*Popis tématu:*

V práci jde o „zeštíhlení“ linky výroby košů k nákupním vozíkům a o návrh nového budoucího stavu, optimalizovaného dle zásad „štíhlé výroby“. Student musí analyzovat stávající proces, průběžnou dobu výroby, tok zakázek, velikosti výrobních dávek a odhalit v procesu plýtvání. Na základě analýzy musí student navrhnout nový layout pracoviště a nový tok materiálu, či velikosti výrobních dávek. Svě závěry si musí ověřit simulací ve spolupráci se studentem, který pracuje na partnerské diplomové práci „ Simulace výrobní linky výroby košů, před a po optimalizaci“.

*Ohraničení práce:*

Práce zahrnuje tok materiálu od příjmu cívek ocelového drátu po manipulaci surového svařence koše do vyrovnávacího zásobníku galvanovny.

*Vstupy, které musí student ovládnout / pochopit:*

- Stávající plánování a řízení výrobních zakázek na lince výroby košů
- Disponované velikosti výrobních zakázek
- Tok materiálu od příjmu materiálu po galvanovnu
- Výpočet sazby pracoviště

*Očekávaný výstup práce pro společnost:*

Štíhlý a simulací ověřený pracovní proces výroby košů s jasně vyčíslenou úsporou výrobních nákladů.

*Požadavky na studenta:*

- Student oboru průmyslového inženýrství
- Analytické schopnosti, zájem o problematiku optimalizace a simulace procesů
- Spolupráce s partnerským studentem při tvorbě simulací stávajícího a budoucího stavu
- Dobré komunikační schopnosti a samostatnost a stále „Otevřené oči“
- Min. 1 x 14denní návštěva a konzultace postupu na projektu s přiděleným patronem ze společnosti

*Studentovi nabízíme:*

- Možnost realizovat zajímavý projekt z oblasti PI přímo ve společnosti a získat tak praxi v reálných podmínkách výrobního provozu
- Při dobrých osobnostních předpokladech a příkladném zpracování diplomové práce možnost zaměstnání v naší společnosti v oboru PI / řízení a plánování výroby
- Obědy v kantýně při konzultacích a návštěvách zdarma
- Odborná pomoc průmyslových inženýrů a potřebných specialistů

*Dne:*

8. 11. 2011

*Vypracoval:*

Ing. Martin Hojník IEn.

Obrázek 12: Zadání DP vydané podnikem Wanzl spol. s.r.o.

## 7 VSTUPNÍ ANALÝZA LINKY VÝROBY KOŠŮ

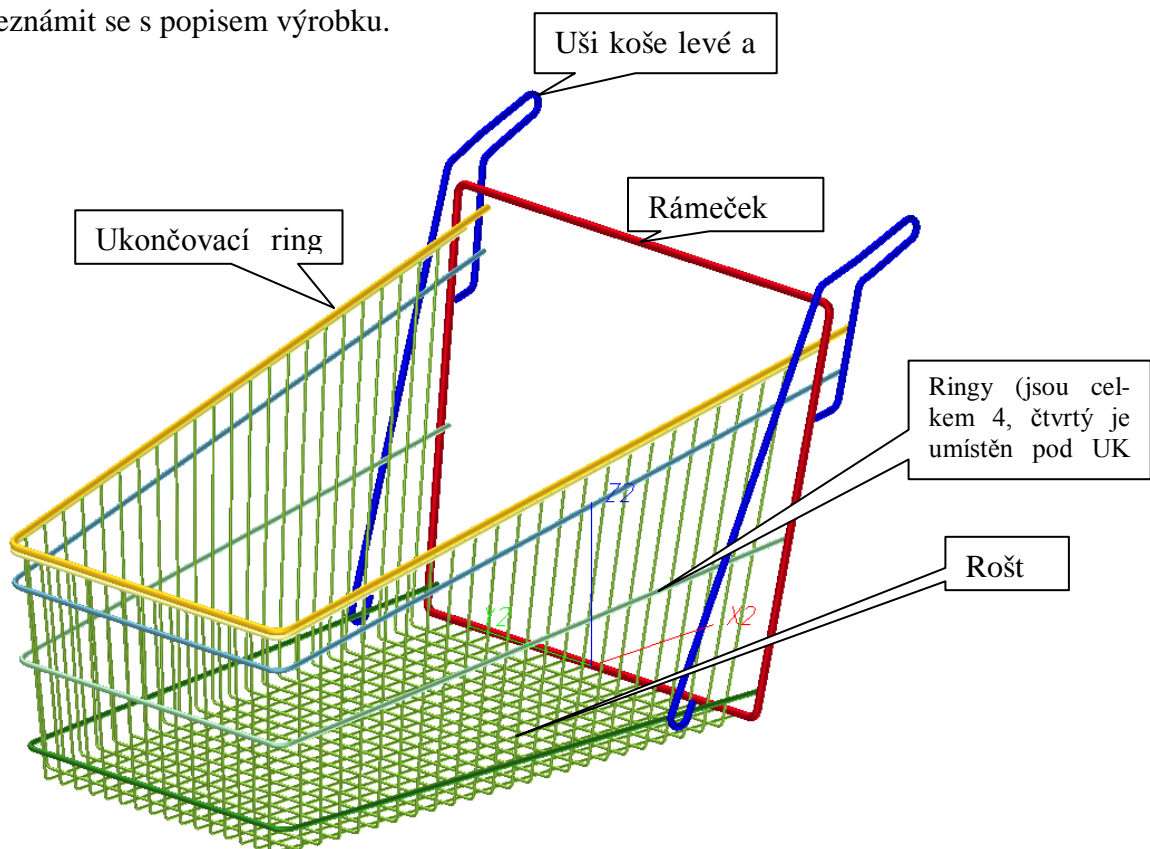
Na lince výroby košů se vyrábí několik odlišných typů košů. Diplomová práce je zaměřena na optimalizaci výrobní linky pro výrobu košů typu D.

Linka výroby košů je rozsáhlý proces, který tvoří několik samostatných pracovišť, kde je výroba řízena mistrem a to dávkově na základě denních odvolávek informačního systému SAP. Výjimkou je pouze poslední pracoviště procesu a tím je robotická buňka pro komplekci koše.

Linku tedy tvoří následující pracoviště:

- Stříhárna drátu;
- Ohýbárna ringů;
- Svařovna roštů;
- Výroba uší a rámečku;
- Robotická buňka;

Každému z výše uvedených pracovišť bude věnován krátký popis, ale před tím je nutné seznámit se s popisem výrobku.



Obrázek 13: 3D model koše typu D



## 7.1 Stříhárna drátu

Ve stříhárně drátu se stříhají a odhrocuje dráty pro celý podnik. Pro naši linku se zde stříhají následující dráty:

- Dráty Ø 3,2mm pro rošt koše;
- Dráty Ø 4,8mm pro ring č. 1;
- Dráty Ø 5,8mm pro ringy č. 2,3,4;
- Dráty Ø 8mm pro ukončovací ring;

Střih drátu probíhá tak, že stříhačky si odvíjí drát a ve velmi krátkých cyklových časech jej rovnají a stříhají (modernější stříhačky umí drát i odhrotit, čímž urychlují celý proces).



Obrázek 14: Stříhačka drátu Wafios R23

Dráty, které se zde nastříhají, nemají vlastní artiklové číslo! V praxi to znamená, že nejsou evidovány v informačním systému. Přehled o jejich množství, či pohybu lze tedy získat pouze na pracovišti přímou kontrolou.

## 7.2 Ohýbárna ringů

Zde se ohýbají všechny ringy na koše typu D. Pro ohyb ringů jsou tu dva stroje, na jednom se ohýbají ringy o  $\varnothing$  4,8mm a 5,8mm a na druhém pouze ringy  $\varnothing$  8mm. Na rozdíl od ští i-háček, zde musí dráty pro ohyb vkládat operátor a po ohybu je opět odebírá.

Ohnuté ringy se skladují buď v mobilních stojanech (ringy o  $\varnothing$  4,8mm a 5,8mm), které je možno převézt přímo na pracoviště robotické buňky a odebírat z nich materiál při práci. Nebo v boxech (ukončovací ringy), které je nutné převážet paletovým dopravníkem, hůře se skladují a na pracovišti robotické buňky z nich operátor nemůže přímo odebírat, nýbrž si z nich chodí pouze doplňovat materiál, který má umístěn nad strojem.

Ohnuté ringy již mají vlastní artiklové číslo a tak jsou opět patrné v informačním systému SAP.



Obrázek 15: Ohýbačka ringů Vitari NR230

### 7.3 Svařovna roštů

Na pracovišti svařovny roštů dochází k odporovému sváření drátů do roštu koše. Operátor v tomto případě pouze zakládá dráty do přípravku a robotická svářečka je podle programu svaří. Zajímavostí je, že operátor svařený rošt již nevyjímá, ale robotické rameno jej vyvedne z přípravku a po dané trajektorii jej převezve do stojanu na rošty, kam jej uloží a opět se vrátí do výchozí pozice.

Dalším faktem je, že stojany na rošty mají sice vysokou kapacitu (kolem 500ks), nicméně se dají přepravovat pouze s paletovým dopravníkem. Opět, svařené rošty již mají vlastní artiklové číslo, tedy jsou viditelné v systému SAP.



Obrázek 16: CNC Rostmachine

## 7.4 Výroba uší a rámečku koše

Tato výroba probíhá na automatických strojích. Dispozičně je dislokována ve stříhárně, ale stroje si sami odvíjejí drát, rovnají ho a přímo z něj udělají výrobek, který již má své vlastní artiklové číslo.

Výroba probíhá na strojích:

- Robomac – stroj pro výrobu uší koše, nutné je ale, aby operátor odebíral hotové výrobky ze stroje;
- Macsoft – stroj pro výrobu rámečku koše, sám ohne a svaří rámeček podle programu a pak jej uloží do boxu;



Obrázek 17: Stroj pro výrobu uší Robomac 310

Dříve operátor ukládal uší koše do boxu, ale nedávno podnik vyrobil mobilní stojany pro uší. Stojany mají udanou kapacitu 250ks a jsou zvlášť uší levé a pravé. Pro uší na koš jednoho typu tedy potřebuje podnik 2 stojany.



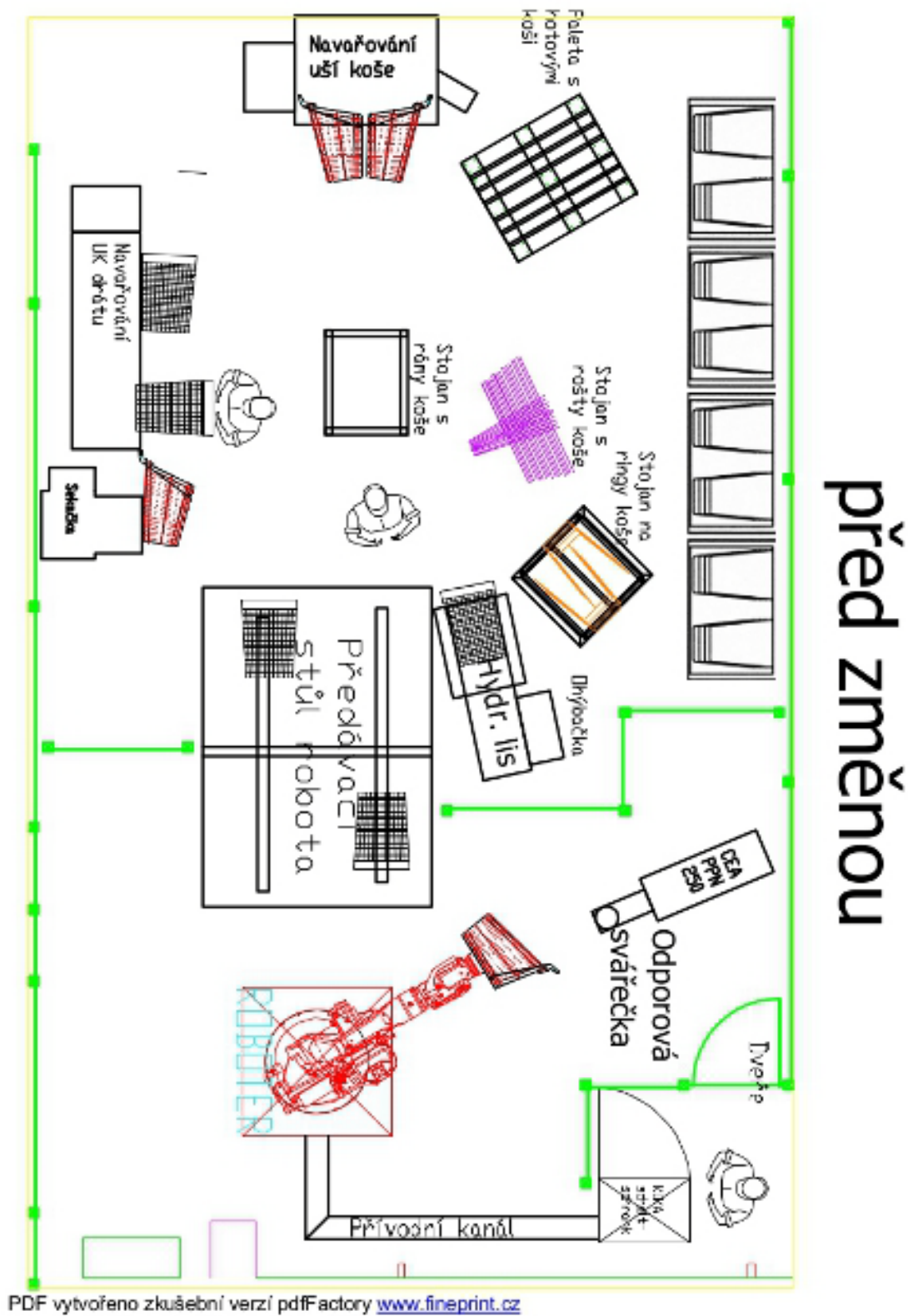
Obrázek 18: Stroj pro výrobu rámečku Macsoft F 210

## 7.5 Robotická buňka

Procesně nejzajímavější část výrobní linky košů. V této buňce se výstupy předchozích procesů dávají dohromady. Buňku obsluhují dva operátoři a jejich činnosti odděluje robotická svářečka.

První operátor odebere rošt ze zásobníku a vloží ho do přípravku, který je umístěn v hydraulickém lisu. Následně spustí lis a rošt ohne. Poté do přípravku vloží ringy, zvedne lis a přípravek zajistí. Přípravek pak vyndá z lisu a položí jej na předávací stůl robota, kde do něj vloží rám a zajistí jej. Pak již jen stiskne tlačítko a pojezd na stole si natáhne přípravek k robotovi. Až robot ukončí sváření, odloží přípravek se svařeným košem na levou polovinu stolu a z pravé si vezme přípravek, který tam poslal první operátor. První operátor zatím vytáhne svařený koš z přípravku, předá jej druhému operátorovi a založí přípravek do lisu.

Druhý operátor na pak na stříhačce odhrotí svařený koš, na dalším stroji pak na něj navaří ukončovací ring a na posledním stroji z buňky pak na koš navaří uši. Poté koš umístí na paletu s hotovými výrobky.



Obrázek 19: Layout robotické linky

V boxech podél pravé strany buňky jsou pak uloženy rámy, ukončovací ringy a uši, které si odtud pracovníci na stojany sami doplňují (zásobníky ukončovacích ringů a uší koše jsou implementovány přímo na strojích). Jediným pojízdným stojanem je stojan na ringy vedle hydraulického lisu.

## 7.6 Sběr dat

### 7.6.1 ABC analýza

Jak již bylo řečeno, práce je orientována na koše typu D. Rodina košů typu D obsahuje několik košů lišících se zejména objemem. Pro zjištění, kterým košům je třeba věnovat nejvyšší pozornost, byla provedena ABC analýza výroby košů typu D v období 1. 1. 2010 – 10. 11. 2011 (v informačním systému SAP je možné snadno vyhledat produkci minulého roku, nicméně starší data jsou uložena do archivu, odkud se získávají jen těžce, proto tohle netypické časové období).

Typ koše	Vyrobené kusy	Kumulativně	Kumulativně v %	ABC
D101	60605	60605	23,90795801	A
D150	59582	120187	47,41235458	A
D75	45221	165408	65,25150596	A
D90	43416	208824	82,37860612	A
D136	20437	229261	90,44076168	B
D115	12791	242052	95,48666038	C
D99	11441	253493	100	C

Tabulka 5: ABC analýza výroby košů typu D

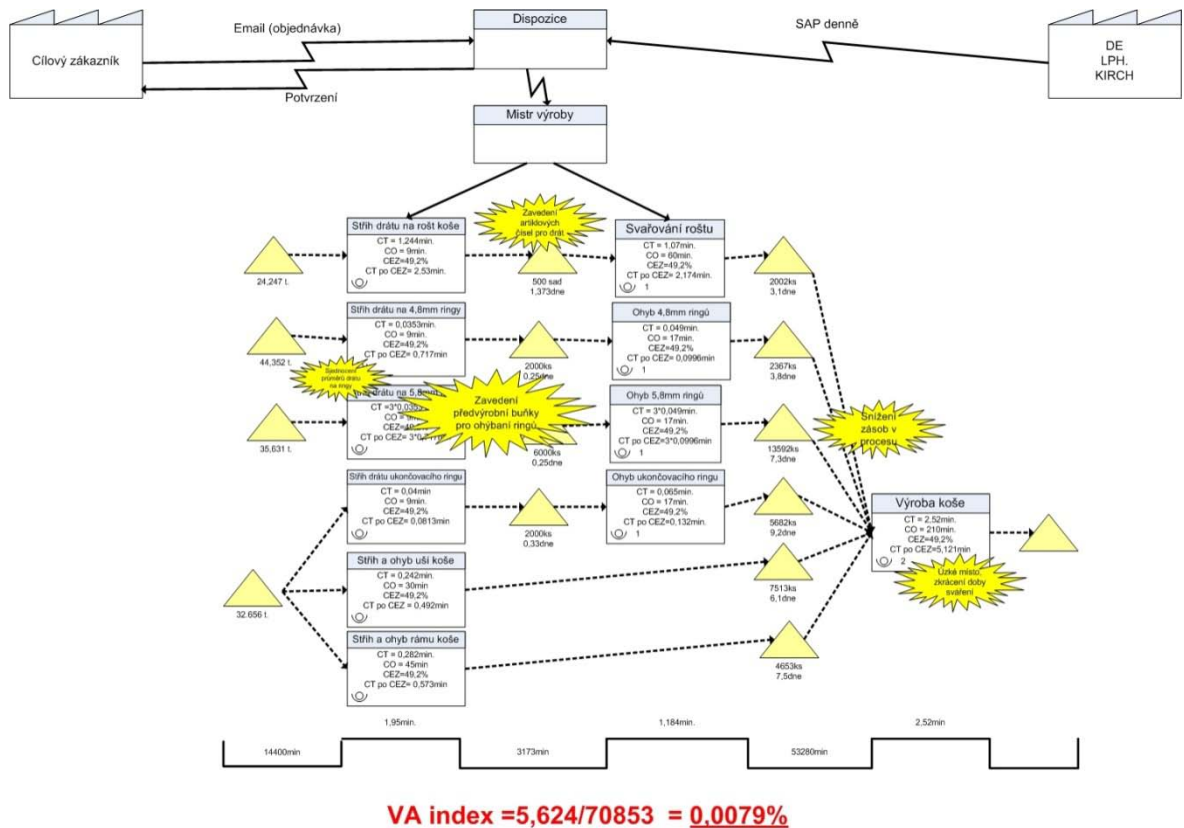
Z tabulky jde vidět, že přes 82% produkce připadá na čtyři typy košů. Jsou to koše typu D101, D150, D90 a D75. Proto je práce zaměřena primárně na ně.

7.6.2 Mapa hodnotového toku

Dalším krokem práce bylo vytvoření Mapy hodnotového toku a její naplnění relevantními údaji. Mapa samotná se vytvářela poměrně snadno, problém byl v údajích.

Každý koš, má jiný objem, tedy i různou dobu výroby komponent i výroby koše samotného. Bylo by nepraktické vytvořit VSM mapu pro každý koš zvlášť, proto jsme se při konzultacích dohodli na použití vážených průměrů z naměřených údajů a vytvořením jedné univerzální VSM mapy.

Bohužel charakteristika výrobního plánu neumožňovala pořídít všechny náměry (z celkového počtu 34 bylo naměřeno 17). Ostatní potřebné údaje byly tedy převzaty z norem podniku.



Obrázek 20: VSM linky výroby košů

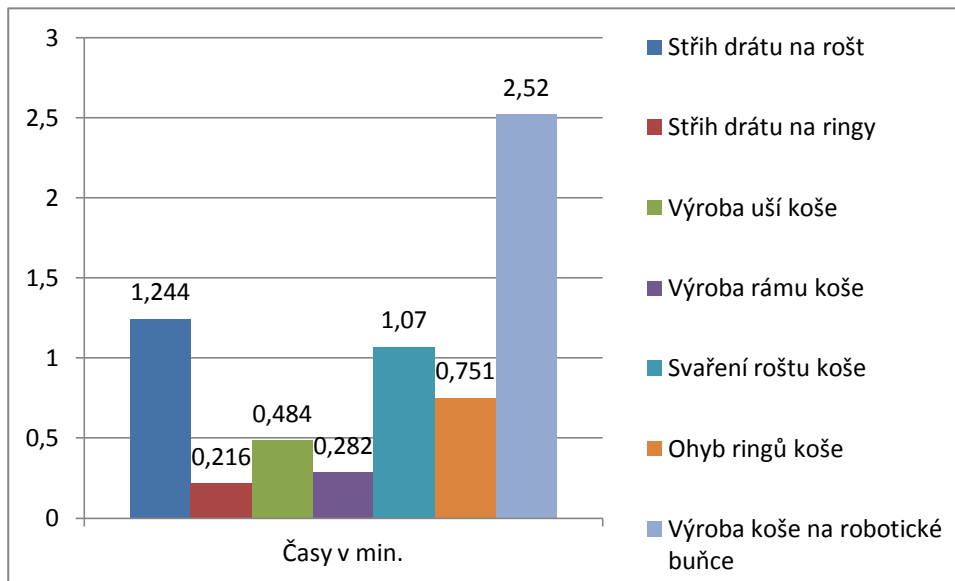
Pro VA index bylo použito částečně i odborných odhadů, protože vstupní zásoby drátu jsou uvedené v tunách a podnik je využívá i pro jiné procesy a meziskladu chybí stavy zásob, protože zde nejsou artiklové čísla.

Podnik nesleduje Celkovou efektivitu zařízení neboli CEZ. Při pokusu o jeho výpočet bylo zjištěno, že podnik nesleduje ani zmetkovitost. Ani snímky pracovního dne nebyly neprů-



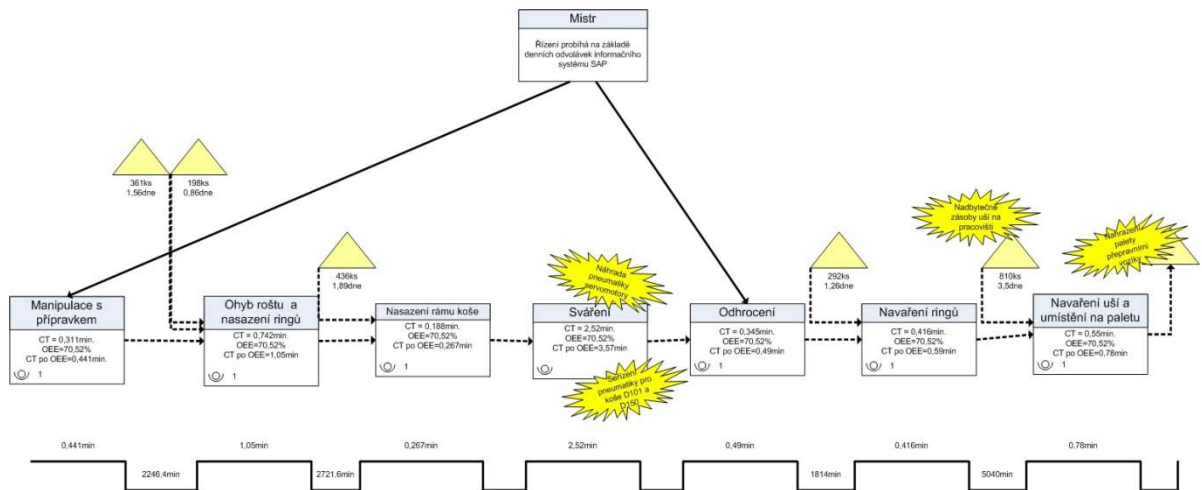
kazné. Po konzultacích tedy byla určena zmetkovitost koeficientem 1%. A aby toho nebylo málo, tak extrahovat údaje o výrobě na celé lince ve sledovaném období byl také problém. Nakonec za pomoci kolegů z Německa byly dodány požadované údaje na tři stroje a z nich byl vytvořen průměr na celou linku.

Pro větší přehlednost o cyklových časech jednotlivých operací je tu graf balancování operací.



Graf 1: Balancování jednotlivých operací linky výroby košů

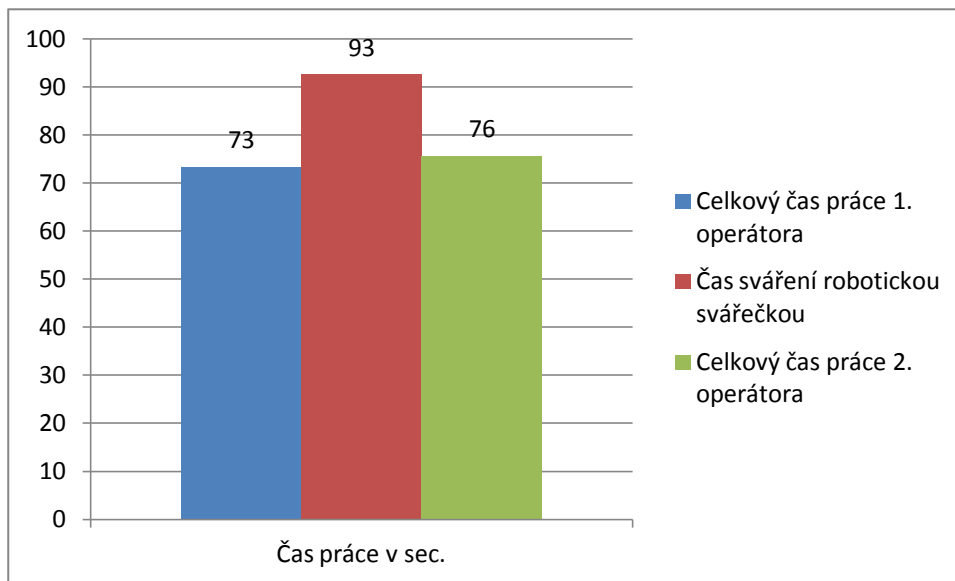
Z grafu je možno vyčíst, že úzkým místem celé linky je robotická buňka. Byla pro ni vytvořena samostatná VSM mapa a za pomoci údajů ze SAPu byla určena CEZ (téměř přesně pokud pomineme zmetkovitost, CEZ robotické buňky je jedna ze tří pro výpočet průměru celé linky).



VA index =  $3,831/11821,4 = 0,0324\%$

Obrázek 21: VSM mapa robotické linky

Opět pro jednoduchost graf balancování operací, v grafu je uveden souhrn operací pro prvního a druhého operátora a čas robotické svářečky.



Graf 2: Balancování operací robotické buňky

V grafu jde vidět, že nejdelší operací v robotické buňce je sváření. Sváření převyšuje čas operátorů o až o 20 vteřin, což představuje prostož ve výši 11% z cyklového času buňky.

## 7.7 Závěr vstupní analýzy

Na závěr vstupní analýzy jsem vydefinoval okruhy, které budou posléze řešeny v další části DP. Jsou to dva hlavní okruhy:

- Optimalizace robotické buňky;
- Tvorba předvýrobní buňky ringů;

### 7.7.1 Optimalizace robotické buňky

Robotická buňka je úzkým místem, je tedy logické, že jí budu věnovat pozornost ve snaze snížit cyklový čas nebo čas seřízení, zvýšit výkonnost apod.... Při analýze pracoviště jsem vydefinoval následující problémy:

- Prostoje operátorů při čekání na svářečku – 11% z cyklového času výrobní buňky;
- Nadbytečné zásoby uší a rámu v boxech na pracovišti – převyšují potřebu pracoviště až 3,5x;
- Nepraktický stojan na ukončovací ringy na stroji pro návar ukončovacích ringů – nevyhovující ergonomie a bezpečnost na pracovišti;
- Většina dílu je umístěna v imobilních zásobnících – zdržování seřizovače při přenastavení linky zhruba 10% ze seřizovacího času;

### 7.7.2 Tvorba předvýrobní buňky ringů

Dosud se stříh a ohyb ringů prováděli dávkovým způsobem na oddělených pracovištích. Na každý koš potřeba několik ringů, ale 3-4 z nich mají stejný průměr. Ve snaze urychlit a zjednodušit proces výroby ringů jsme navrhli předvýrobní buňku pro stříh, odhrocení a ohyb ringů (primárně pro sílu drátu o  $\varnothing 5,8\text{mm}$ ).

### 7.8 Spolupráce na simulaci v programu Witness

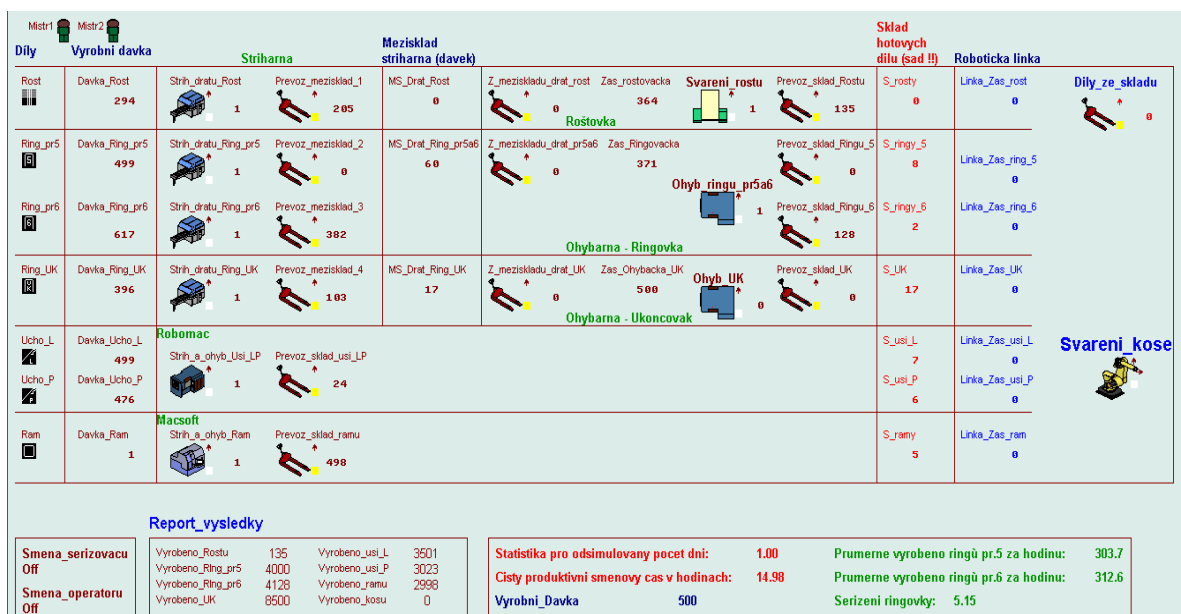
Jak už bylo uvedeno na začátku, spolu se mnou zpracovává svoji DP v podniku Wanzl spol. s.r.o. student FT UTB Bc. Aleš Kaláb. Jeho úkolem je nasimulovat současný a budoucí stav a mým úkolem je dodat mu k tomu údaje.

Nápad jistě dobrý, nicméně během práce jsme zjistili, že program Witness má velmi mnoho omezení, které mu neumožňují přesně do detailu nasimulovat výrobu. I když jsme v průběhu naší spolupráce mnohokrát konzultovali tuto problematiku ve vztahu simulace – průmyslové inženýrství, nepodařilo se nám pokrýt všechny rozdíly. Proto se tedy výsledky mé práce a práce Bc. Kalába mohou lišit.

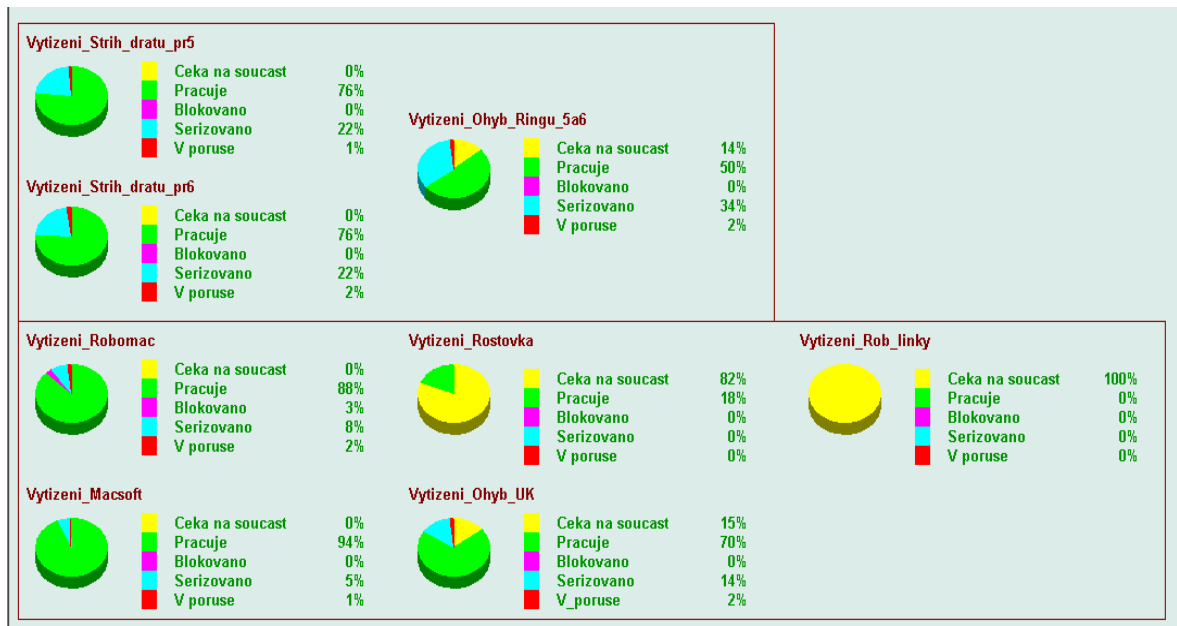
Ve svojí práci uvedu jen ukázky a výsledky simulačního programu, v elektronické příloze na CD pak najdete celou simulaci, kterou lze spustit v programu Witness.

Simulace jsou prováděny na jeden pracovní den, tj. na dvě směny, hlavními sledovanými faktory jsou počty vyrobených kusů/sad (kusy jsou u robotické buňky, sady jsou u předvýrobní buňky, jedna sada obsahuje jeden ring Ø14,8mm, jeden ring Ø8mm a čtyřrings Ø5,8mm), čas seřízení linky/den, % využití úzkých míst a operátorů. V simulaci byla odhadem stanovena doba oprav strojů 2% ze směnového času a 1% zmetkovitost.

#### 7.8.1 Simulace současného stavu linky pro výrobu košů se zaměřením na ohyb ringů



Obrázek 22: Linka výroby košů simulovaná v prg. Witness



Obrázek 23: Grafy vytížení strojů v procesu

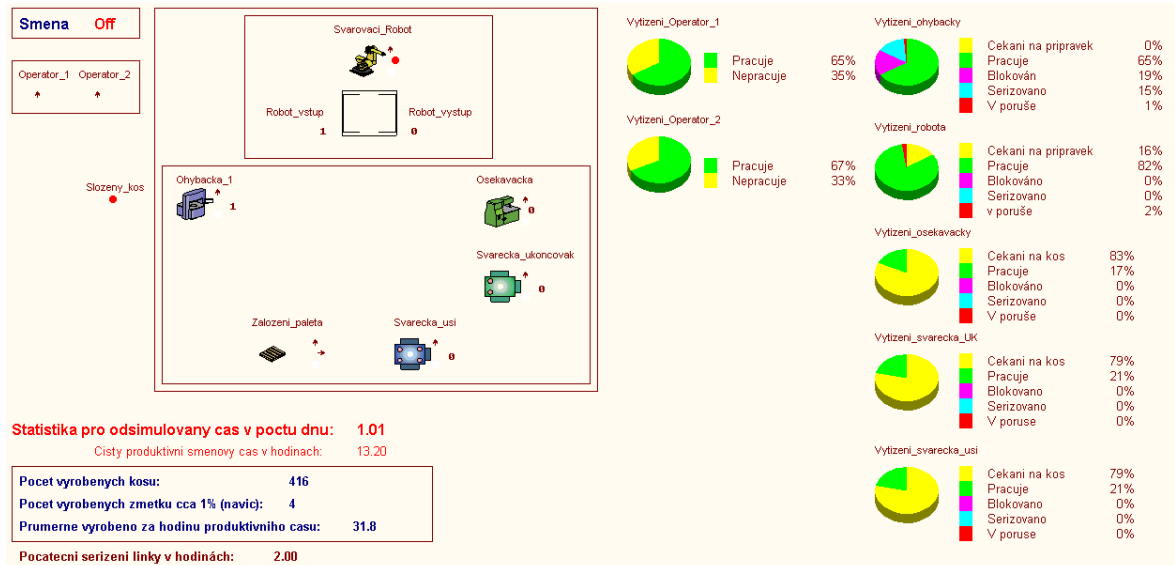
Výsledky simulace:

- Celkový počet vyrobených sad: 1000sad
  - Celkem bylo vyrobeno:
    - Ringy Ø4,8mm 4000Ks, tj. 304ks/hod.
    - Ringy Ø5,8mm 4128Ks, tj. 313ks/hod.
    - Ringy Ø8mm 8500Ks, tj. 644ks/hod.
- Vytížení strojů pro ohyb ringů:
  - Pro dráty o Ø4,8mm a 5,8mm: 50% času pracuje, 34 % seřízení linky, 14% čeká na materiál, 2% poruchy.
  - Pro dráty o Ø8mm: 70% času pracuje, 14% seřízení linky, 15% čeká na materiál, 2% poruchy.
- Ø čas seřízení linky/den: 309min
- Při simulaci jedné výrobní dávky o velikosti sady 500ks, byla tato vyrobena za 241min.

Pozn.: Při této simulaci obsluhuje stroje pro ohyb ringu operátor s výrobním směnovým časem 6,6h. Při simulaci předvýrobní buňky se již počítá s obsluhou seřizovače s výrobním

směnovým časem 7,5h, ale pracoviště pro ohyb ringů o průměru 4,8mm a 8mm stále obsluhuje operátor s výrobním směnovým časem 6,6h.

### 7.8.2 Simulace současného stavu robotické buňky



Obrázek 24: Robotická buňka simulovaná v prg. Witness

Výsledky simulace:

- Celkový počet vyrobených kusů 420, tj. 31,8/hod.
- Vytížení operátorů:
  - Operátor 1: 65% času pracuje, 35% času prostoj
  - Operátor 2: 67% času pracuje, 33% času prostoj
- Vytížení robota: 82% času pracuje, 15% seřízení linky, 1% čeká na přípravek, 2% poruchy.
- Ø čas seřízení linky/den: 120min.

Pozn.: Linka se denně seřizuje Ø 120min. tj. 15% denního disponibilního času. Simulační program Witness, však neumožňuje tyto časy rovnoměrně rozložit mezi stroje, proto je patrný pouze na prvním stroji a na ostatních strojích je pak hodnota čekání stroje o 15% vyšší, ale těchto 15% tvoří právě seřizování celé linky, je tedy nutné hodnotu čekání o těchto 15% snížit.

## 8 NÁVRHY NOVÉHO STAVU

Návrhy nového stavu jsou koncipovány do dvou částí. První část se zaměřuje na opatření a doporučení, která jsou snadno aplikovatelná a druhou část tvoří opatření většího rozsahu.

### 8.1 Snadno aplikovatelná opatření

Jsou to opatření, které nevyžadují velké investice, či organizační změny a je v možnostech podniku zajistit si jejich realizaci vlastními silami. Tato opatření se jednou větou dají shrnout jako aplikace mobilních zásobníků na všechny zásoby v procesu. Přesné ekonomické náklady na zavedení mobilních zásobníků bohužel zveřejnit nemohu, jsou to pro podnik citlivé informace. Budou zahrnuty v celkových nákladech v bodu 8.2.2.

#### 8.1.1 Zavedení sledování zmetkovitosti

Jak již bylo uvedeno v analytické části, podnik nesleduje zmetkovitost. Nicméně podnik zmetky čas od času produkuje, ať již jde o zmetky, které se opravit dají (manuálně na ručních linkách) anebo ty, které se opravit již nedají (jdou do šrotu).

Zmetky se vyrábí v každém podniku, ale je nutné mít o nich přehled hned z několika hledisek. Na prvním místě je kvalita, je-li nám známo, kde zmetky vznikají a v jakém množství, mohou pracovat na opatřeních, které tomu buď mohou zabránit a zmetkovitost tak eliminovat, či pomocí metod PI alespoň zmetkovitost neustále snižovat. Tento postup také snižuje riziko postupu zmetku výrobním procesem i riziko proniknutí nekvalitního výrobku k zákazníkovi.

Dalším nezanedbatelným hlediskem je plánování výroby. Je-li empiricky zjištěno, že během procesu každé pracoviště vyprodukuje 2% zmetků, je nutné počítat s tím při plánování kapacit strojů, operátorů i materiálových potřeb.

Pokud jde o ukazatele má sledování zmetkovitosti i tu výhodu, že by podnik mohl začít sledovat i ukazatel celkové efektivity zařízení (CEZ). Jelikož podnik má k dispozici všechny ostatní údaje, je zmetkovitost posledním údajem, který tomu brání.

V podniku již snahy o sledování zmetkovitosti byly (klasickou formou zápisu do výkazu na pracovišti). Nicméně operátoři nebyly důslední a disciplinovaní a tak údaje takto zjištěné nebyly věrohodné a podnik od sledování zmetkovitosti upustil.

Avšak podnik nechce investovat do elektronického systému pro kontrolu, či sledování kvality, proto je zde návrh na opětovné zavedení sledování klasickou formou. Nicméně podnik

by měl důkladně proškolit operátory v otázkách kvality, vysvětlil jim význam jejího sledování a nejlépe uspořádal workshop na toto téma. Operátoři mohou nekvalitní výrobky označovat plastovými stahovacími páskami (zmetky určené na opravu a šrot by měli mít odlišné barvy), ukládat je do boxů na pracovišti a zapisovat jejich počty v rámci úklidu pracoviště po směně. Po proškolení operátorů a zavedení systému by měli v následujících 1-2 měsících probíhat pravidelné kontroly (prováděli by je seřizovači, nebo mistr), následující 2-4 měsíce pak kontroly namátkové.

Tato změna není nikterak nákladná, ale vyžaduje práci s lidmi. Operátoři by měli zařadit identifikaci a sledování zmetkovitosti do svého denního režimu (což může narazit na odpor). Ale v případě úspěšné implementace tohoto opatření jsou přínosy nezvratné a jako pozitivum to bude hodnotit i případný zákaznický audit.



### 8.1.2 Vozík pro přepravu hotových košů do galvanovny

Tyto vozíky by měly nahradit současné zásobníky – europalety. V současné době se podnik zvažuje zavedení těchto vozíků a rozhoduje se mezi dvěma typy.



Obrázek 25: Vozík pro přepravu košů I. typu

První typ vozíku je sice levnější, nicméně jeho konstrukce neumožňuje zapojení do série. Toto umožňuje konstrukce druhého typu vozíku, který je sice dražší, ale v případě, že by podnik uvažoval o zavedení nových logistických technologií, mohl by tyto vozíky využít pro zapojení do tzv. „vlaku“. Z tohoto důvodu by bylo vhodnější vyrábět vozíky druhého typu, i když je dražší.

Dalším faktorem vstupujícím do rozhodování je počet a kapacita vozíků. Stran kapacity vozíků navrhuji vycházet z kapacity závěsné tyče galvanovny. Na tyč galvanovny je možné navěsit 12 košů D75, 10 košů D90 a D101, 8 košů D150. Vozík by měl tedy být konstruován tak aby pojmul násobky těchto hodnot, tím by se šetřily nejen návěsy galvanovny, ale i samotné vozíky. Na druhou stranu, není technicky možné, aby měl vozík kapacitu europalety (viz obrázek 25), takový vozík by byl velmi dlouhý a manipulace s ním by byla obtížná, nehledě na stabilitu nákladu. Proto bylo navrženo, aby byl jeden vozík konstruo-

ván kapacitně pro tři tyče galvanovny. Tedy na jeden vozík by mělo jít bez problému naložit 36 košů D75, 30 košů D90 a D101, 24 košů D150.



Obrázek 26: Srovnání kapacity vozíku a europalety

Posledním zmiňovaným faktorem je samotný počet vozíků nutný k plynulé výrobě. Zde se dostáváme k tomu, že pro plynulý tok vozíků od linek do galvanovny (a zpět), je nutný určitý počet galvanovacích tyčí, vyhrazený výhradně pro galvanování košů. Návěs (i sundání) košů na tyče trvá 5min., ale samotné galvanování trvá dvě hodiny. Podnik požaduje kapacitní propočty vozíků na produkci dvou robotických buněk.

Kapacitními propočty údajů ze vstupní analýzy se dostaneme k tomu, že jedna robotická buňka je schopná naplnit jeden vozík za 55min. Tedy po 55min. dorazí do galvanovny dva vozíky, které kapacitně zaberou šest tyčí. Po výpočtu dostaneme výsledky, jež jsou shrnuty v tabulce níže (údaje v tabulce jsou zaokrouhleny vždy směrem nahoru).

Průměrný počet vozíků na produkci RB bez zinkovny	Průměrný počet vozíků na produkci 2 RB při zinkování na 1 závěsu	Průměrný počet vozíků na produkci 2 RB při zinkování na 5 závěsu	Průměrný počet vozíků na produkci 2 RB při zinkování na 14 závěsu	Požadavek na (závěsy) galvanovnu při produkci dvou RB pro plynulé zinkování
15	14	10	4	14

Tabulka 6: Kapacitní potřeby vozíků a závěsu při různých situacích.

Z tabulky je možné vyčíst, že pokud má být provoz mezi galvanovnou a robotickými buňkami plynulý, aniž by někde docházelo ke hromadění vozíků, muselo by být v galvanovně vyhrazeno pro zinkování košů typu D celkem 14 návěsů. Po té by na provoz mezi galvanovnou a robotickými buňkami byly v pohybu pouze 4 vozíky. Současně je třeba zohlednit možné výkyvy ve výrobě, proto bych navrhoval vyrobit 2 vozíky navíc jako rezervní.

V případě, že by bylo vyhrazeno v galvanovně pouze 5 závěsů na koše typu D, bylo by nutné počítat s tím, že na konci směny bude 10 vozíků s koši stát na vstupu galvanovny a čekat až se uvolní tyče.

Přínosy, které plynou ze zavedení pojízdných vozíků do galvanovny, nejsou ani tak ekonomické jako procesní. Pro operátora by to znamenalo zjednodušení ukládání hotových výrobků a ušetřilo by to pár vteřin, nicméně manipulátory by práce přibýlo, proto si nebylo možné vyčíslit potenciální úspory.

Nicméně v současné době je galvanovna úzkým místem podniku. Produkce se před ní hromadí a až je vstupní buffer plný, přidají na galvanovnu třetí směnu (jinak celý podnik jede na dvousměnný provoz) a celý buffer spotřebují. A tak je to stále dokola. Sám podnik projevil zájem na řešení situace tímto způsobem.

### 8.1.3 Stojany na rošty

Stojany na rošty pojmu až 500ks roštů, což představuje značné zatížení. Manipulace s nimi je náročná i pro seřizovače. Umístěním stojanu na kola by se manipulace značně zjednodušila a došlo by i k úspoře času při seřizování robotické buňky.



Obrázek 27: Stojan na rošty koše

Bohužel na současné stojany nelze prostě jen „navazít kola“, muselo by dojít k úpravě podvozku, aby byla zajištěna stabilita. Nebo by se dal vyrobit stojan celý nový, nicméně tato varianta by byla si o 30% dražší, proto nepředpokládám, že by se k ní podnik přiklonil.

## 8.2 Stojany na uši koše

V současné době jsou uši koše při výrobě ukládány do boxů a poté převáženy do skladu, nebo přímo na robotickou buňku. Zde si je operátor odebírá z boxu (s kapacitou 2000ks) a umísťuje do zásobníků na stroji (umístěny po stranách stroje), odtud si pak odebírá uši, které navařuje na koš. Je to nepraktické jednak kvůli zbytečné manipulaci (přenos z boxu na stroj, také samotná manipulace s boxy je poměrně náročná) a podruhé kvůli přezásobenosti materiálem na robotické buňce. Na stroj pro návar uší se vleze do zásobníků celkem 500 uší koše (250 levých na levou stranu stroje a 250 pravých na pravou stranu stroje) což by nebyl problém, průměrná směnová produkce je téměř všechny spotřebuje, nicméně operátoři je neustále doplňují a dokázali, že do zásobníku na 250 uší koše je jich možné umístit i více než 250.



Obrázek 28: Zásoby uší na stroji

Problém je potom v tom, že seřizovači musí všech 500 uší koše opět uložit do boxu a navěsit uši na jiný typ koše. Opět zbytečná manipulace, která by definitivním zavedením (a hlavně používáním) stojanů na uši koše odpadla. Proč definitivním zavedením? Protože podnik nyní testuje tyto stojany, ale o jejich praktickém využití a přínosu není pochyb.



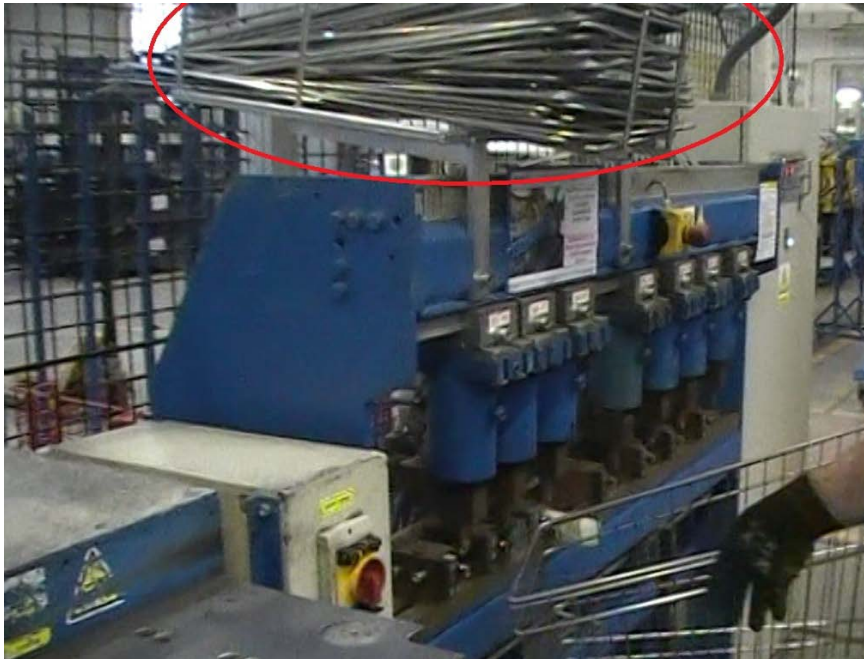
Obrázek 29: Mobilní stojan na uši koše

Stojan je mobilní, oboustranný a má kapacitu 250ks (čili v zásobě žádná změna). Při zavedení by pak vedle stroje byl na každé straně jeden stojan. Manipulace s nimi by byla snadná a rychlá.

Pokud budou vyrábět oba stroje na výrobu uší a současně pojedou dvě robotické buňky, pak je teoretická potřeba stojanů na uši koše 18ks (těmi již podnik disponuje), pojistná zásoba by pak byla uložena v boxech.

### 8.2.1 Stojany na ukončovací ringy

Ukončovací ringy stejně jako uši koše po ohybu ukládány do boxů a poté buď přepraveny na robotickou buňku, nebo do skladu. Na pracovišti si pak operátor odebírá ringy z boxu a přenáší je do zásobníku na stoju (ten má umístěn nad hlavou), odtud si pak odebírá ukončovací ringy, které navaňuje na koš. Občas se stane, že operátor umístí do zásobníku ringů moc a tyto se pak při práci na něj sesunují.

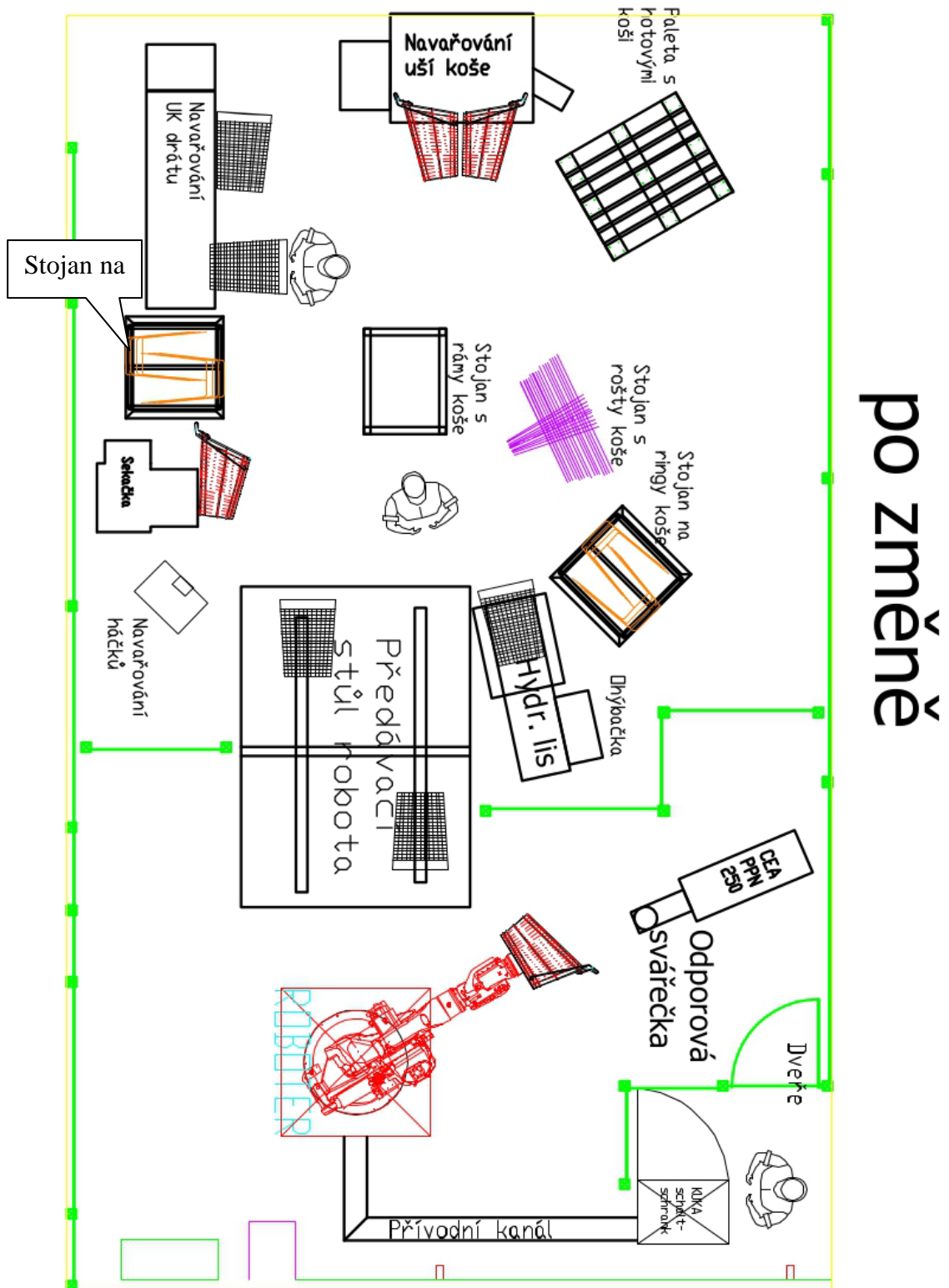


Obrázek 30: Zásobník na stroji pro návar ukončovacího ringu

Dle mého soudu by bylo mnohem efektivnější, kdyby se na ukončovací ringy zavedly stojany, téměř identické se stojany na ringy (viz Obrázek 15) akorát by měl o dvě příčky na ringy méně.

Z pozadí vystupuje otázka, kam na buňce tento stojan umístit, ale na tu nejlépe odpoví nový layout buňky, viz Obrázek 31. Jak jde vidět z nového layoutu místo vzniklé posunutím strojů stačí na umístění stojanu na ringy.

Přínosy jsou v podstatě stejné jako v případě stojanů na uši koše. Snad jen navíc zvýšení bezpečnosti, když odpadne občasné sesouvání ringů na operátora. Teoretické minimum počtu stojanů při produkci dvou robotických buněk a ohýbačky ukončovacích ringů je 8ks, pojistná zásoba opět uložena v boxech.



PDF vytvořeno zkušební verzí pdfFactory [www.fineprint.cz](http://www.fineprint.cz)

Obrázek 31: Nový layout buňky, včetně všech změn.



### 8.2.2 Shrnutí přínosu snadno aplikovatelných opatření

Jak už bylo řečeno, hlavním heslem těchto opatření je: „Všechny materiály mobilní“. Ušetří se tím nejen manipulace, ale i čas při seřizování. Přínosem bude také celkové snížení úrovně zásob. Nutné je brát ohled na to, že úspory a návratnosti zde spočtené, byly vyčísleny jen pro robotickou buňku, nicméně toto opatření šetří čas i při seřizování a manipulaci v místě výroby polotovaru, zjednodušeně lze tedy říci, že efekty si můžeme násobit dvěma. Na přání podniku není možná zveřejnit zde jednotlivé kalkulace nákladů a výnosů, ale celkové údaje zveřejnit mohu. Celkové náklady na realizaci těchto opatření činí **96800 Kč**, celkové předpokládané úspory činí **137983 Kč**, s dobou návratnosti do devíti měsíců.

## 8.3 Projekty většího rozsahu

Sem spadají opatření, která jsou realizací i finanční nákladností rozsáhlá, podniku však mohou přinést více užitku. Jedná se o technickou úpravu svářečky na robotické buňce a zavedení samostatné předvýrobní buňky pro výrobu ringů koše.

### 8.3.1 Technická úprava svářečky na robotické buňce

V současnosti jsou elektrody na svářečce poháněny pneumaticky. Dle nového návrhu by pneumatiku měly nahradit servomotory.



Obrázek 32: Svářečka při práci

Ze zkušeností kolegů z Německa, lze odvodit, že tato změna by přinesla časovou úsporu na sváření 5-10%, ovšem nese sebou náklady, jejichž odhad je vyčíslen v tabulce níže.

Úprava	Náklady
Servomotor	48000 Kč
Spojka	5000 Kč
Karta pohonu	21600 Kč
Vedení elektrody	25000 Kč
Řídící jednotka	80000 Kč
Instalace	156000 Kč
Programování	21000 Kč
Zapojení	31000 Kč
Celkem	387600 Kč

Tabulka 7: Odhad nákladů instalace servomotorů

Jelikož se jedná o odhad, doporučuji připočíst finanční rezervu 15%. Po přičtení rezervy tedy dostaneme částku **445740 Kč**.

A nyní co nám instalace přinese prakticky. Pro výpočet zvýšeného výkonu linky budeme uvažovat zrychlení o 7,5% (průměr zkušeností Německých kolegů). Při zrychlení sváření o 7,5%, což znamená, že doba sváření se sníží zhruba o 10,7s a roční produkce košů na jednu robotickou linku stoupne v přepočtu na Kč o **2036164 Kč**.

(Pozn.: Vzdůst ročního výkonu linky v Kč nepředstavuje čistý zisk, je to: růst produkce × cena koše. Podnik si nepřál zveřejnit tyto údaje samostatně.)

Z výše uvedeného vyplývá, že při zavedení této změny je očekávána návratnost do tří měsíců.

### 8.3.2 Zavedení samostatné předvýrobní buňky pro výrobu ringů koše

Podstata této buňky spočívá v tom, že slučuje pracoviště stříhu (a odhrocení) drátu s pracovištěm ohybu ringů. Na obrázku 32 je uveden předpokládaný layout předvýrobní buňky.

V praxi by to vypadalo tak, že stříhačka si odvine a narovná drát, ustříhne, drát padá do zásobníku (kapacita 500ks), odtud jej bere dopravník a přepraví jej do odhrocovačky, ta jej odhrotí, následuje další zásobník s dopravníkem, který drát dopraví do ringovačky, ta jej ohne a operátor jej už pouze odebere a umístí do stojanu na hotové ringy. Takt nové buňky by byl stanoven podle taktu nejpomalejšího pracoviště tj. ringovačky a činil by 3s.

Zatím je buňka navrhována pro výrobu ringů  $\varnothing 5,8\text{mm}$  (čch je na koších nejvíc).

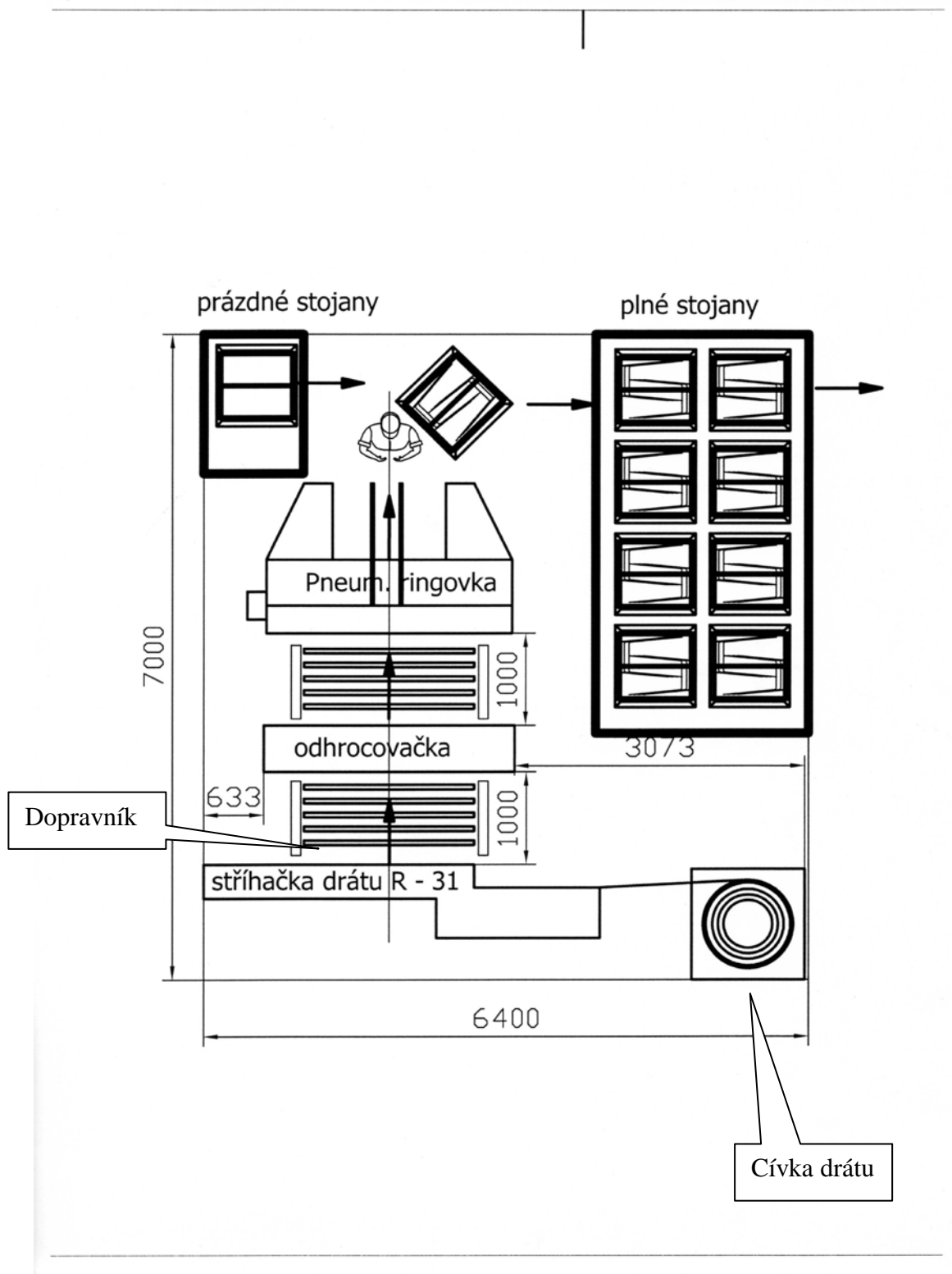
Nicméně pro seřízení se na ní dají vyrábět i ringy  $\varnothing 4,8\text{mm}$ . Nehleď na to, že každý stroj v buňce jde v době nečinnosti celé buňky, využít zvlášť.

Tato předvýrobní buňka by měla hned několik výhod. Především by zjednodušila proces. Odpadl by celý jeden procesní krok jak je vidět na obrázku 33, tedy zmizela by nepříjemná fáze, kdy drát nemá artiklové číslo a místo toho by buňka produkovala přímo ringy, což znamená úsporu v zásobách a ringy z předvýrobní buňky mohou jet přímo do robotické buňky. Další výhodou tohoto pracoviště je, že místo 2,5 operátora (tabulková hodnota), kteří obsluhovali pracoviště zvlášť, bude buňku obsluhovat jen jeden operátor.

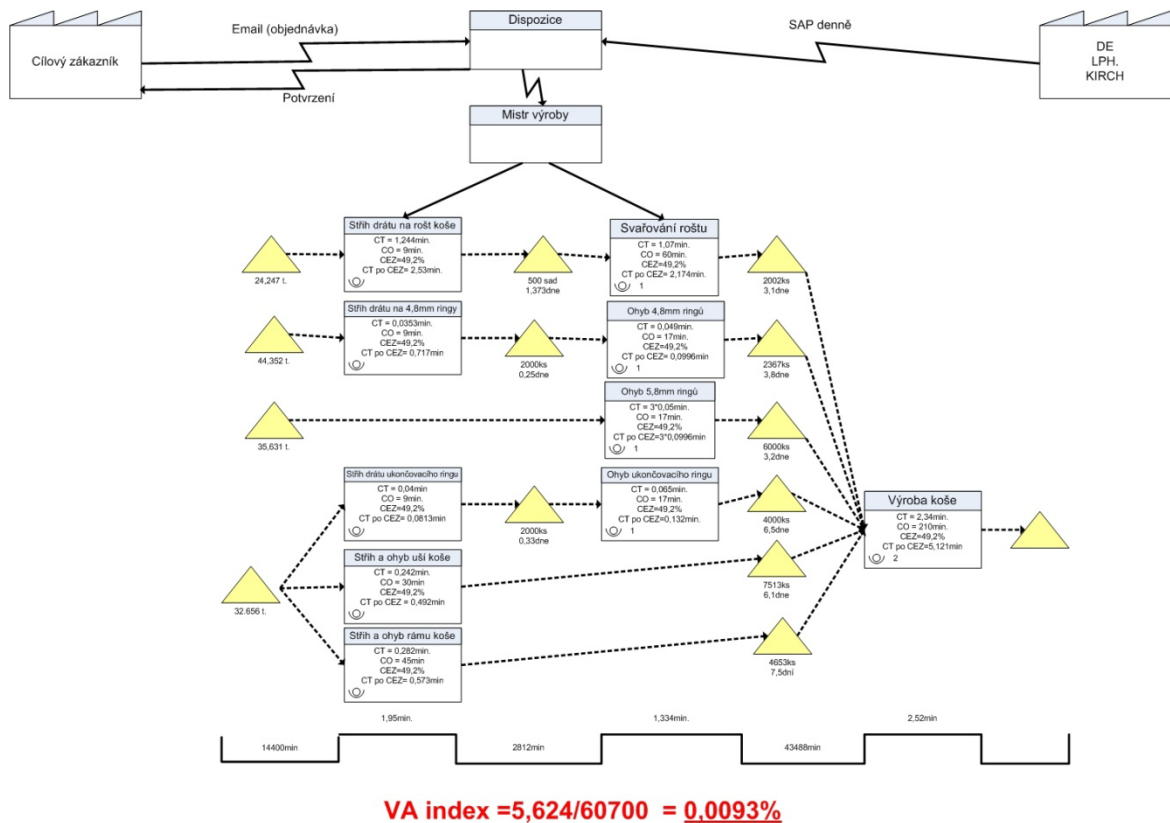
Ekonomické náklady na zavedení se dělí do dvou skupin. V první jsou náklady na stroje a obsluhu ve druhé skupině pak náklady dopravníky. Stroje, které tvoří předvýrobní buňku, má podnik k dispozici, není tedy do nich třeba investovat. Stran obsluhy by rozdíl sazby nového pracoviště v porovnání se sazbami jednotlivých pracovišť znamenal pro podnik roční úsporu **1320464 Kč**.

Dopravníky mezi stroji budou bezesporu velkou investicí. Už jen z toho důvodu, že stříhačka je stroj asymetrický a odhrocovačka s ringovačkou jsou stroje symetrické, což v našem případě znamená, že na konci dopravníku ze stříhačky do odhrocovačky bude muset být zařízení, které drát posune na vstup do odhrocovačky. Druhý dopravník již postačí klasický řetězový. Problém je ve vyčíslení nákladů. Kontaktoval jsem několik firem, zabývajících se výrobou dopravníků, několik z nich mi bylo ochotno pomoci, nicméně vyžadovali poměrně přesné technické parametry dopravníku a specifikace pracoviště. Bohužel nebylo možné jim fundovaně odpovědět a podnik má v této době rozjetou realizaci jiných projek-

tů, tedy nemá čas se tímto zabývat. Pro potřeby DP je tedy proto počítáno s odhadem podniku pro realizaci 1125000 Kč, po přičtení 15% rezervy to činí **1293750 Kč**. Což by znamenalo návratnost do jednoho roku.



Obrázek 33: Layout předvýrobní buňky pro výrobu ringů



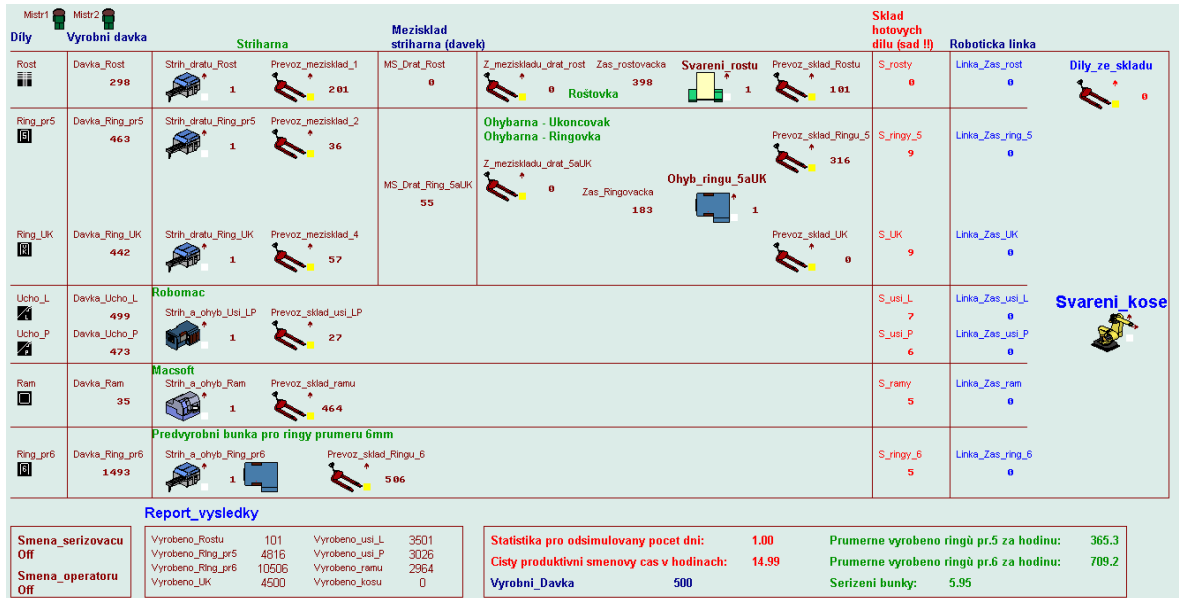
Obrázek 34: VSM s předvýrobní buňkou a ostatními aplikovanými změnami

Kromě procesních a ekonomických výhod se zde nabízí do úvahy i výhoda technologická. Buňka je primárně koncipována na ohyb drátů oØ 5,8mm a technicky vzato je na ní možné ohýbat (po delším seřizení) i dráty oØ 4,8mm. Ringy Ø 5,8mm jsou na košících (na koši D150 dokonce čtyři). RingØ 4,8mm je zde jen jeden a používá se jako podklad pro ukončovací ring. Na obzoru je otázka, jestli by se průměry drátu nedali sloučit buď na 5,8mm nebo ideálně na Ø 4,8mm (čímž by se ještě ušetřilo na drátu), nebo třeba na novém Ø 5,3mm.

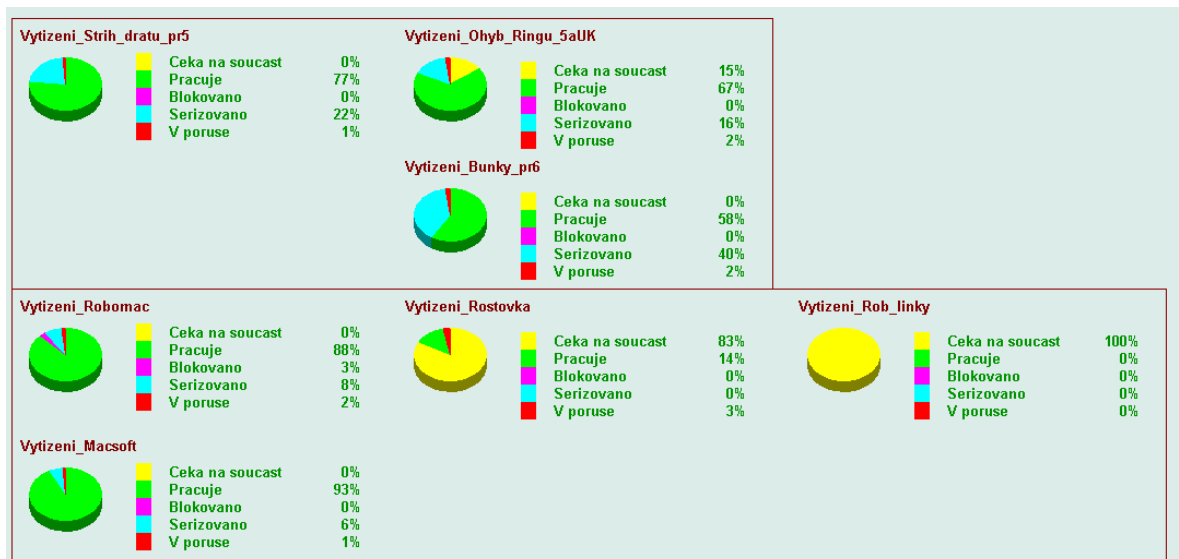
V době návrhu sloučení Ø drátů, bylo bohužel konstrukční oddělení v Německu indispónováno, proto nebylo ze strany podniku podáno jasné vyjádření o tom, jestli to možné je, či není, popř. za jakých podmínek. Pokud by to však možné bylo, stala by se tato buňka univerzální pro výrobu všech ringů, bylo by dosaženo dalších úspor jak ekonomických tak procesních a zvýšilo by to plynulost výroby.

## 8.4 Nový stav v simulačním prg. Witness

### 8.4.1 Zavedení předvýrobní buňky



Obrázek 35: Simulace výrobního procesu s předvýrobní buňkou



Obrázek 36: Grafy vytížení strojů v procesu s předvýrobní buňkou

Předvýrobní buňka vyrábí ringy pouze o  $\varnothing$  5,8mm. Vyrábí se opakovaně 4 druhy ringů vždy po 500ks. Výrobní takt jednoho kusu je 3s. Operátor po 100ks ringy odebírá a vkládá je do mobilního stojanu. Doba seřízení jednotlivých strojů v buňce je:

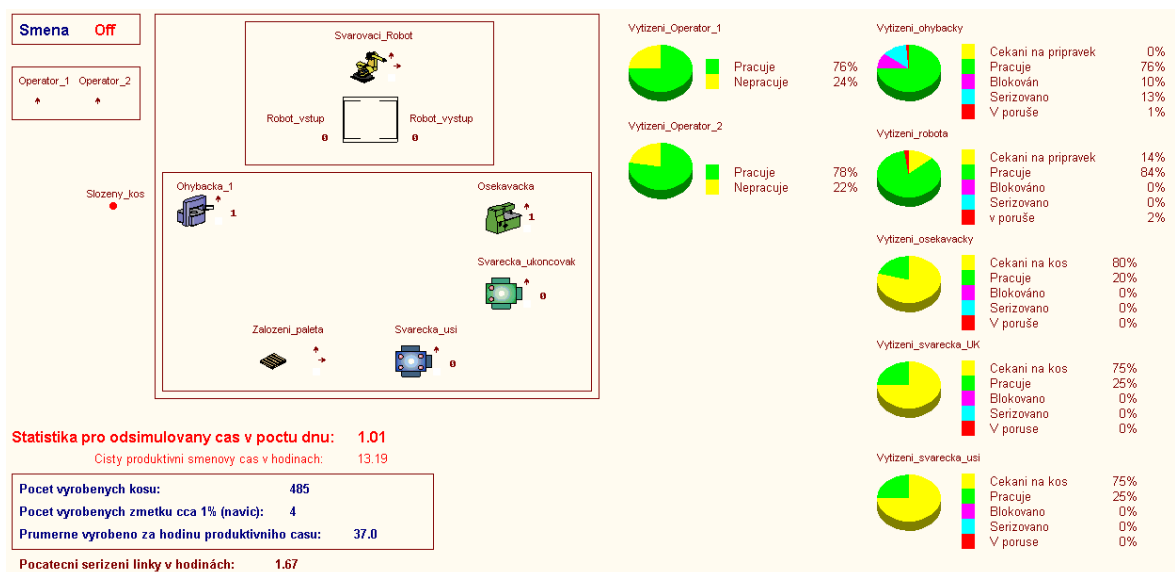
- Střiháčka drátu: 5min.
- Odhrocovačka: 5min.

- Ohýbačka ringů: 17min.

Výsledky simulace:

- Celkový počet vyrobených sad: 2500sad tzn. růst produkce o 1500sad, tj. o 150%
  - Celkem bylo vyrobeno:
    - Ringy Ø4,8mm 4816Ks, tj. 365ks/hod.
    - Ringy Ø5,8mm 10506Ks, tj. 710ks/hod.
    - Ringy Ø8mm 4500Ks, tj. 341ks/hod.
- Vytížení strojů pro ohyb ringů:
  - Pro dráty o Ø4,8mm a 8mm: 67% času pracuje, 16% seřízení linky, 15% čeká na materiál, 2% poruchy.
  - Pro dráty o Ø5,8mm: 58% času pracuje, 40% seřízení linky, 15% čeká na materiál, 2% poruchy.
- Ø čas seřízení linky/den: 357min
  - tzn. nárůst o 48min tj. 16%
- Při simulaci jedné výrobní dávky o velikosti 500sad, byla tato vyrobena za 152min. Tzn. snížení oproti původnímu stavu o 89min, tj. o 37%

### 8.4.2 Nový stav robotické buňky



Obrázek 37: Simulace nového stavu robotické buňky

Výsledky simulace včetně všech aplikovaných opatření jsou tyto údaje:

- Počet vyrobených kusů je 485, tj. 37ks/hod.
  - Tzn. růst produkce o 69ks, tj. 5,2ks/hod neboli o 15%
- Vytížení operátorů:
  - Operátor 1: 76% času pracuje, 24% času prostoj
  - Operátor 2: 78% času pracuje, 22% času prostoj
  - Tzn. růst vytížení operátorů o 11% oproti původnímu stavu
- Vytížení robota ringů: 84% času pracuje, 13% času seřizování, čekání na přípravek 1%, 2% poruchy
  - Tzn. růst vytížení robota o 2%,
- Ø čas seřízení linky/den: 100,2min.
  - Snížení času seřízení buňky o 19,8min, tj. o 16,5%



## ZÁVĚR

V rámci zadání diplomové práce byla podrobně analyzována výrobní linka košů. Tato celková analýza výrobního procesu vydefinovala následující okruhy ke zlepšení:

- Zavedení předvýrobní buňky pro výrobu ringů – zjednodušení procesu o jeden procesní krok, zvýšení výrobního výkonu.
- Optimalizace robotické buňky:
  - Prostoje operátorů při čekání na svářečku – 11% z cyklového času výrobní buňky;
  - Nadbytečné zásoby uší a ráků v boxech na pracovišti – převyšují potřebu pracoviště až 3,5x;
  - Nepraktický stojan na ukončovací ringy na stroji pro návar ukončovacích ringů – nevyhovující ergonomie a bezpečnost na pracovišti;
  - Většina dílu je umístěna v imobilních zásobnících – zdržování seřizovače při přenastavení linky zhruba 10% ze seřizovacího času;

V tabulce níže jsou uvedeny předpokládané efekty, výnosy a náklady realizovaných opatření.

Opatření	Předpokládaný efekt	Náklady	Úspory	Doba návratnosti
Umístění stojanů na díly, na kolové podvozky	Zkrácení seřizovacích časů o 20min, usnadnění manipulace, snížení úrovně zásob.	96800 Kč	137983 Kč	Devět měsíců
Technická úprava svářečského robota – výměna pneumatického pohonu elektrod za servomotory	Snížení cyklového času úzkého místa o 7,5s., růst výrobního výkonu o 15%	445740 Kč	2036164 Kč	Tři měsíce
Zavedení předvýrobní buňky pro ohyb ringů	Zjednodušení procesu, růst produkce sad ringů o 150%, snížení úrovně zásob, snížení nároků na obsluhu o jednoho operátora.	1293750 Kč	1320464 Kč	Dvanáct měsíců
	<b>Celkem:</b>	<b>1836290 Kč</b>	<b>3494611 Kč</b>	

Tabulka 8: Shrnutí navrhovaných opatření

Výstupy této práce ověřil student UTB FT Bc. Aleš Kaláb, který se mnou spolupracoval v rámci své diplomové práce, v simulační programu Witness.

Podnik Wanzl spol. s.r.o. je relativně mladým podnikem, který však aktivně pracuje na svém sebezdokonalování pomocí metod PI. Podnik má všechny předpoklady pro úspěšné zavedení změn, nicméně v současné době realizuje již řadu jiných projektů a tak návrhy na zlepšení vycházející z této práce, budou realizovány pravděpodobně až v dalších letech.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] ANDRÝSEK, Leoš. 2008. Možnosti zvyšování celkové efektivity zařízení [online]. Kolín: INVENTIO CONSULTING s.r.o., [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: [http://www.inventio.cz/admin/upload/news/Autosap\\_%20-Moznosti\\_zvysovani\\_celkove\\_efektivnosti\\_zarizeni\\_17.9-2008\\_Kolin\\_3%5B1%5D.ppsx](http://www.inventio.cz/admin/upload/news/Autosap_%20-Moznosti_zvysovani_celkove_efektivnosti_zarizeni_17.9-2008_Kolin_3%5B1%5D.ppsx).
- [2] API - Academy of Productivity and Inovations, © 2005 - 2012a. Optimalizace linky. [online]. [cit. 2012-02-09]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68402.o-ptimalizace-linky/>
- [3] API – Academy of Productivity and Inovations, © 2005 - 2012a. Optimalizace pracoviště. [online]. 2011 [cit. 2012-03-19]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68401.optimalizace-pracoviste/>
- [4] ČERNÝ, Jaromír. 2004. *Úvod do studia metod průmyslového inženýrství a systémů služeb*, Zlín: SC&C Partner. 105 s. ISBN 978-80-904099-1-0.
- [5] DANGELMAIER, Wilhelm. 2010. *Advanced manufacturing and sustainable logistics: 8th international Heinz Nixdorf Symposium, IHNS 2010, Paderborn, Germany, April 21-22, 2010. proceedings*. 1st ed. New York: Springer, 444 s. ISBN 36-421-2461-5.
- [6] EMMETT, Stuart. 2008. *Řízení zásob: jak minimalizovat náklady a maximalizovat hodnotu*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 298 s. ISBN 978-80-251-1828-3.
- [7] GREGOROVICHOVÁ, Lucie. 2009, Nástroj pro identifikaci plýtvání: Mapování toku hodnot (Value Stream Mapping) část 1.. *Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech : časopis pro úspěšné manažery*. Želevčice: API, č. 4. ISSN 1803-5183.
- [8] GREGOROVICHOVÁ, Lucie. 2010, Nástroj pro identifikaci plýtvání: Mapování toku hodnot (Value Stream Mapping) část 2.. *Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech : časopis pro úspěšné manažery*. Želevčice: API, č. 1. ISSN 1803-5183.
- [9] HARRIS, Chris a Rick HARRIS. 2008. *Lean connections: making information flow efficiently and effectively*. Boca Raton: CRC Press, 145 s. ISBN 15-632-7374-8.
- [10] CHROMJAKOVÁ, Felicit a Rastislav RAJNOHA. 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: Kompendium průmyslového inženýra*. 1. vyd. Žilina: GEORG Žilina, ISBN 978-80-89401-26-0.
- [11] JIRÁSEK, Jaroslav. 1998. *Štíhlá výroba*. Vyd. 1. Praha: Grada, 199 s. ISBN 80-716-9394-4.

- [12] JONES, D. T. a WOMACK J. P. 2000. *Seeing the whole: mapping the extended value stream*. Brookline, MA.: Lean Enterprise Inst., 96 s. ISBN 09-667-8435-9.
- [13] KOŠTURIÁK, Ján, GREGOR, Milan a kol. 2002. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*, Žilina: inForm. ISBN: 80-968583-1-9.
- [14] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 237 s. ISBN 80-868-5138-9.
- [15] MAREK, Jakub; SKŘEHOT, Petr. 2009. *Základy aplikované ergonomie*, Praha: VÚBP, 118 s., ISBN 978-80-86973-58-6
- [16] MASKELL, Brian H a Bruce BAGGALEY. 2004. *Practical lean accounting: a proven system for measuring and managing the lean enterprise*. New York, NY, 359 s. ISBN 15-632-7243-1.
- [17] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. 2000. *TPM: Management a praktické zavádění*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 246s. ISBN 80-902235-5-9.
- [18] MAŠÍN, Ivan; VYTLAČIL, Milan. 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství*, Liberec: Institut průmyslového inženýrství. 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- [19] MAŠÍN, Ivan. 2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, ISBN 80-902235-9-1.
- [20] MAŠÍN, Ivan; VYTLAČIL, Milan. 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*, Liberec: Institut technologií a managementu. 99s. ISBN 80-903533-1-2.
- [21] ROTHER, By Mike a John SHOOK. 2003. *Learning to see: value-stream mapping to create value and eliminate muda*. Version 1.3. Cambridge, Mass: Lean Enterprise Inst, ISBN 09-667-8430-8.
- [22] RYBALSKÝ, Rudolf, VIDOVÁ a Pavol BOŽEK. 2006. *Výrobná logistika*. 1. vyd. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, 193s. ISBN 80-227-2463-7.
- [23] SIXTA, Josef. 2005. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 315 s. ISBN 80-251-0573-3.
- [24] STAMATIS, D. c2010. *The OEE primer: understanding overall equipment effectiveness, reliability, and maintainability*. Boca Raton, [FL]: CRC Press, 466 s. ISBN 14-398-1406-6.

- [25] ŠKOLAŘ, Petr. 2006. *Mapování hodnotového toku - VSM(Value stream mapping)*. 8 s. Dostupné z: <http://web.fame.utb.cz/cs/docs/Skolar.pdf>
- [26] Topinfo s.r.o., © 2001 - 2012. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. [online]. [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/narizeni-vlady-c-361-2007-sb-kterym-se-stanovi-podminky-ochrany-zdravi-pri-praci>
- [27] Výzkumný ústav bezpečnosti práce,v.v.i, © 2002 – 2012. BOZP – Co to je ergonomie. [online]. [cit. 2012-04-09]. Dostupné z: [http://www.bozpinfo.cz/knihovna-bozp/citarna/tematicke\\_prilohy/ergonomie/ergonomie1.html](http://www.bozpinfo.cz/knihovna-bozp/citarna/tematicke_prilohy/ergonomie/ergonomie1.html)
- [28] Výzkumný ústav bezpečnosti práce,v.v.i, © 2002 – 2012. BOZP – Ergonomie hodnocení pracovního místa. [online]. [cit. 2012-04-09]. Dostupné z: [http://www.bozpinfo.cz/knihovna-bozp/citarna/tematicke\\_prilohy/ergonomie/ergonomie2.html](http://www.bozpinfo.cz/knihovna-bozp/citarna/tematicke_prilohy/ergonomie/ergonomie2.html)

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

Ing.	Inženýr
S.r.o.	Společnost s ručením omezeným
Spol.	Společnost
CEZ	Celková efektivita zařízení
OEE	Overall equipment effectiveness
Prg.	Program
ČR	Česká republika
s.	Stran/a
API	Akademie produktivity a inovací
VA index	Value added index
FTY	First Time Yield
TPM	Total productive maintenance
SMED	Single minute exchange of die
JIT	Just in time
C/T	Cycle time
C/O	Change over time
VD	Výrobní dávka
TD	Transportní dávka
Ks	Kusy
VSM	Value stream mapping
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
Psč	Poštovní směrovací číslo
SAP	Systems Applications Products in data processing
CNC	Computer Numeric Control

---

DP	Diplomová práce
Min.	Minuty
Hod.	Hodiny

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Štíhlá výroba (Košturiak a Frolík, 2006, s.23).....	14
Obrázek 2: Projekt optimalizace linky (API s.r.o., © 2005 - 2012) .....	15
Obrázek 3: Prvky štíhlého pracoviště (Košturiak a Frolík,2006, s.65).....	16
Obrázek 4: Různé druhy ztrát při výrobě (Andrýsek, 2008) .....	18
Obrázek 5: Symboly používané pro tvorbu VSM (Gregorovičová, 2010).....	23
Obrázek 6: Informační tok ve VSM (Gregorovičová, 2010).....	24
Obrázek 7: Materiálový tok ve VSM (Gregorovičová, 2009) .....	25
Obrázek 8: Ukázka kompletní VSM mapy současného stavu (Gregorovičová, 2010) .....	25
Obrázek 9: Příklad manipulačních jednotek I. řádu .....	35
Obrázek 10: Příklad manipulačních jednotek II. řádu .....	35
Obrázek 11: Podnik Wanzl spol. s.r.o. ....	37
Obrázek 12: Zadání DP vydané podnikem Wanzl spol. s.r.o. ....	39
Obrázek 13: 3D model koše typu D.....	40
Obrázek 14: Stříhačka drátu Wafios R23 .....	41
Obrázek 15: Ohýbačka ringů Vitari NR230 .....	42
Obrázek 16: CNC Rostmachine.....	43
Obrázek 17: Stroj pro výrobu uší Robomac 310 .....	44
Obrázek 18: Stroj pro výrobu rámečku Macsoft F 210 .....	45
Obrázek 19: Layout robotické linky .....	46
Obrázek 20: VSM linky výroby košů .....	48
Obrázek 21: VSM mapa robotické linky .....	50
Obrázek 22: Linka výroby košů simulovaná v prg. Witness .....	52
Obrázek 23: Grafy vytížení strojů v procesu .....	53
Obrázek 24: Robotická buňka simulovaná v prg. Witness .....	54
Obrázek 25: Vozík pro přepravu košů I. typu .....	57
Obrázek 26: Srovnání kapacity vozíku a europalety .....	58
Obrázek 27: Stojan na rošty koše .....	60
Obrázek 28: Zásoby uší na stroji .....	61
Obrázek 29: Mobilní stojan na uši koše.....	62
Obrázek 30: Zásobník na stroji pro návar ukončovacího ringu.....	63
Obrázek 31: Nový layout buňky,včetně všech změn.....	64
Obrázek 32: Svářečka při práci.....	65



---

Obrázek 33: Layout předvýrobní buňky pro výrobu ringů.....	68
Obrázek 34: VSM s předvýrobní buňkou a ostatními aplikovanými změnami.....	69
Obrázek 35: Simulace výrobního procesu s předvýrobní buňkou .....	70
Obrázek 36: Grafy vytížení strojů v procesu s předvýrobní buňkou .....	70
Obrázek 37: Simulace nového stavu robotické buňky.....	71

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Typické hodnoty plýtvání v podnicích (Košturiak a Frolík, 2006, s.24).....	13
Tabulka 2: Vztah plýtvání a CEZ (Andrýsek, 2008) .....	20
Tabulka 3: Doporučení zatížení břemene (Marek a Skřehot, 2009, s.83) .....	31
Tabulka 4: Hmotnost břemene, při níž se zvyšuje riziko poškození pohybového aparátu. (Marek a Skřehot, 2009, s.85) .....	32
Tabulka 5: ABC analýza výroby košů typu D .....	47
Tabulka 6: Kapacitní potřeby vozíků a závěsu při různých situacích. ....	59
Tabulka 7: Odhad nákladů instalace servomotorů.....	66
Tabulka 8: Shrnutí navrhovaných opatření.....	73

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1: Balancování jednotlivých operací linky výroby košů .....	49
Graf 2: Balancování operací robotické buňky .....	50

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I: Extrakt z katalogu firmy Wanzl spol. s.r.o pro rok 2012.....	83
Příloha II: Extrakt z katalogu firmy Wanzl spol. s.r.o pro rok 2012.....	87

# PŘÍLOHA P I: EXTRAKT Z KATALOGU FIRMY WANZL SPOL S.R.O PRO ROK 2012

Katalog pro nezávislý obchod | 4

## Nákupní vozíky

možno objednat v základních barvách



### DR 60 se sedačkou



Objednáč číslo:	<b>02.18392.51-T002</b>
Rozměry d x š x v:	<b>740 x 515 x 940 mm</b>
Objem koše:	<b>61 l</b>
Nosnost:	<b>61 kg</b>
Kolečka Ø:	<b>75 mm</b>
Hmotnost:	<b>12,4 kg</b>
Povrchová úprava:	<b>galvanické zinkování + ochranný lak</b>
Stohování:	<b>potřeba místa pro jeden vozík 118 mm, 10 vozíků 1802 mm</b>
Příslušenství:	<b>dětská sedačka sériově</b>

### DR 60 bez sedačky



Objednáč číslo:	<b>02.18392.51-T016</b>
Rozměry d x š x v:	<b>740 x 515 x 940 mm</b>
Objem koše:	<b>61 l</b>
Nosnost:	<b>61 kg</b>
Kolečka Ø:	<b>75 mm</b>
Hmotnost:	<b>12,4 kg</b>
Povrchová úprava:	<b>galvanické zinkování + ochranný lak</b>
Stohování:	<b>potřeba místa pro jeden vozík 118 mm, 10 vozíků 1802 mm</b>

*U sériové řady vozíků DRC je velký odstup mezi košem a spodním roštem vozíku. Na rošt lze naložit přepravku a od velikosti D 80 RC lze umístit na sebe 2 balení 1,5 litrových PET lahví.*

### D 90 RC



Objednáč číslo:	<b>02.06933.51-V016</b>
Rozměry d x š x v:	<b>795 x 515 x 1080 mm</b>
Objem koše:	<b>86 l</b>
Nosnost:	<b>86 kg</b>
Kolečka Ø:	<b>100 mm</b>
Hmotnost:	<b>17,5 kg</b>
Povrchová úprava:	<b>galvanické zinkování + ochranný lak</b>
Stohování:	<b>potřeba místa pro jeden vozík 120 mm, 10 vozíků 1875 mm</b>
Příslušenství:	<b>dětská sedačka sériově</b>

### D 101 RC



Objednáč číslo:	<b>02.06951.51-V328</b>
Rozměry d x š x v:	<b>900 x 570 x 1075 mm</b>
Objem koše:	<b>100 l</b>
Nosnost:	<b>100 kg</b>
Kolečka Ø:	<b>125 mm</b>
Hmotnost:	<b>22 kg</b>
Povrchová úprava:	<b>galvanické zinkování + ochranný lak</b>
Stohování:	<b>potřeba místa pro jeden vozík 202 mm, 10 vozíků 2720 mm</b>
Příslušenství:	<b>dětská sedačka sériově</b>

## Nákupní vozíky

### EL 130



Objednáací číslo:	02.29991.51-V046
Rozměry d x š x v:	1030 x 595 x 1020 mm
Objem koše:	133 l
Nosnost:	133 kg
Kolečka Ø:	125 mm
Hmotnost:	20 kg
Povrchová úprava:	galvanické zinkování + ochranný lak
Stohování:	potřeba místa pro jeden vozík 187 mm, 10 vozíků 2715 mm
Příslušenství:	dětská sedačka sériově

### Light



Objednáací číslo:	02.55590.51-V088
Rozměry d x š x v:	945 x 595 x 910 mm
Objem koše:	70 l
Nosnost:	70 kg
Kolečka Ø:	125 mm
Hmotnost:	20 kg
Povrchová úprava:	galvanické zinkování + ochranný lak
Stohování:	potřeba místa pro jeden vozík 250 mm, 10 vozíků 3195 mm

### Tango 90 E



Objednáací číslo:	02.17700.95-V060 – bez sedačky 02.17600.95-V052 – se sedačkou
Rozměry d x š x v:	995 x 595 x 1010 mm
Objem koše:	90 l
Nosnost:	90 kg
Kolečka Ø:	125 mm
Hmotnost:	16,8 kg
Povrchová úprava:	koš – plast polypropylen, podvozek – galvanické zinkování
Stohování:	potřeba místa pro jeden vozík 240 mm, 10 vozíků 3155 mm
Příslušenství:	mincovník Promobox plus sériově, háček na tašku

### Lupa



Objednáací číslo:	77.00285.95-7016
Provedení:	výsuvné polykarbonátové sklo lupy se silným zvětšovacím faktorem, na pouzdru lupy je držák na tužku a cedulku s poznámkami
Barva:	antracitově šedá RAL 7016

## Nákupní vozíky

### Pick-up – vozík pro koše GT 26



Objednáč číslo:	02.27686.73-V016 – vozík pro koše GT26 02.23845.07-3000 – košík GT 26 červená RAL 3000 02.23845.07-5002 – košík GT 26 modrá RAL 5002 02.23845.07-6024 – košík GT 26 zelená RAL 6024
Rozměry d x š x v:	590 x 600 x 1000 mm – vozík 520 x 335 x 255 mm – košík
Nosnost:	každý košík 24 kg, celkem 48 kg
Objem koše:	24 l
Kolečka Ø:	2 zadní pevná 125 mm, přední otočná 75 mm
Hmotnost:	8 kg – bez košíků, 0,65 kg – košík
Povrchová úprava:	prášková vypalovaná barva – antracit RAL 7016 – vozík plast – košík



### Použití vozíku Pick-up GT 26



... nosit



... jezdit se 2 košíky



... jezdit s 1 košíkem a přepravkou



... nebo se 2 košíky a balením  
PET lahví

## Dětské nákupní vozíky

### DR 22



Objednáací číslo:	02.03908.51-T001
Rozměry d x š x v:	550 x 385 x 700 mm
Objem koše:	22 l
Nosnost:	30 kg
Kolečka Ø:	50 mm
Hmotnost:	4,8 kg
Povrchová úprava:	galvanické zinkování + ochranný lak
Stohování:	potřeba místa pro jeden vozík 130 mm, 10 vozíků 1720 mm

### Harlekin



Objednáací číslo:	02.41761.73-V095 – bez vlajky 02.41761.73-V394 – s vlajkou
Rozměry d x š x v:	550 x 385 x 700 mm
Objem koše:	22 l
Nosnost:	30 kg
Kolečka Ø:	50 mm
Hmotnost:	4,8 kg
Povrchová úprava:	prášková vypalovaná barva
Stohování:	potřeba místa pro jeden vozík 130 mm, 10 vozíků 1720 mm

### Tangolino



Objednáací číslo:	02.39551.95-V058 – bez vlajky a mincovníku 02.39551.95-V094 – s vlajkou, bez mincovníku
Rozměry d x š x v:	570 x 380 x 700 mm
Objem koše:	22 l
Nosnost:	22 kg
Kolečka Ø:	50 mm
Hmotnost:	5,7 kg
Povrchová úprava:	koš – plast polypropylen, žlutá RAL 1028, červená RAL 3000, modrá RAL 5002
Stohování:	potřeba místa pro jeden vozík 190 mm, 10 vozíků 2280 mm Tangolino je možno stohovat s vozíky DR 22 a Harlekin

### Mincovník Starbox



Objednáací číslo:	01.77010.M2-7035 – dodání možné jen s vozíkem
Provedení:	Kompatibilní s mincovníky Wanzl Classic a Wanzl Solid Ergonomicky tvarovaný kryt, jedno duchá obsluha přes štěrbinu na mince. Neruší na madle, umožňuje výbornou manévrovatelnost s vozíkem. Varianta pro jednu nebo dvě mince (5,-/10,- Kč) Vysoce tvrzený plast pro velkou zátěž, odolný vůči povětrnostním vlivům a teplotám +50°C – -30°C, řetízky a klíče z kvalitní oceli



## PŘÍLOHA P II: UKÁZKA NÁMĚRU VSTUPNÍCH DAT

Vykonává	Operátor 1	Robot	Operátor 2			
Operace	Sestavení koše z komponent do přípravku (Ohyb roštu + nasazení ringu + nasazení zadního rámu + manipulace s přípravkem)	Svařování koše	Odhrocení	Návar ukončovacího ringu	Návar uší	Založení hotového koše na paletu
<b>Koš D75</b>						
	66,0	85,1	13,6	19,9	20,0	3,1
	58,4	83,9	16,9	18,4	20,7	7,5
	65,1	85,2	16,0	17,8	20,5	3,6
	55,5	84,4	15,7	18,6	21,1	4,9
	69,2	84,1	21,9	20,0	22,2	5,9
	68,1	83,2	11,7	21,3	20,3	6,4
	63,5	83,2	14,7	19,8	20,5	4,4
	65,8	96,2	13,8	26,0	20,3	4,0
	69,8	85,4	14,7	22,6	21,4	5,2
	71,3	83,1	17,2	19,5	20,1	4,9
	70,8	85,3	19,5	19,3	18,7	4,3
	71,3	82,1	16,0	21,2	20,9	5,0
	68,9	84,5	13,8	18,9	20,2	4,3
	62,6	84,7	16,7	18,6	20,6	4,7
	59,5	85,3	15,5	19,2	20,6	3,9
	65,2	85,3	14,9	20,3	20,8	5,2
	67,4	85,3	17,1	20,1	21,3	6,1
	67,5	85,3	17,2	21,4	19,8	5,4
	70,3	85,2	16,3	22,7	20,5	4,8
	68,4	85,4	16,2	21,6	20,4	4,9
Průměr [s]	66,22	85,10	15,96	20,35	20,53	4,92
Průměr [min]	1,10	1,42	0,27	0,34	0,34	0,08
<b>Koš D90</b>						
	78,9	85,3	18,5	20,6	21,7	2,4
	72,0	85,9	18,7	20,1	26,6	4,3
	75,0	85,3	15,8	19,4	22,7	4,9
	72,3	86,0	15,5	20,4	23,0	3,5
	76,4	85,6	14,1	18,5	21,7	3,8
	72,1	86,0	16,0	21,4	23,4	5,0
	72,5	85,0	15,4	27,4	23,7	5,0
	69,3	86,1	16,5	19,4	22,6	3,7
	71,5	85,5	15,9	18,9	28,7	3,5
	71,1	85,6	15,6	19,7	20,1	3,7
	71,6	85,5	15,9	19,4	22,6	4,2
	71,8	85,3	16,6	20,1	22,7	3,9
	72,4	85,9	15,2	19,8	21,6	4,6
	73,4	85,6	17,1	21,2	23,2	3,7
	71,7	85,8	15,5	21,4	23,6	3,6
	72,6	85,5	15,8	20,6	24,3	4,7
	74,9	85,8	14,4	20,7	25,6	4,9
	72,4	85,6	17,8	19,8	23,7	4,0
	73,5	85,3	18,1	20,1	23,8	3,3
	76,7	85,9	15,5	22,6	23,2	2,8
Průměr [s]	73,10	85,62	16,20	20,57	23,42	3,97
Průměr [min]	1,22	1,43	0,27	0,34	0,39	0,07

Vykonává	Operátor 1	Robot	Operátor 2			
Operace	Sestavení koše z komponent do přípravku (Ohyb roštu + nasazení ringu + nasazení zadního rámu + manipulace s přípravkem)	Svařování koše	Odhrocení	Operace	Sestavení koše z komponent do přípravku (Ohyb roštu + nasazení ringu + nasazení zadního rámu + manipulace s přípravkem)	Svařování koše
<b>Koš D101</b>						
	67,12	89,4	17,84	20,79	22,79	4,04
	63,3	90,0	20,0	23,0	24,4	12,6
	67,0	89,2	17,7	22,7	23,3	3,6
	64,3	90,8	18,7	23,8	26,5	8,8
	67,0	88,0	22,8	21,4	22,7	9,6
	66,4	90,3	17,4	22,7	24,1	6,0
	63,4	89,0	16,3	25,7	23,0	8,9
	68,8	90,0	22,1	19,7	22,0	5,5
	75,1	89,6	15,9	19,8	21,3	6,1
	76,1	89,6	16,0	20,4	22,3	9,1
	74,2	89,6	14,8	18,6	19,2	4,9
	64,5	90,0	16,7	20,3	23,8	8,6
	68,5	89,6	15,5	20,8	23,6	4,7
	71,2	90,8	17,3	21,4	23,6	10,2
	65,6	88,7	17,8	19,8	22,6	6,8
	66,8	88,5	15,9	22,6	21,2	5,9
	64,8	89,6	19,3	23,2	22,2	11,2
	69,7	89,2	19,1	22,4	24,1	9,3
	73,2	90,1	21,8	22,9	23,3	6,5
	71,5	89,6	19,8	21,8	21,4	8,7
Průměr [s]	68,42	89,58	18,13	21,68	22,87	7,54
Průměr [min]	1,14	1,49	0,30	0,36	0,38	0,13
<b>Koš D150</b>						
	69,2	107,3	22,2	30,5	27,9	5,8
	76,0	106,5	27,9	30,0	33,8	6,9
	91,2	106,8	32,9	31,8	26,5	5,1
	70,2	107,8	27,0	45,6	33,0	3,6
	73,0	107,2	23,0	29,8	24,7	4,7
	82,2	107,5	21,8	30,9	24,5	6,1
	79,2	103,5	27,1	27,3	26,2	8,5
	94,5	105,4	28,6	31,5	25,3	5,3
	95,9	107,7	30,4	32,6	27,6	4,9
	89,9	104,9	28,1	28,4	33,8	10,5
	86,4	106,3	28,3	29,6	32,1	8,7
	86,4	107,6	27,5	33,2	28,6	7,6
	81,2	105,5	23,3	33,5	25,8	5,8
	82,3	106,2	25,0	29,6	27,3	6,4
	84,4	106,1	27,3	32,6	30,6	6,6
	84,4	106,2	26,3	32,6	32,1	7,2
	84,5	106,2	26,8	31,8	28,2	5,3
	82,2	106,3	28,6	32,9	26,3	5,5
	72,2	107,3	29,7	29,9	24,6	4,7
	77,3	106,8	26,2	32,6	27,5	3,5
Průměr [s]	82,124	106,4485	26,8985	31,8295	28,3145	6,1335
Průměr [min]	1,368733333	1,7741417	0,44830833	0,530492	0,47191	0,102225